

Nr.2 Jaargang 30
juni 2022

Bruggen

**HET ONTWERPEN VAN
FIETS+VOETBRUGGEN**

Inhoud



4 INTRODUCTIE BRUGGENDAG



5 HET ONTWERPEN VAN FIETS+VOETBRUGGEN



12 BRUGGEN VAN DE TOEKOMST



20 CIRCULAIRE HOUT-BETONBRUG IN GEBRUIK



22 '1915 ÇANAKKALEBRUG' GEOPEND



26 VIER 3D-BETONGEPRINTE FIETSBRUGGEN LANGS DE N243

COLOFON

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

Opgericht 10 april 1992

REDACTIE

Jan Arends, Michel Bakker, Elisabeth van Blankenstein, Fred van Geest, Thijmen Jaspers Focks, Heico de Lange en Wils van Soldt.

BESTUUR

Jan de Boer, Bert Hesselink, Dick Schaafsma, Peter Vijn, Beate Vlaanderen, Jan Willem Warner en Fred Westenberg (voorzitter).

RAAD VAN ADVIES

Arup Nederland, DIVV Amsterdam, FiberCore, IV-Infra, Janson Bridging, Mobilis TBI Infra, Movares, ProRail, Rijkswaterstaat, Ingenieursbureau Westenberg.

BRUGGEN

Het tijdschrift BRUGGEN verschijnt vier maal per jaar. Abonnement € 39,50 per jaar. Gratis voor begunstigers van de Nederlandse Bruggenstichting. Losse nummers: € 12,50, te bestellen via NL82 INGB 0000 0589 75

KOPIJ

De kopij dient voorzien te zijn van naam, adres en telefoonnummer van de inzender. Inzendingen kunnen zonder opgaaf van redenen worden geweigerd.

ADVERTENTIES

C&C Design, Ciska Klooster
ciska@ccdesign.nl

REDACTIEADRES

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

EINDREDACTIE

Fred van Geest
E-mail: redactie@bruggenstichting.nl

WEBSITE

<http://www.bruggenstichting.nl>

GRAFISCHE VORMGEVING

Ronald Boiten en Irene Mesu, Amersfoort

OMSLAGFOTO VOORZIJDE

Fietsbrug in Tessenderlo (B)
© ZJA

OMSLAGFOTO ACHTERZIJDE

1915 Çanakkalebrug over de Bosphorus Turkije

OPLAGE

600
ISSN 1571-4586

VAN DE REDACTIE

FRED VAN GEEST

Wat een verademing: een Bruggendag weer op volle sterkte!!
We hebben zo'n 100 deelnemers mogen verwelkomen, en dat is een mooie volle bak in het Auditorium van de Jaarbeurs!

De laatste bruggendag was op de dag dat 's-middags de overheid bijeenkomsten van meer dan vijftig deelnemers in de ban deed. Een dag later zou toen het festijn helemaal niet zijn doorgegaan.

Opvallend en zeer verheugend is het ook te constateren dat het aantal vrouwelijke deelnemers aanzienlijk is toegenomen, zowel bij het publiek als bij de presentatoren. Een goede ontwikkeling!

In dit nummer de verslagen van enkele voordrachten. Op de ontbrekende komen we in het septembernummer terug.



Impressie Bruggendag 2022.
© C.J. Luijendijk

BEGUNSTIGER

Belangstellenden voor het werk van de Bruggenstichting kunnen begunstiger worden, als particulier of als bedrijf/organisatie. U ontvangt dan viermaal per jaar het tijdschrift *BRUGGEN*. Begunstigers en donateurs kunnen advies krijgen van de Bruggenstichting en ontvangen korting op onze activiteiten en boekuitgaven.

De Bruggenstichting is door de Belastingdienst erkend als ANBI, wat staat voor Algemeen Nut Beogende Instelling. De minimumbijdrage voor particulieren is € 39,50 (incl. btw) en voor bedrijven en instellingen vanaf € 135,- per jaar (excl. btw), zzp'ers € 70,- (excl. btw). Studenten betalen € 10,- (maximaal 2 jaar). U kunt zich aanmelden door het overmaken van de bijdrage op: IBAN NL82 INGB 0000 0589 75 t.n.v. de Nederlandse Bruggenstichting te Rijswijk.

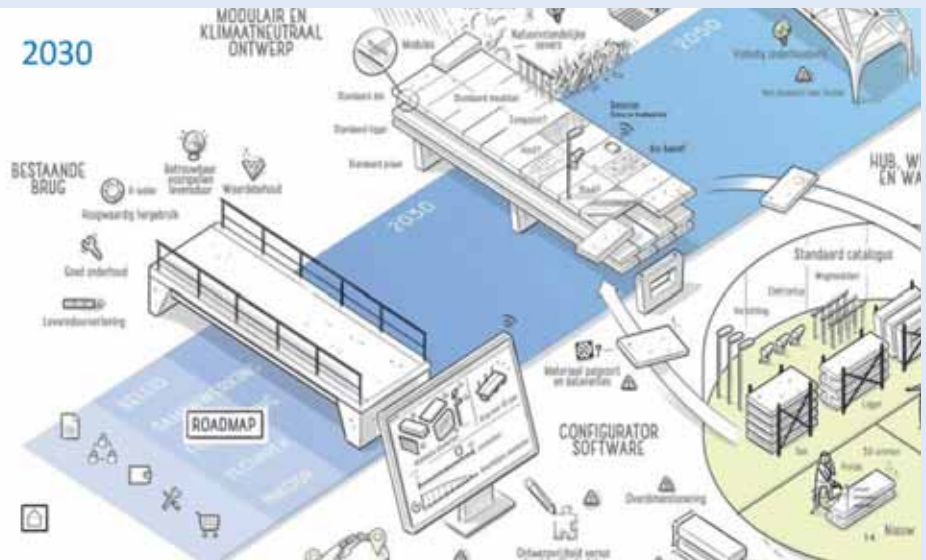
Aanmelden is ook mogelijk via de website www.bruggenstichting.nl > begunstiger worden.



DE BRUG IN HET LANDSCHAP VAN DE TOEKOMST

INTRODUCTIE BRUGGENDAG 2022

Paul Waarts



Met de uitspraak: "ik ben iemand die zich verwondert en de bruggenwereld is voor mij één grote verwondering" verwelkomde Paul Waarts (de dagvoorzitter) op 12 mei de aanwezigen bij de Bruggendag 2022. Kijkend naar een filmpje van Walt Disney uit 1958 over infrastructuur in de toekomst (The Future of Transport: Disney's Magic Highway – 1958), was de boodschap direct duidelijk: we moeten aan de slag, want zoveel is er niet veranderd de afgelopen jaren.

Verschillende uitdagingen passeerden de revue: klimaatverandering, schaarste op de arbeidsmarkt, dure grondstoffen, mondige burgers en de stikstofproblematiek. "Hierdoor", stelde Waarts, "wordt verandering in de bruggensector veel urgenter. Ondertussen moeten deze uitdagingen behapbaar en betaalbaar blijven. Hierdoor gaat het samen innoveren in de sector ons veel verder helpen". De brug kan worden gezien in drie verschillende tijdsvakken. De huidige bestaande brug, de modulaire, klimaat neutrale brug waar we momenteel naartoe werken. En de brug van de toekomst, de futuristische brug. Zo probeert

de bruggensector de huidige brug zoveel mogelijk her te gebruiken. De werkgever van Paul, de provincie Noord-Holland, bouwt voortaan zijn bruggen volgens het IFD-principe: Industrieel, Flexibel en Demontabel. Deze manier van werken is niet alleen sneller en goedkoper, maar ook circulair en brengt de klimaatdoelen dichterbij. Ook de toekomst geeft een grote ruimte voor verbeelding. Een brug die zichzelf repareert door artificiële intelligentie en daarnaast zichzelf bouwt.

