

LEZING 1

NIEUWE ONTWIKKELINGEN

IR. J.H. (JACO) REUSINK, SENIOR ADVISEUR KUNSTWERKEN,
GEMEENTE ROTTERDAM

Bij beweegbare bruggen is sprake van een veelheid aan nieuwe ontwikkelingen. Terugtrekkende overheid en DB(M) contracten resulteren in nieuwe marktverhoudingen. Ontwerpprijsvragen resulteren in geheel nieuwe verschijningsvormen en de toepassing van innovatieve materialen, aandrijvingen en installaties resulteren in nieuwe uitdagingen en valkuilen. Dit alles speelt zich af binnen het strakke keurslijf van normen, richtlijnen arbeidsmiddelen richtlijn en machinerichtlijn en veiligheidsstandaarden als PL en SIL en een groeiende markt voor innovatieve instandhouding. Dit artikel geeft enkele praktijkervaringen vanuit het recente verleden.

Nederland is bij uitstek een land waarbij wegverkeer en scheepvaartverkeer elkaar verdringen. Tijdens mijn college beweegbare bruggen in Delft bleken Chinese studenten zichtbaar problemen te hebben met dit brugtype. In China is de gangbare oplossing voor hoge scheepvaart een nog hogere vaste brug of een tunnel.

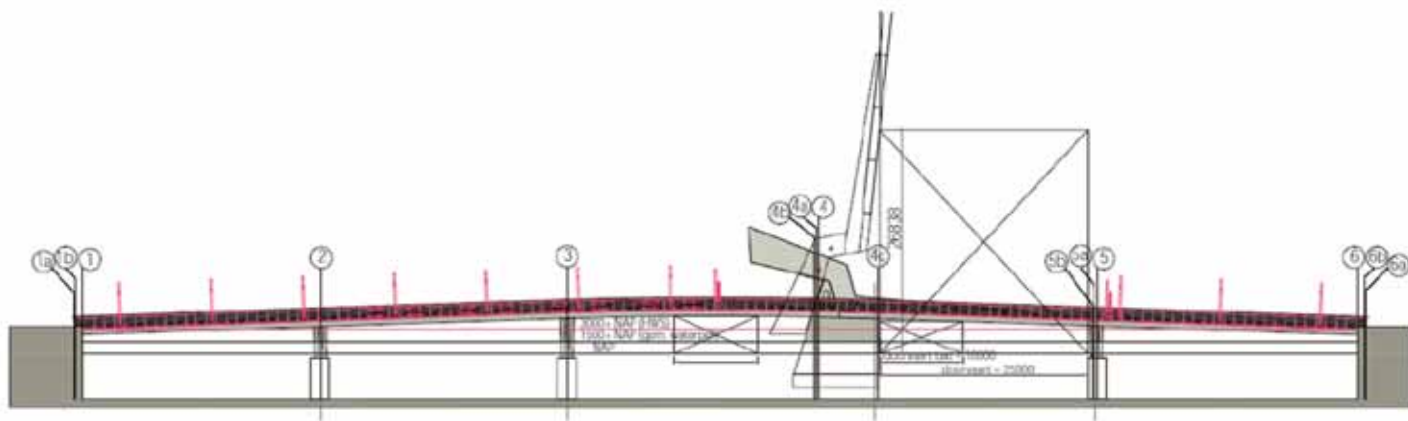
Nederland beschikt, door onze historische stedelijke havens over uitgebreide technische regelgeving voor (beweegbare-) bruggen. In het verleden werden beweegbare bruggen industrieel als machine ontworpen. Het ontwerp van beweegbare bruggen lag bij enkele overheidsbureaus. Beweegbare bruggen binnen een tijdgeneratie vertoonden grote overeenkomsten doordat standaard oplossingsmethoden met ervaringen uit de praktijk werden toegepast. Sinds enkele decennia doen zich belangrijke nieuwe ontwikkelingen voor bij de realisatie van beweegbare bruggen. Deze ontwikkelingen betreffen vooral de nieuwe systeemgerichte contractvormen waarbij een nadrukkelijker rol voor vormgeving, onderhoud en productinnovatie is weggelegd. De rol van de terugtrekkende overheid beperkt zich vaker tot een procesmatige, namelijk die van eishouder en toetsers. Dit maakt dat meer behoefte is aan een eenduidig toetskader door strakke regelgeving en normering. Immers daar waar technische regels in het verleden ondersteunend waren bij het ontwerpproces worden tegenwoordig eerder de mazen in de regelgeving gezocht en gebruikt ter verkrijging van aanbestedingsvoordeel bij inschrijving. Dit vraagt bijzondere aandacht bij het opstellen van de vraagspecificatie en het toepassing verklaren van specifieke op het project toegespitste regelgeving. Een referentieontwerp kan ondersteunend werken zowel om de haalbaarheid van de opgave te ondersteunen en visualiseren bij stakeholders, als om de beoogde ambitie te concretiseren.