De Bruggendag 2022 is de plek die er is om te inspireren en een brug naar de toekomst te slaan. Niet alleen deze dag werd ter inspiratie

benoemd door Paul, tevens werd aandacht gegeven aan het bruggenplatform. De plek waar de gehele bruggensector samenkomt om samen voorgaande uitdagingen aan te pakken, samen oplossingen te zoeken en met elkaar het gesprek aan te gaan. Er ligt een flinke uitdaging voor ons, maar als we nu met elkaar de handen ineen sluiten en aan het werk gaan, moet het lukken. "Aan de slag!" was dan ook het afsluitende motto aan het einde van het welkomstwoord van de dagvoorzitter.



HET ONTWERPEN VAN FIETS+VOETBRUGGEN

EEN KIJKJE IN DE KEUKEN VAN
ARCHITECTENBUREAU ZJA

Marcel Teunissen



Op 11 november 2021 organiseerde het Platform Fiets+Voetbruggen in de Jaarbeurs in Utrecht het Symposium Fiets+Voetbruggen 2021. Dit zevende Symposium beoogt de bouwtechnische en architectonische kwaliteit van fiets+voetbruggen te vergroten. Architectenbureau ZJA was erbij en de bijdrage van Joris Veerman en Jochem Verbeek en een interview met Ralph Kieft vormen de basis voor dit artikel.

1 Theunisbrug, Antwerpen
© Schreder_Eric_Muller



ARCHITECTENBUREAU ZJA

Kenmerkend voor het in 1990 opgerichte bureau, dat nu onder leiding staat van Rein Jansma, Rob Torsing, Reinald Top en Ralph Kieft, is de eenheid van technisch en esthetisch ontwerp, met ingenieuze, soms onconventionele constructies. Innovatie ligt besloten in de genen en het bureau manifesteert zich door een gevarieerd oeuvre met ontwerpen voor publieke gebouwen, infrastructuur, openbaar vervoer, sport en ontspanning.

Wat betreft civiele ontwerpen, vormen bruggen vanaf de start in 1990 een substantieel aandeel. In drie decennia zijn verschillende typen bruggen in binnen- en buitenland ontworpen. In het kader van het project 'Verhogen bruggen Albertkanaal' in België wordt aan diverse ontwerpogaven gewerkt. Naast de hier besproken fiets*voetbruggen bij Wijnegem en Tessenderlo, is de onlangs voltooide 'hybride brug' ontworpen in de omgeving van het Sportpaleis Antwerpen, ter vervanging van de Theunisbrug. Al is in ruimere zin de kwalitatieve verbetering van de leefomgeving vanuit een menselijk en ecologisch oogpunt een drijfveer vanaf het eerste uur, de laatste jaren zijn duurzaamheid en circulariteit fundamentele aspecten van de 'total engineering'. De werkwijze is intuïtief, onderzoekend, idealistisch en pragmatisch. Daarbij hebben kennis en ervaring de basis gelegd voor een open vizier voor nieuwe bouwmethodes en materiaaltoepassingen.

2 Fiets*voetbrug, Wijnegem, over het Albertkanaal.

© ZJA





3 Ligging tuibrug en verkeersbrug

© ZJA

TWEE BRUGGEN

Naast de bruggen, die al in eerdere uitgaven van *BRUGGEN* zijn beschreven (Botterbrug (december 2017) en Weerwaterbrug (december 2021)), wordt nu aandacht besteed aan de fietsbrug te Wijnegem en die bij Tessenderlo (beide in België). De verhaallijn beweegt globaal van het grootste schaalniveau van landschappelijke inpassing naar het architectonisch detail. En passant komen alle ingrediënten voor het ontwerp van goede fietsvoetgangersbruggen aan bod.

FIETS*VOETBRUG WIJNEGEM, BELGIË

Wijnegem ligt ten noordoosten van Antwerpen, tussen twee valleien. De gemeente wordt doorsneden door het in 1939 voltooide Albertkanaal. Het stroomgebied van deze waterader tussen Luik en de Antwerpse haven valt onder de verantwoordelijkheid van de Vlaamse Waterweg, een overheidsorganisatie die de waterwegen in Vlaanderen beheert. Een groot project van de Vlaamse Waterweg is 'Verhogen bruggen Albertkanaal'. Het betreft de aanpassing van de bruggen door opvijzeling of vervanging, maar tegelijk ook het wegwerken van de resterende vernauwingen ter plaatse van de bruggen door hier de verdieping en verbreding van het kanaal plaatselijk te

verbreden naar 86 m en de oevers aan te passen. Het andere onderdeel vormt de vergroting van sluisen en de aanpassing van de bruggen door opvijzeling of vervanging. De beperkte doorvaarthoogte en -breedte gaf namelijk knelpunten voor het door de Europese Unie gestimuleerde vervoer over water. Door de uitvoering van het project kent het containertransport een snelle opgang en is het Albertkanaal weer de belangrijkste watersnelweg van Vlaanderen. Inmiddels is ruim driekwart van de 62 bruggen op de lijn aangepast.

De beperkte doorvaarthoogte en -breedte gaf namelijk knelpunten voor het door de Europese Unie gestimuleerde vervoer over water.

De betonnen 'banaanbrug' in Wijnegem wordt ook vervangen (zie fig. 4). De ingreep bood een meervoudige opdracht, want de functies van gebruikers worden gescheiden. De brug voor het wegverkeer (zie fig. 3) wordt driehonderd meter ten westen van de huidige brug gebouwd. Het ontwerp betreft een 118 m lange stalen boogbrug op betonnen pijlers, met een grootste overspanning van 88 m.



4 Verkeersbrug Wijnegem over het Albertkanaal

© ZJA

Deze brug is aanbesteed. Alvorens de ‘banaanbrug’ in 2023 wordt afgebroken, wordt eerst de nieuwe brug gebouwd zodat het autoverkeer voor de afbraak al hier naar toe kan worden omgeleid. Op termijn wordt ook in de capaciteitsuitbreiding van het bestaande sluiscomplex voorzien. Hiervoor zijn in het verleden een aantal verbredingsvarianten ontwikkeld, maar er is vooralsnog geen voorkeursvariant gekozen.

De fiets*voetbrug, die een fractie ten oosten van de banaanbrug wordt gebouwd, zal in 2022 worden aanbesteed. De uitvoering is gepland voor eind 2022. De algehele operatie is relatief zwaar voor een gemeente met maar 10.000 inwoners. De ingreep ligt bovendien gevoelig, want voor de toekomstige capaciteitsuitbreiding van de sluisen zal, afhankelijk van de gekozen variant, in meer of mindere mate impact hebben op de bebouwing in de omgeving. Aangezien er nog geen keuze is gemaakt en dientengevolge over de omvang nog niets bekend is, heeft ZJA ingezet op zo licht mogelijke constructies en herkenbaarheid door eenheid in vormgeving.

INPASSING EN COMFORT

Bij de keuze voor gescheiden verkeersbruggen spelen diverse afwegingen, maar voorop staat de verbetering van de verkeerssituatie. Momenteel passeren fietsers en voetgangers het Albertkanaal over de banaanbrug of via het bestaande sluisencomplex. Dit laatste mag avontuurlijk klinken, praktisch is het niet. Ook de situatie op de zuidelijke oever is gecompliceerd. Fietsers worden in oostelijke richting bij de Stokerijstraat vrij steil omhoog geleid, passeren de banaanbrug onderlangs en worden vervolgens weer omhooggevoerd. Geconstateerd werd dat het contact met het water verloren was gegaan. De landschappelijke inpassing is erop gericht om weer aansluiting te krijgen bij de bestaande situatie, onder meer door de kades te betrekken bij de woonomgeving. Dat komt ook ten goede aan overzicht, veiligheid en comfort en niet in de laatste plaats aan de esthetiek van de kunstwerken in het landschap.

PROJECTGEGEVENS

Fiets*Voetbrug, Wijnegem (B) - 2022	
Opdrachtgever	De Vlaamse Waterweg NV
Vormgever	ZJA i.o.v. Arcadis en Sweco
Landschapsontwerp	Robbert de Koning / CLUSTER landschap en stedenbouw
Constructief ontwerp	Arcadis en Sweco

In de verkenning naar brugtypologieën speelden naast inpassing en comfort de verschijningsvorm dus een belangrijke rol. De keuze viel op een tuibrug, die laag aan de zijkanalen is en wat hoger in het midden. Dit kwam ook qua fundering het beste uit en bovendien konden de brugdelen langs de kades heel slank blijven. De tuibrug krijgt een overspanning van 171 m, met een pyloon van 44 m, als tussensteunpunt op een eiland van het bestaande sluisencomplex. Het werd passen en meten. De speelruimte voor de bajonetvormige plattegrond van het geheel was beperkt, want een aantal woningen staat dicht bij de beide oevers. Toch is het gelukt om lange hellingbanen in te passen, met een als comfortabel ervaren flauw stijgingspercentage van vier procent en aangename bochtstralen van 35 m. Op de noordelijke oever wordt de hellingbaan aangelegd op het bestaande talud van de Turnhoutsebaan. Op de zuidelijke oever wordt parallel aan de Stokerijstraat een hellingbaan met een lichte en transparante V-vormige staalconstructie boven het jaagpad gebouwd. Deze wordt voorzien van rustplatforms. Tevens zullen op maaiveldniveau nieuwe fietspaden worden aangelegd. Voor de herkenbaarheid wordt de aanlanding op de noordelijke oever ingericht

met lage beplanting en wordt de tegenovergelegen aanlanding open vormgegeven. Beide aanlandingen worden voorzien van trappen. Het brugdek wordt ingericht met een fietspad van vier en een voetpad van drie m breed. Het constructief ontwerp en de afwerking van de brug bieden ruimte aan voetgangers die wat ‘uitwaaien’, in veiligheid door een duidelijke scheiding met het fietsverkeer.

FIETS*VOETBRUG TESSENDERLO, BELGIË

Bij Tessenderlo, een gemeente met 18.000 inwoners in de Vlaamse provincie Limburg, werd het Albertkanaal sinds 1977 overspannen door een betonnen brug voor alle soorten verkeer. Ook hier is in het kader van het project Verhogen bruggen Albertkanaal besloten tot een scheiding van snel en langzaam verkeer. De oude brug is in januari 2019 afgebroken, nadat 700 meter verderop een nieuwe autobrug in gebruik was genomen. Op de locatie van de brug uit 1977 werd op 1 december 2019 een nieuwe fiets*voetbrug geplaatst. Voor deze opgave is vanaf 2015 samengewerkt met THV Sweco-Arcadis en de aannemers Artes en Victor Buyck Steel Construction.



6 Fietsbrug Tessenderlo Albertkanaal

© ZJA

Constructief gezien vormt het een zogenaamde 'bowstring'



7 'bowstring'

© ZJA

Deze brug kreeg een grotere overspanning dan de voorganger en werd ook 1,5 m hoger aangelegd, want naast de verbreding van het kanaal moest ook de doorvaarthoogte worden verruimd. Dat leidde tot lokale verhoging van de taluds voor de aanlandingen.

De brug is 22 m hoog en overspant in één veld 137 m van landhoofd naar landhoofd. De totale lengte is 140 m en het deel tussen de landhoofden is volledig symmetrisch vormgegeven. Onderscheidend zijn de transparantie, slankheid, ruime opzet en vrije ligging. Conform de richtlijnen voor landschappelijke inpassing van Robbert de Koning en Cluster Landscape Architects zijn de landhoofden niet beplant, maar kregen alleen de flauwere hellingen lage vegetatie.

CONSTRUCTIE EN COMFORT

Door de enkelvoudige stalen boog en het weefpatroon van dunne stalen hangers heeft de brug een eigenzinnig silhouet, maar kreeg tegelijk vormverwantschap met de nieuwe autobridgen die het Albertkanaal tussen Luik

en Antwerpen overspannen. Voor deze bruggen is een generiek ontwerp gemaakt door Ney & Partners, bestaande uit twee, in het midden tegen elkaar leunende stalen bogen. De fiets*voetbrug is te beschouwen als de lichte variant.

Met de ambitie om een kostenefficiënte brug met een eigen identiteit te ontwerpen zijn typologieën van bruggen en toepassingen van hangers onderzocht. De generieke brug heeft rechte hangers maar de fietsbrug kreeg kruislingse hangers. Dit geeft een dynamischer beeld, maar introduceert ook een totaal ander krachtenspel. Dat bleek echter gunstig voor de overspanning in relatie tot de slankheid, in het bijzonder voor de kniklengte. Uit zes structuren van kruislingse hangers werd in samenspraak met de constructeur gekozen voor de meest spannende variant, uiteraard in relatie tot een zo slank mogelijke boog. De hangers 'kantelen' vanaf het midden naar de booggeboorten. De witte boog is met het brugdek verbonden door 44 grafiëtgrijze stalen hangers met een diameter van 50 mm, die in twee rijen zijn geplaatst. Doordat 22 van de 44 hangers onder een andere hoek zijn bevestigd, is de krachtenverdeling per hanger sterk verschillend. De rijen hangers bij de aanlandingen zouden in het krachtenspel nauwelijks meedoen en zijn daarom niet uitgevoerd.

Constructief gezien vormt het dek een soort trekstaaf tussen de uiteinden van de boog, een zogenaamde 'bowstring'. Het dek bestaat uit een stalen koker waarboven een laag beton van 200 mm is aangebracht. Dit was noodzakelijk als bijkomend gewicht om de hangers continu onder trek te houden. Een andere belangrijke factor was de



8a voorbouwlocatie

© Vlaamse Waterweg

dek een soort trekstaaf tussen de uiteinden van de boog,

uitvoeringsfasering. Minimale stremming en hinder voor de scheepvaart waren randvoorwaarden. Daaraan kon tegemoet worden gekomen met een voorbouwlocatie en dit bevorderde mede de keuze voor een stalen boogbrug.