PRIJSVRAGEN BIJ BEWEEGBARE BRUGGEN RIJNHAVENBRUG

Voor de Rijnhavenbrug in Rotterdam is in 2009 een architectenprijsvraag georganiseerd. De kaders zijn vastgelegd in een van een stedenbouwkundig- en een technisch-functioneel Programma van Eisen Naast een jury is tevens participerende inbreng gegeven aan omwonenden. Bij de uitvraag zijn door de Gemeente

doelbewust naast enkele gerenommeerde bureaus ook jonge creatieve bureaus geselecteerd. Aan de voorkant van het proces is onderkend dat er waarschijnlijk onvoldoende kennis bij architecten aanwezig is voor de vaststelling van technische en financiële haalbaarheid en onderhoudbaarheid van de brug. Om ongewenste verrassingen uit te sluiten is, naast de verplichting zich voor inschrijving te lasten bijstaan door een constructeur tevens aan opdrachtgeverszijde een intake team met technisch specialisten en de beheerder ingesteld. Dit team was betrokken bij de individuele dialoogronde en heeft de ingediende ontwerpen getoetst voor deze aan de jury werden overlegd. Bij de Rijnhavenbrug heeft deze intake selectief gewerkt. Bureau ZUS [Zones Urbaines Sensibles] had een plan ontwikkeld met verbindende commercie op de brug. Dit bleek om meerdere redenen onacceptabel, zoals publieke veiligheid, vastgoedexploitatie en de combinatie van verblijfsruimten en brugaandrijving. Het Amsterdamse bureau SLA (Stedenbouw Landschap en Architectuur) ontwikkelde een bijzonder ontwerp gebaseerd op een schaarbeweging. Ook dit bijzondere plan was voor de beheerder onacceptabel, omdat deze een dubbele doorvaartopening had met de aandrijving in het middendeel. In geval van storing zou het aandrijfwerk alleen per vaartuig bereikbaar zijn. Bij het winnend ontwerp van Quist Wintermans Architecten is lang gesproken over de beschikbare ruimte in de compacte machinekamer. Gekozen is voor een kelder met twee verdiepingen in de draaipuntspijler. Het plaatsen van de aandrijving diep onder de waterlijn in een getijdenrivier is daarbij als specifiek risico onderkend. Het betreft hier echter geen belangrijke scheepvaartroute.

Vervolgens gaf ontwerp van de aanvaarvoorzieningen de nodige hoofdbreken. Zeegaande vaart en getijdenwerking vragen om een groot, zwaar en hoog remmingwerk. Dit zou echter de vormgeving van de brug geheel aan het zicht onttrekken. Door afstempeling op de kelderwand en door een risicobeschoouwing is het remmingwerk sterk in afmetingen teruggebracht. Bij de risicobeschoouwing is de op te nemen bewegingsenergie voor de gegeven situatie verlaagd omdat er weinig zware vaart is en omdat de brug zich in een bocht bevindt waardoor de vaarsnelheid laag zal zijn.