Daarmee was het onderzoek niet afgerond. Vervolgstudies waren onder meer gericht op de optimalisatie van booggeboorten en de aanlandingen. Door toepassing van dezelfde hellingshoek van wijkende lijnen en vlakken in alle samenstellende delen ontstond geleidelijk eenheid in vormgeving. Niet in de laatste plaats werd gekozen voor een brug met enkelvoudige boog om het comfort van de gebruikers te vergroten. Door de plaatsing van de constructieve delen in de hartlijn van de brug hebben fietsers en voetgangers weids uitzicht op de omgeving. Het 9,50 m brede brugdek is volledig vlak en functioneel ingedeeld met in kleur contrasterende banen, afgewerkt met een epoxy-coating. Fietsers passeren de boog aan beide zijden over de 3 m brede fietssuggestiestroken. Daardoor biedt de centrale strook met de kruisende hangers ruimte voor voetgangers, evenals de zones langs de schuin geplaatste balustraden. Luie trappen met fietsgoten bieden fietsers over de jaagpaden de mogelijkheid om de brug aan de zijkanten van de landhoofden te betreden en te verlaten. De detaillering geeft geabstraheerde verwijzingen naar de scheepvaart. Storende elementen als kabels

en bevestigingsmiddelen zijn zoveel mogelijk vermeden of geïntegreerd. Zo zijn bijvoorbeeld de verlichtingsarmaturen verzonken in de onderzijde van de boog.

PROJECTGEGEVENS

Fiets*Voetbrug, Tessenderlo (B) - 2020	
Opdrachtgever	De Vlaamse Waterweg NV
Vormgever	ZJA
Landschapsonwerp	THV Cluster Landscape Architects - Robbert de Koning
Constructief ontwerp	Arcadis en Sweco
Aannemer	THV Artes Roegiers-Victor Buyck
Staalconstructie	Victor Buyck

TOT SLOT

Het ontwerpen van fiets*voetbruggen is als een proeftuin voor de ontwikkeling van vernieuwende architectuur en energiezuinige concepten. Tal van risico's wegen lichter dan bij zwaardere verkeersbruggen. Innovatie stuit echter vaak op weerstand. Begrippen als duurzaamheid en circulariteit worden met de beste intenties geformuleerd en bediscussieerd, maar in de praktijk is breed maatschappelijk draagvlak nodig voor een vroegtijdige verankering in ontwerp-processen.

Vanuit de opdrachtgever gezien is enige voorzichtigheid voorstelbaar. Bij hergebruik van materialen is in de ontwerp-fase niet altijd een duidelijk beeld van de materialen die in

de uitvoering daadwerkelijk worden toegepast. Dit geldt ook voor de architecten. Gemiddeld genomen heeft de aannemer het beste zicht op beschikbare materialen en marktprijzen. Dergelijke aspecten speelden een rol in de beoordelingsrondes van de Weerwaterbrug, die uitmondde in de keuze voor een te recycleren betonbrug, in plaats van een gerecyclede brug van staal en hout. Het ontwerp van ZJA is weliswaar niet uitgevoerd, maar het concept blijft levensvatbaar. Het proefondervindelijk materiaalonderzoek van ZJA en het verkennen van bouwmethoden met hergebruik gaan onverminderd door. Eerder vond dit neerslag in de Botterbrug in Harderwijk.

Tegelijkertijd zijn technologische ontwikkelingen bevorderlijk voor vernieuwing en innovatie. Over fietsbruggen wordt veel gediscussieerd vanwege de introductie van nieuwe typen fietsen. Hogere snelheden hebben vooralsnog nog geen grote gevolgen voor aanlandingen en hellingen, maar wel voor bochtstralen en scheidingen met het voetgangersverkeer.

Architectenbureau ZJA laat met de verschillende ontwerpen zien dat onderzoek kan bijdragen aan de vernieuwing van de architectuur van fietsbruggen en dat duurzaamheid en circulariteit onderdeel zijn van die verkenning. Het zijn geen sausjes bij de hoofdschotel, maar fundamentele en integrale aspecten van het ontwerpproces.



8b Invaren Tessenderlo op Albertkanaal
© Vlaamse Waterweg


BRUGGEN VAN DE TOEKOMST

WELKE UITDAGINGEN KUNNEN WE VERWACHTEN?

Jean-Yves Del Forno |
afdeling infrastructuur Bureau Greisch



1 René Greisch

A wide-angle photograph of a modern pedestrian bridge over a river. The bridge has a concrete deck and metal railings. Several people are walking across the bridge, away from the camera. The background shows a clear blue sky and a town with buildings and trees in the distance.

In de negentiger jaren werkte ik bij het ingenieursbureau van René Greisch, een beroemd ingenieur die een bureau had opgericht dat nog steeds zijn naam draagt. En eind 1997, omdat op mijn CV stond dat ik Nederlands had geleerd, nam hij mij mee naar Jo Coenen in Maastricht. Die had hem gevraagd een voetgangersbrug over de Maas te ontwerpen. Ik begreep er tijdens die bespreking helemaal niets van!

Maar het zij zo. In de weken die volgden, hebben wij, of liever heeft René, de brug ontworpen en berekend en het project aan de gemeente Maastricht gepresenteerd. Om budgettaire redenen werd het project vertraagd en René Greisch overleed twee jaren later, in juli 2000. Zo bleef ik alleen achter met de stad Maastricht als opdrachtgever en de aannemers. Allemaal in het Nederlands. Een echte uitdaging, maar 'De Hoge brug' werd op 16 december 2003 geopend.

Vandaag is mij gevraagd u iets te vertellen over mijn visie op de bruggen van de toekomst. Het wordt mijn visie, zoals wij die in bureau Greisch hebben ontwikkeld. Maar zeker geen absolute visie, wij hebben niet de pretentie deze te hebben.

Deze visie kan alleen worden verankerd in de analyse van het verleden. Onze voorouders waren verre van dwaas en hen negeren zou ons zelf dwaas maken. Sinds mensenheugenis moeten mensen hindernissen oversteken, vooral rivieren, om de hulpbronnen te verkrijgen die zij nodig hebben om te overleven.

Ver van onze ingenieursoverwegingen wist de mens al, dat om een kleine kloof te overbruggen, het voldoende was om één of meer boomstammen neer te leggen met daarop een paar platte stenen.

En toen de hindernis groter werd, kon door het gebruik van gevlochten lianen, het bereik worden vergroot.

Tenslotte, ook al zijn er sporen van gewelven te vinden die dateren uit de 13e eeuw v. Chr., het was in de Romeinse periode dat de bouw van boogbruggen tot ontwikkeling kwam.

Zonder zich daarvan bewust te zijn, heeft de mens sinds de oudheid gebruik gemaakt van de drie basisvormen van de toegepaste mechanica: de balk, de ketting en de boog. Bijna 2000 jaar lang is het ontwerp van bruggen niet wezenlijk veranderd.

In de loop van de 18e eeuw hebben een aantal ingenieurs en wetenschappers geleidelijk de sterkte van materialen omschreven. Bijvoorbeeld de wet van Hooke, die het lineair-elastische gedrag van een stalen staaf beschrijft, of de kritische belasting van Euler, die de belasting bepaalt waarboven een kolom uitknikt (zie fig. 3, blz 14). De verzameling van deze theorieën vormt de basis van de eigenschappen van materialen. Parallel met deze theoretische ontwikkelingen verschenen in Engeland de eerste ijzeren en stalen constructies.



← ↑ 2 Hoge Brug, Maastricht

Sinds
mensenheugenis
moeten mensen
hindernissen
oversteken,
vooral rivieren

Bruggen over water hebben altijd een meer nobel karakter gehad

Pure buiging

Balk



3 basisbegrippen
construeren

Pure tension

Ketting



Pure compression

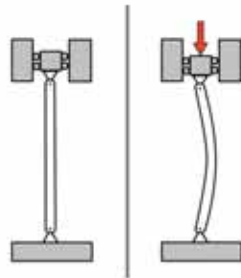
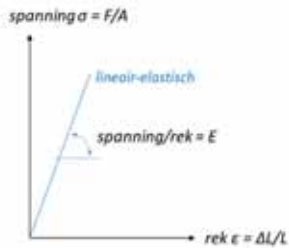
Boog



De eerste was de IJzeren Brug over de Severn in Engeland, die vijf gietijzeren bogen met een overspanning van 30 meter bevatte. Puddelijzer - een type gietijzer waaruit het koolstof uit het ijzer is verwijderd - wordt gebruikt vanwege zijn grotere ductiliteit, bijvoorbeeld in de door Eiffel gebouwde Garabit-brug over de rivier de Truyère in Frankrijk. Staal werd in het midden van de 19e eeuw uitgevonden en de industriële processen om het te produceren ontwikkelden zich snel. In die tijd werden veel stalen bruggen gebouwd, zoals de Alexander III-brug in Parijs. Deze structuur is zeer elegant door zijn slanke vorm. Of nog de brug over de Forth in Schotland, die voor zijn tijd een opmerkelijke overspanning heeft van 521 m!

Wet van Hooke

Eulerknik



Gewapend beton verscheen ongeveer in dezelfde periode, naar aanleiding van een octrooi dat werd aangevraagd door Hennebique, die één van de eerste bruggen van gewapend beton bouwde, die vandaag trouwens nog steeds in gebruik is.

In de eerste helft van de 20e eeuw werden talrijke bogen van gewapend beton gebouwd, met name door de Franse ingenieur Eugène Freyssinet.



4 Pont Alexandre III, Parijs



5 Primeur gewapend betonnen brug, 1905 bij een expositie in Luik

Voorgespannen beton deed zijn intrede net na de Tweede Wereldoorlog. Het proces bleek revolutionair te zijn. Als de trekspanningen in het beton door de voorspanning verdwenen waren, kon ook veel van de wapening verdwijnen. De begrippen buigzaamheid en robuustheid die in de huidige codes worden gehanteerd, bestonden in die tijd nog niet. In diezelfde tijd begonnen de Verenigde Staten hangbruggen te bouwen. De meest symbolische is de Golden Gate Bridge in San Francisco, die al een hoofdoverspanning van 1280 m heeft. In al deze constructies is het dek geheel van staal, in de vorm van een vakwerk, en de rijplaat is een orthotrope plaatvloer, bestaande uit een plaat en trogvormige verstijvingen. De Europeanen sloten zich iets later bij deze ontwikkeling aan, maar met een andere dwarsdoorsnede: een doosvormige doorsnede, ontworpen om het een aerodynamisch profiel te geven met een optimale stabiliteit. Het laatste bouwwerk van dit type is onlangs in Turkije ingehuldigd, de '1915 Çannakale-brug', waarvan de overspanning van 2023 m 's-werelds langste is.

Een ander type brug is de tuibrug. Drie van de eerste bruggen van dit type werden in Düsseldorf gebouwd. De eerste generatie tuibruggen werd gekenmerkt door dikke (en dus stijve) dekken en een klein aantal tuien. De komst van computers in de jaren zestig maakte het mogelijk steeds complexere bruggen te berekenen, met inbegrip van de tuibruggen, of deze nu van staal of beton zijn.



7 minder geslaagd voorbeeld van een balkliggerbrug

In onze landen, althans in België, is in de jaren zestig en zeventig een groot aantal autosnelwegen aangelegd. De bruggen die nodig waren om de onderbroken verbindingen te herstellen, werden in een razend tempo gebouwd. Ze waren in de eerste plaats functioneel en ontworpen voor efficiëntie. We hebben veel gelijksoortige bruggen gezien, waarvan de eerste ter plaatse werden gestort, met variabele of met constante hoogte. Vervolgens gemaakt van gestandaardiseerde geprefabriceerde balken, zonder dat dit altijd tot zeer succesvolle resultaten heeft geleid (fig. 7).

Bruggen over water hebben altijd een meer nobel karakter gehad. De voorbije veertig jaar hebben wij het geluk gehad een groot aantal bruggen in en rond de Maas te mogen ontwerpen. Bij dit ontwerp hebben wij steeds getracht bepaalde eenvoudige principes in acht te nemen, die vandaag nog steeds gelden en dat ook in de toekomst zullen blijven doen.

- **EEN BRUG VOORZIET MEESTAL IN EEN BASISBEHOEFTE.** Of het nu gaat om een weg, een spoorweg, voetgangers of fietsers, of zelfs een waterweg, een brug maakt het mogelijk een communicatiekanaal over een obstakel, natuurlijk of kunstmatig, te leiden. Het is in deze basisbehoefte, waaraan allereerst en met voorrang moet worden voorzien.
- **EEN BRUG HEEFT MASSA.** De fundamentele beginselen van de statica kunnen bij het construeren niet worden verwaarloosd.
- **EEN BRUG IS DUUR.** Zoals bij elke constructie zijn er twee componenten in de prijs: materiaal en arbeid. De kunst van de ontwerper is het juiste evenwicht te vinden tussen de hoeveelheid materiaal en de hoeveelheid arbeid die nodig zal zijn om het te bouwen.
- **EEN BRUG GAAT LANG MEE.** Het eerste gevolg hiervan is dat het ontwerp niet modieus mag zijn. Het ontwerp moet tijdloos zijn. Het tweede, en even belangrijke gevolg is dat de materialen waarvan het wordt gemaakt, van hoge kwaliteit moeten zijn en zorgvuldig moeten worden toegepast. De constructiedetails moeten duidelijk en robuust zijn.
- **EEN BRUG MOET STABIEL ZIJN** in al zijn configuraties. Tijdens het gebruik natuurlijk, maar ook tijdens alle bouwfasen. Voor de bouw ervan moet gebruik worden gemaakt van realistische middelen, waarvan het belang op de schaal van het bouwwerk moet worden afgestemd.
- **EEN BRUG VEROUDERT.** Naast het principe van duurzaam bouwen moet die dus ook bezocht, onderhouden en gerepareerd kunnen worden.



6 '1915 Çannakale-brug' over de Bosporus



8 Spiraalfietsbrug in Leuven

Het is moeilijk om deze beginselen afzonderlijk te illustreren. Dit is de reden voor de term 'Integraal ontwerp', die hier in Nederland welbekend is. Toch zal ik trachten ze te illustreren aan de hand van voorbeelden, of die zich nu in België of elders bevinden.

- 1 Laten we beginnen met de basisbehoefte: een hindernis oversteken om van punt A naar punt B te komen. In de buurt van het station van Leuven moest een project worden gebouwd om fietsers in staat te stellen deze trap over te steken, uiteraard zonder te moeten afstappen. En de trap moest tegelijk bruikbaar blijven voor voetgangers. De studie moest beginnen met het onderzoeken van de behoeften op het gebied van verkeer, in dit geval fietsers. Het resultaat is beschreven in het decembernummer 2020 van *BRUGGEN*.