↑ Rijnhavenbrug (QWA architecten)



↑ ↗ Rijnhavenbrug
prijsvraagontwerp Bureau ZUS



Zeegaande vaart en getijdenwerking vragen om een groot, zwaar en hoog remmingwerk. Dit zou echter de vormgeving van de brug geheel aan het zicht onttrekken. Door afstempeling op de kelderwand en door een risicobeschouwing is het remmingwerk sterk in afmetingen teruggebracht



↑ ↗ **Rijnhavenbrug** (prijsvraagontwerp bureau SLA)

Tot slot was de gebruiksveiligheid van de verblijfsruimten van de aanbruggen met wachtende passanten bij aanvaring als onvoldoende aangemerkt door de vergunningverlener. Het is daarbij niet wenselijk de afsluitbomen buiten de aanbruggen en ver van het bewegend deel te plaatsen, en onmogelijk de lichte aanbruggen afdoende te beschermen tegen een aanvaring door een maatgevende zeeschip. Als compromis oplossing zijn een aantal aanvullende veiligheidsmaatregelen genomen zoals een langere remmingwerktrechter met grotere trechterhoek, geluidsalarminstallaties, aanvullende instructies voor het brugbedienend personeel en een snelheidsbeperking voor zware vaart.

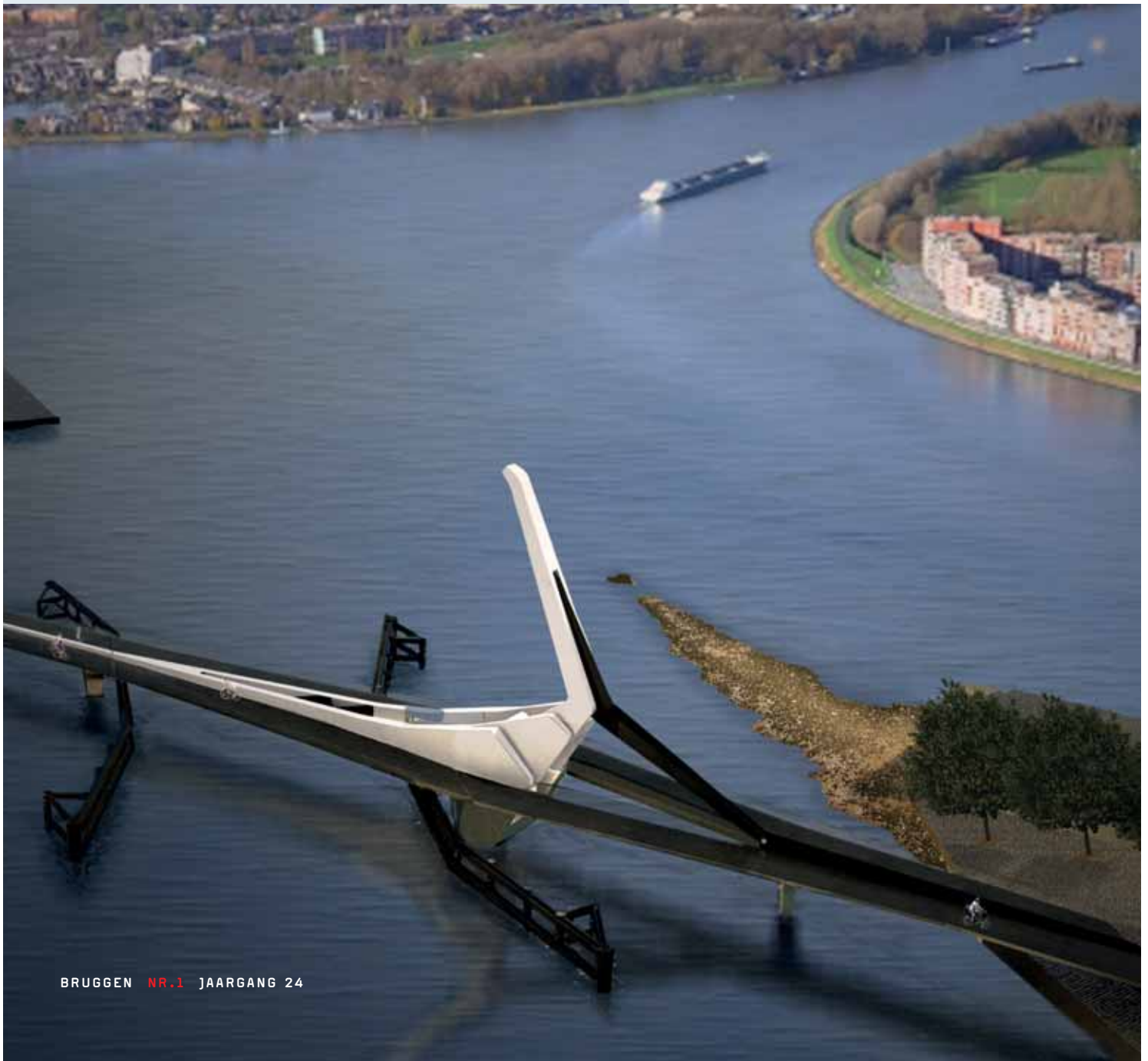
PRIJSVRAAG CLAUSBRUG DORDRECHT

Naar het voorbeeld van de Rijnhavenbrug is in 2015 in Dordrecht een open prijsvraag voor de overbrugging van het Wantij tussen de binnenstad en de nieuwe wijk Stadswerven gehouden.

Door de dominantie van het remmingwerk is deze op voorhand als referentieoplossing aan alle inschrijvers meegegeven. Bij de eerste selectie is op basis van een neergelegde visie op de opgave het aantal gegadigden van 127 teruggebracht tot 5. Ook hier is gekozen om de geselecteerde architecten in de tweede ronde te laten bijstaan door een constructeur.



↕ → **Clausbrug Dordrecht**
prijswinnend ontwerp René van Zuuk architecten





↑ Chaban-Delmas brug, Bordeaux (doorvaartbreedte 106 m, hoogte 53 m)

Een kostenraming als toets op het taakstellend budget maakte deel uit van de inschrijving.