Een andere voetgangersbrug illustreert dit zelfde beginsel: een project dat helaas niet zal worden uitgevoerd omdat het aan een ander bureau is gegund.

Het 'Ile du Ramier' in Toulouse moet toegankelijk worden gemaakt voor fietsers en voetgangers. Bij het oversteken van de Garonne moet het doorstroomprofiel in acht worden genomen, wegens het risico op overstroming.

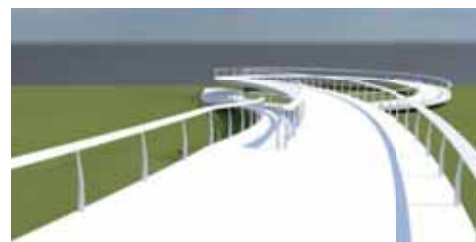
Maar de hellingen die voor dit soort verkeer worden opgelegd, laten een rechtlijnige oversteek niet toe. Alvorens zich de structuur voor te stellen, moet het 'lint' worden getekend, het oppervlak waarop de gebruikers zich zullen bewegen. Hier zorgen de bochten voor een vlotte, aangename en speelse doorstroming van het verkeer. Pas dan kunnen we het structurele antwoord op de functie geven., een structureel antwoord dat ook intrinsiek architecturaal is.

- 2 Laten we ons nu wenden tot de beginselen van statica. Het zal u duidelijk wezen: een brug moet in evenwicht zijn. Het verbaast mij dan ook soms te zien hoe

sommige architecten of zelfs ingenieurs volharden in het bouwen van piramiden op hun kop.

Als men deze twee bruggen vergelijkt, hoeft men geen genie te zijn om te beseffen dat het materiaal dat wordt verbruikt om het eenvoudig structureel evenwicht te garanderen, voor beide projecten niet te vergelijken is. Een zuivere boog- of paraboolvorm (fig. 10) boven, en een meer complexe vorm onder. Hierbij moet worden opgemerkt dat er gestreefd is naar een grotere geschiktheid bij de verdeling van de krachten, aangezien het vasthouden van de hangers plaatsvindt in de zone van de boog die effectief gebogen is. Aan de hand van dit voorbeeld wil ik aantonen dat de computers ons tegenwoordig in staat stellen alles te berekenen en ons de illusie geven van een grotere vrijheid bij het ontwerpen van structuren en met name van bruggen. Maar de technische en economische realiteiten, die achter een schijnbare sensualiteit schuilgaat, kan vrij complex blijken om te beheersen.

- 3 De manier waarop de brug is ontworpen heeft een directe invloed op de kosten ervan, en in dit verband hebben we gezien dat er drie categorieën bruggen zijn. Ten eerste zijn er, die een natuurlijke schoonheid hebben. Goed geïntegreerd in



9 ontwerp voetbrug 'Ile du Ramier' in Toulouse



← ↑ 10 vergelijk
materiaalgebruik

hun omgeving, hebben zij over het algemeen een vorm die overeenstemt met hun structureel gedrag. Hun intrinsieke kwaliteit vereist geen toevoeging van enig overbodig element. Dan zijn er, die niet onopgemerkt willen blijven. Zij nemen een bijzondere plaats in, vaak in een stad, en de ontwerpers willen er een kleine decoratieve toets aan geven, in de kleur, of door het toevoegen van symbolische elementen die verband kunnen houden met hun geschiedenis. En tenslotte zijn er, die worden gebruikt als pronkstuk, als standaard, als uiterlijk teken van rijkdom. Deze krijgen een architectuur die de wetten van het rationalisme tart ten gunste van onbeperkte extravagantie.

Wat moeten we ervan denken? Dat iedereen het recht heeft op zijn eigen mening over de zaak. Zoals ik al zei, we hebben een visie, die geenszins universeel is. Het enige wat ik hier wil aantonen is de invloed van onze keuzes op de kosten, en daarachter ook op de gevolgen voor het milieu. Als we wat ik 'het rationele gebruik van materialen ten dienste van een zorgvuldige architectuur' noem, nader willen overdenken, laten we dan het geval nemen van het Viaduct van Millau (fig. 11) in Frankrijk. Dit viaduct is voornamelijk ontworpen door de Engelse architect Sir Norman Foster en de Franse ingenieur Michel Virlogeux.

Ondanks de immense reputatie van de architect, is zijn ingreep in een van 's-werelds meest prestigieuze viaducten bijna onmerkbaar. Het is vooral te zien in de finesse van zijn onderdelen, niet in de extravagantie van een overdadig architectonisch gebaar. Het algemene ontwerp van deze structuur is duidelijk het resultaat van een serieus werk van de ingenieur.

Bij voorbeeld, de A-vorm van de pylonen die de tuien en het dek ondersteunen, beantwoordt aan de noodzaak om de multi tuienstructuur in te bedden, in pijlers die voldoende stijf zijn om die doeltreffend te maken bij niet uniforme belastingen. En de V-vorm van de pijlers zorgt ervoor dat ze flexibel genoeg zijn om de uitzettingsvervormingen te weerstaan die het dek ondergaat onder invloed van extreme temperatuurschommelingen.

- 4 Als er één gebied is waar duurzaamheid belangrijk is, dan is het wel bij bruggen. Een brug wordt gebouwd om minstens 100 jaar mee te gaan. Hoe kan deze levensduur worden gegarandeerd als niet wordt gewerkt met duurzame materialen? Overall duiken nieuwe betonformules op, op basis van gerecycleerde toeslagmaterialen, hout, synthetische materialen zonder cement op basis van vlas, die getuigen van- en een goed voorteken zijn voor de groeiende bekommernis om de circulaire economie op de bouw. Het lijdt geen twijfel, dat er in de komende jaren en decennia, nieuwe materialen zullen ontstaan als gevolg van het toenemende onderzoek. Maar vandaag blijft, voor grote structuren, het gebruik van beton en staal een noodzaak. Om ze duurzaam te maken, moet voor hun intrinsieke kwaliteiten worden gezorgd.

Dit aquaduct (fig. 12, blz 19) is volledig gemaakt van voorgespannen beton, is 500 m lang en ondersteunt een 34 m breed en 4,50 m diep kanaal. De intrinsieke waterdichtheid wordt gegeven door het gebruik van wat we tegenwoordig 'normaal beton' zouden noemen, een C40/50.





Dit wordt bijkomend gegarandeerd door voorspanning in alle drie richtingen: in lengterichting, maar ook dwars en verticaal. Dit garandeert een minimale drukspanning van $0,5 \text{ N/mm}^2$ in alle richtingen en in alle doorsneden onder water. Deze voorspanning is van het type 'voorspannen met nagerekt staal zonder aanhechting' en kan zo nodig worden vervangen.

Daarenboven wordt dit mogelijk gemaakt door de gebruikte bouwmethode, ik bedoel de lanceermethode (schuiven in de overspanningsrichting). Deze techniek maakte het mogelijk gebruik te maken van een vast bekistings- en wapeningssysteem en een rigoureuze bouwprocedure met een gering aantal voegen.

Ten slotte zal het gebruik van hoogwaardige materialen, zoals roestvaststaal, en een zorgvuldige afwerking een lange levensduur van het werk garanderen. Ik zou hier willen benadrukken dat het welslagen van dergelijke werken weliswaar afhangt van de bijzondere zorg die aan de uitvoering ervan wordt besteed, maar dat het ook de taak van de opdrachtgevers is om zichzelf de middelen en budgetten te verschaffen voor adequate studies. Wij zijn regelmatig, en nog onlangs, geconfronteerd met aanbestedingen waarbij de prijs van de studies een doorslaggevend criterium was voor de gunning van de opdracht. Dit gaat ten koste van de creativiteit en de kwaliteit in

de ruimste zin. Het is belangrijk dat alle klanten zich ervan bewust zijn dat een studie een dienst is die wordt verleend en niet een product dat wordt verkocht. Laten we hier waakzaam over zijn. Het bouwen van een uitzonderlijke brug is vaak een technische uitdaging. Als het ontwerp van essentieel belang is, kan het bepalen van de manier waarop het zal worden gebouwd even belangrijk zijn, en zelfs het ontwerp ter discussie stellen. Het viaduct van Millau (fig. 11), dat een paar wereldrecords brak, kon pas worden gebouwd na een indrukwekkend aantal uren studie.

Van de 80.000 bestede uren was meer dan 80% gewijd aan de analyse van alle fasen van de lancering en de tussenstops tussen de lanceringen!

- 5** Het laatste beginsel is inspectie en onderhoud. Ondanks alle zorg die aan het ontwerp en de constructie kan worden besteed, vergt een brug toch enig onderhoud. Een eenvoudig en zorgvuldig ontwerp vergt minder onderhoud dan ingewikkelde details. Hebben we liever een plaat die om de 4 m door stalen dwarsdraggers wordt ondersteund, of een plaat die over de hoofdstructuur heen uitkraagt? De eerste is veel minder duur om te bouwen, maar hoe zit het met onderhoud en opnieuw schilderen?

- 6** En tenslotte mogen we de toegangen, de noodvoorzieningen en de verlichting niet vergeten, die latere inspecties en eventuele versterkingen of reparaties mogelijk maken. Zo zal het viaduct van Vilvoorde op de Brusselse ring volledig worden vernieuwd om vier rijstroken in elke rijrichting mogelijk te maken en ten volle rekening te houden met de vermoeiingsproblemen die zich voordoen bij een aantal stalen constructies met orthotrope plaatvloeren.

Wat moeten we hieruit concluderen? De constructies van de toekomst zitten vandaag in de digitale modellen en morgen op de bouwplaatsen. De technologieën die bij de bouw van constructies worden gebruikt, evolueren langzaam. Zij moeten zichzelf bewijzen omdat zij niet de minste mislukking kunnen verdragen.

Op het gebied van voetgangersbruggen is grote vooruitgang geboekt in de fijnheid van constructies, met name met de komst van afgestemde, dynamische dempers waarmee de meeste dynamische effecten kunnen worden opgelost.

Verkeersbruggen, en zeker spoorbruggen, mogen niet aan modeverschijnselen onderhevig zijn, zij moeten de zes principes blijven respecteren, die de essentie vormen van hun levensduur.





CIRCULAIRE HOUT-BETONBRUG IN GEBRUIK

Ronald Rozemeijer | ipv Delft

Steven Jansen | Knipscheer Infrastructuur

Op het Zwolse bedrijventerrein Hessenpoort is de eerste innovatieve hout-betonbrug in gebruik genomen. Bijzonder aan de ontwikkelde standaard circulaire brug is vooral de vernieuwende combinatie van hout en beton.

Hier lichten we het principe toe.



De brugconstructie van de circulaire hout-betonbrug bestaat uit houten liggers, met daarop een dun, in het werk gestort betonnen dek. Constructief werken beide materialen samen, waardoor het dek relatief slank kan zijn en het materiaalgebruik beperkt blijft. Het ontwerp combineert bovendien de voordelen van beton (onderhoudsarm, lange levensduur) met die van hout (duurzaam).

HERGEBRUIK

Knipscheer Infrastructuur en ipv Delft ontwikkelden de hout-betonbrug vanuit de gedachte een duurzame en, waar mogelijk, circulaire brug te ontwerpen. Dit blijkt onder meer uit de materiaalkeuze. Zo zijn de liggers van de brug in Zwolle van Europees Larijshout, een bijzonder duurzame houtsoort en bestaat het beton van de landhoofden voor 30% uit gerecycled materiaal. Het eenvoudige hekwerk is van roestvaststaal, dat geen

coating of onderhoud behoeft, en heeft een houten handregel van verduurzaamd Accoya. De horizontale hekwerkvulling is uitgevoerd met standaard rvs-buisprofielen. Niet alleen handig wanneer één van de elementen vervangen moet worden, maar maakt ook hergebruik toegankelijk. Ook de stalen buispalen van de fundering (steunpunt en landhoofden) kunnen later opnieuw worden gebruikt.

AFWERKING

De detaillering en afwerking is eveneens volledig afgestemd op duurzaamheid. Door het betonnen dek vlak na de stort te bezemen, ontstaat een voldoende ruw oppervlak en is er geen slijtlaag nodig. De houten liggers zijn zodanig opgelegd, dat het hout voldoende kan ademen en doordat het betonnen dek een stuk uitsteekt ten opzichte van de houten liggers, blijven deze droog en gaan ze aanzienlijk langer mee.

Omdat duurzaamheid draait om verstandig omgaan met mens en natuur, is bij de realisatie van de 15 m lange fietsbrug aan de Steinfurtstraat in Zwolle ook aan de dieren gedacht. Op beide oevers bevindt zich onder de brug een bescheiden faunapassage die bestaat uit 'halfverharding'. De fietsbrug sluit aan op een nieuw fietspad, dat demontabel en circulair is ontworpen en voor 80% uit hergebruikt materiaal bestaat.

Bekijk ook de video over de circulaire hout-betonbrug:

<https://vimeo.com/698119969>

Omdat
duurzaamheid
draait om verstandig
omgaan met mens
en natuur is bij de
realisatie van de
15 m lange fietsbrug
ook aan de dieren
gedacht

'1915 ÇANAKKALEBRUG' GEOPEND



De brug over de Zee van Marmara betekent dat de reistijd over de Straat van Çanakkale van vijf uur is teruggebracht tot slechts enkele minuten.

De '1915 Çanakkalebrug' over de Bosporus heeft een overspanning van 2.023 m. Het is hiermee de nieuwe houder van een overspanningsrecord dat sinds 1998 in handen was van de Japanse Akashi Kaikyobrug met een lengte van 1.991 m.



De nieuwe brug zou ook de hoogste hangbrug ter wereld zijn, met een piek van 334 meter. De lengte van de hoofdoverspanning symboliseert de 100ste verjaardag van de Republiek Turkije, terwijl de torenhoogte van 318 m boven de zeespiegel de overwinning in de zeeslag van Çanakkale symboliseert op 18 maart 1915, een belangrijke dag in de onafhankelijkheidsstrijd van de Turkse natie.

De totale lengte van de brug is 4.608 m, inclusief zijoverspanningen van elk 770 m en aanbruggen van 365 m en 680 m.

De General Directorate of Highways (KGM) van het Turkse Ministerie van Transport & Infrastructuur is de opdrachtgever van het publiek-private samenwerkingsprogramma. Cowi ontwierp de brug. Het onafhankelijke ontwerptoezicht is uitgevoerd door Arup en AAS-Jakobsen.