Door de jury is de inzending van René van Zuur als zeer positief beoordeeld. Het werkingsprincipe voorziet in een verticaal opgesteld contragewicht op een kleine hefboomsarm, naar analogie van vooroorlogse Amerikaanse Straussbruggen. Er waren echter bij de jury sterke twijfels aan de uitvoerbaarheid van het ontwerp. Immers voor een doorvaartopening van 25 m is een brug gepresenteerd die in geopende stand tot ruim 60 m hoogte reikt. Voorafgaand aan de prijsuitreiking heeft de opdrachtgever besloten om een

→ Gustave Flaubert Bridge Rouen





← Oasis of the Seas

Lengte	360 m	Breedte op de waterlijn	47 m
Maximale breedte	60 m	Hoogte boven de waterlijn	65 m
Diepgang	9,3 m	Capaciteit	225.000 ton

technische quick scan op technische en financiële haalbaarheid en onderhoudbaarheid te laten uitvoeren. Hieruit kwam naar voren dat er, na het doorvoeren van enkele beperkte versoberingsmaatregelen, het ontwerp als uitvoerbaar kan worden aangemerkt. Van Zuuk is daarop als winnaar van de prijsvraag uitgeroepen. Voorafgaand aan de E&C aanbesteding wordt het ontwerp op specifieke vastgestelde risico's verder uitgewerkt en wordt een uitgewerkt integraal 3D model opgesteld als gedetailleerd taakstellend referentiekader ten behoeve van de contractering.

NIEUWE STADSBRUGGEN

Zowel in Amsterdam als in Rotterdam zijn studies gaande voor nieuwe oeververbindingen. Bijzonder is dat in beide gevallen sprake is van een cruiseterminal bovenstrooms van de geplande nieuwe verbindingen. De grootste cruiseschepen van de Oasis klasse hebben op dit moment een maximale breedte van 60 meter en een hoogte tot ruim 65 meter boven de waterlijn. Omdat de maatgevende breedte van de schepen bepaald wordt door uitstekende reddingboten, ver boven de waterlijn, is het schip moeilijk door middel van een remmingwerk te geleiden door een brug of sluis. In Rotterdam geven de eerste nautische studies aan dat een beweegbaar brugdeel benodigd is met een vrije breedte van ruim boven de 100 meter om het schip met een lengte van 360 meter te laten passeren. Studievarianten zijn op dit moment:

- 1 de cruiseterminal verplaatsen benedenstrooms van de brug;
- 2 alleen grote cruiseschepen benedenstrooms afwikkelen;
- 3 beperking op grootste cruisevaart;
- 4 een grote beweegbare brug met de benodigde doorvaartwijdte van ca. 100 m bij een (hef-)hoogte van 80 meter, en tot slot
- 5 een tunnel.