De bouw duurde vier jaar en de totale investeringskosten bedragen ongeveer \$ 2,8 miljard.

Er is gekozen voor een orthotrope stalen plaatvloer met dubbele kokerprofielen vanwege de hoge windbelasting.

De pijlerfunderingen staan op de zeebodem op -45m aan de Aziatische kust en op -37m aan de Europese kust. Als onderdeel van de grondverbeteringswerken zijn 165 stalen palen met een diameter van 2,5 m geheid voor de fundering van de Aziatische pijler en 203 palen voor de fundering van de Europese pijler.

De brug over de Zee van Marmara betekent dat de reistijd over de Straat van Çanakkale van vijf uur is teruggebracht tot slechts enkele minuten.



MET PENSIOEN, MAAR TOCH NOG LANG NIET UITGEBLUST?

De Nederlandse Bruggenstichting zoekt vrijwilligers. **Onze missie: een onafhankelijk kenniscentrum te zijn, dat zich richt op het vastleggen en uitdragen van kennis over bruggen.**

Kortom: een stichting die zich bezighoudt met 'van alles en nog wat' op het gebied van bruggen. Intermediair, initiator, facilitator van kennis en kennisoverdracht. Niet alleen over hetgeen er was en is, maar ook naar de toekomst.

Een stichting ook, die momenteel in het maatschappelijk middelpunt staat als het gaat om initiatieven rondom maatschappelijk verantwoord beheer van bruggen. Dit in samenwerking met onder andere Rijkswaterstaat, de gemeenten Amsterdam en Rotterdam, de stichtingen WOW en CROW.

Wij zoeken daarom vrijwilligers, die zich bezig willen houden met onder andere de volgende activiteiten:

- Het opzetten van diverse digitaliseringsprojecten.
- Het onderhouden en uitbreiden van de Nationale Bruggenbank (www.nationalebruggenbank.nl).
- Het onderhouden en uitbreiden van de Bruggendatabase (bruggendatabase.nl).
- Kennisoverdracht in de vorm van gastcolleges (voor zowel basis, voortgezet, middelbaar en hoger en wellicht universitair onderwijs).
- Het redactioneel begeleiden van het blad Bruggen alsmede ook het schrijven van artikelen met een technisch en maatschappelijk relevante inhoud.
- Het organiseren van diverse netwerkbijeenkomsten, waaronder de Bruggendag en het symposium Fiets*Voetbruggen.
- Het vervullen van een synergetische rol binnen het Platform Bruggen (www.platformbruggen.nl).
- Al hetgeen aan activiteiten, wat nog kan, moet, gaat ontwikkeld worden binnen de stichting Dit kan zowel bij je thuis zijn of bij ons op ons kantoor.

Wil jij daar op enigerlei wijze deel van uitmaken? En daarmee het uitbreiden van je sociale contacten mogelijk maken, kennis delen en iets betekenen voor de maatschappij? Je bent van harte welkom!

Wil je meer weten over de Nederlandse Bruggenstichting? Kijk dan op onze site:

<https://www.bruggenstichting.nl/>.

Als je geïnteresseerd bent, maar je hebt nog vragen of opmerkingen, of je wilt je direct aanmelden, dan kan dit bij onze bureaussecretaris op het **e-mailadres: info@bruggenstichting.nl**.

Wij zijn gevestigd in het kantoor van Rijkswaterstaat, vestiging Rijswijk.

Wanneer je je wilt aanmelden wordt het meesturen van een beknopt résumé van je werkzame carrière (en eventuele activiteiten daarna) op prijs gesteld. De AVG wordt bij ons nadrukkelijk nageleefd.



experts at play



WIE ZIJN WE?

SBE is een advies- en ingenieursbureau actief in ontwerp van infrastructuur. Dit omvat projecten zoals bruggen in Zuidasdok en Afsluitdijk, de Beatrixsluis en kademuren in de Rotterdamse haven. We zijn een **familiebedrijf** met een platte en wendbare organisatiestructuur. Zo geven we elke collega de kans om mee te bouwen aan onze groei.

ONZE FOCUS

- + infrastructuur & mobiliteit
- + waterbouwkunde
- + architectuur & landschap
- + industrie & gebouwen
- + elektromechanica

WORD JIJ OOK EXPERT AT PLAY?

Stuur je CV naar:
recruitment@sbe-engineering.nl

VOLG #TEAMSBE

- sbe-engineering.com
- SBE nv
- SBE nv
- team.sbe
- Rotterdam Centraal, Groothandelsgebouw

Raad van Advies Bruggenstichting





VIER 3D-BETONGEPRINTE FIETSBRUGGEN LANGS DE N243

Bron: BAM Infra

Onderdeel van het project 'N243 Herinrichting in de provincie Noord-Holland' is de realisatie van vier 3D-betongepriete fietsbruggen. Doel is de smalle N243 met veel verkeer en een aantal drukke kruisingen voor fietsers veiliger te maken. Na drie jaar ontwerpen, testen en een vergunningsaanvraag, startte in juli 2021 het 3D-betonprinten. De eerste onderdelen van de fietsbruggen zijn eind februari 2022 op de voorbouwlocatie afgeleverd.

We moeten duurzamer bouwen.
Samenwerken is hierbij essentieel.



De vier bruggen komen over de Jispersloot, Vrouwensloot, Beemsterringvaart en de Voordijksloot langs de Schermerhornerweg. De vier 3D-betongeprinte fietsbruggen zijn ontworpen met een parametrisch model. Voordeel van dit model is, dat het eenvoudig is aan te passen, zodat er unieke ontwerpen ontstaan die direct weer te printen zijn. Iedere brug bestaat uit zeven losse onderdelen, geprint in de printfabriek van Weber Beamix.

Eind februari zijn de brugonderdelen van de printfabriek naar de voorbouwlocatie getransporteerd. Daar is gestart met de voormontage van de brugonderdelen, waarna de bruggen op hun definitieve locaties worden geplaatst. Naar verwachting kunnen fietsers vanaf begin juli 2022 over de bruggen fietsen.

MEEST DUURZAME FIETSBRUG

Met een levenscyclusanalyse is een vergelijking gemaakt tussen een traditionele betonnen fietsbrug, die ter plaatse wordt gestort, een fietsbrug met betonnen geprefabriceerde prefab-liggers en de 3D-betongeprinte fietsbrug. Uit de vergelijking bleek de 3D-betongeprinte fietsbrug de meest duurzame te zijn. Dit komt onder andere door het lage eigen gewicht van de brug doordat er minder materiaal is gebruikt door de geprinte holle constructie en door de beperkte hoeveelheid wapeningsstaal. Minder materiaal betekent ook minder CO₂-uitstoot. Tijdens het bouwproces wordt bovendien minder afval geproduceerd, bijvoorbeeld omdat er geen bekisting nodig is voor het beton. Ook zijn er minder werkzaamheden en stappen op de bouwplaats nodig.

Henk Post, directeur Civiel bij BAM Infra Regionaal: “We moeten duurzamer bouwen. Samenwerken is hierbij essentieel. Als we over tien jaar terugblikken dan zullen we zien dat dit soort creatieve en innovatie oplossingen en samenwerkingsverbanden, het startpunt zijn geweest om duurzaam te bouwen.”





NEDERLANDSE BRUGGENSTICHTING

BRUGGEN

WWW.BRUGGENSTICHTING.NL