Vergelijkbare beweegbare bruggen zijn in Frankrijk gerealiseerd zoals de Gustave Flaubert brug in Rouen en Chaban-Delmas brug Bordeaux. Van deze bruggen is bekend dat de doorvaartstremming gemiddeld tussen de 20 en 30 minuten verkeersstremming oplevert, vooral omdat de schepen pas op mogen stomen bij dubbel groen sein. Daarbij geldt dat het gedeeltelijk openen van de brug in strijd is met veiligheidsregelgeving. Overwogen wordt aldus om een tweede bewegende doorvaart toe te passen voor kleinere schepen die sneller kunnen worden afgewikkeld.

Cruiseschepen kunnen niet in vensters afgewikkeld worden omdat deze vooral in de ochtendspits aanmeren ten behoeve van het dagexcursieprogramma. Dit betekent dat juist in de spits zware verkeershinder ontstaat voor het wegeverkeer.

De maatschappelijke onwenselijkheid van deze situatie laat zich beschrijven vanuit de Nieuwe Botlekbrug. Na ingebruikname heeft de verkeershinder, o.a. veroorzaakt door storingen tot veel klachten en tweede kamer vragen aan de Minister geleid. Hierbij dient opgemerkt dat ondanks alle commotie 99% van de totale verkeershindertijd veroorzaakt is door regulier brugbedrijf.

TOEPASSING VAN VVK BRUGDEKKEN BIJ BEWEEGBARE BRUGGEN

VVK (Vezelversterkt Kunststof) is een snel oprukkend bouw materiaal in de infra. In Rotterdam is het beleid bij Stadsbeheer dat de draagconstructie van voetgangersbruggen als industriële standaard wordt uitgevoerd in VVK. Alleen in geval van bijzondere vormgeving (staal) en pilotprojecten (Ultra hoge sterkte beton) wordt hiervan afgeweken. De stap naar ver-

VVK (Vezelversterkt Kunststof) is een snel oprukkend bouw materiaal in de infra



↑ **Oeververbinding over het IJ.**
dubbele draaibrug inzending team CS

moeiingsbelaste toepassingen zoals wegverkeersbruggen is tot voor kort tegengehouden omdat onvoldoende beproevingen zijn uitgevoerd met simulatie van werkelijke wiellasten. De Gemeente is daarbij zeer beducht voor de introductie van een generatieprobleem, zoals die zich heeft gemanifesteerd bij de vermoeiingsweerstand van stalen orthotrope dekken daterend van voor 1990 in het Rijkswegennet. Immers de praktijk leert dat als er één schaaap over de dam is, andere opdrachtgevers min of meer blind zullen volgen.

Voor beweegbare bruggen geldt op vergelijkbare wijze dat zich een probleem voordoet in de aantoonbaarheid van de vermoeiingscapaciteit op de overgang tussen staal en VVK. Ter plaatse van de (hoofd)draaipunten blijft er sprake van hoogbelaste stalen onderdelen die duurzaam moeten worden bevestigd aan het VVK brugdek.

De laatste jaren zijn er belangrijke stappen gezet. Zo is bij de brug in Hillegom een ontwerp opgesteld waarbij de hoge spanningen vanuit het draaipunt door toepassing van een achterdwarsdragerkoker worden verdeeld. Pas daarna vindt de overgang naar het Composiet plaats door toepassing van over de onder- en bovenflens van de achterkoker doorgezette verlijmd kunststof deklagen.

Hierbij wordt de lijmlaag gunstig belast en zijn er geen discrete overgangen van staal naar composiet.

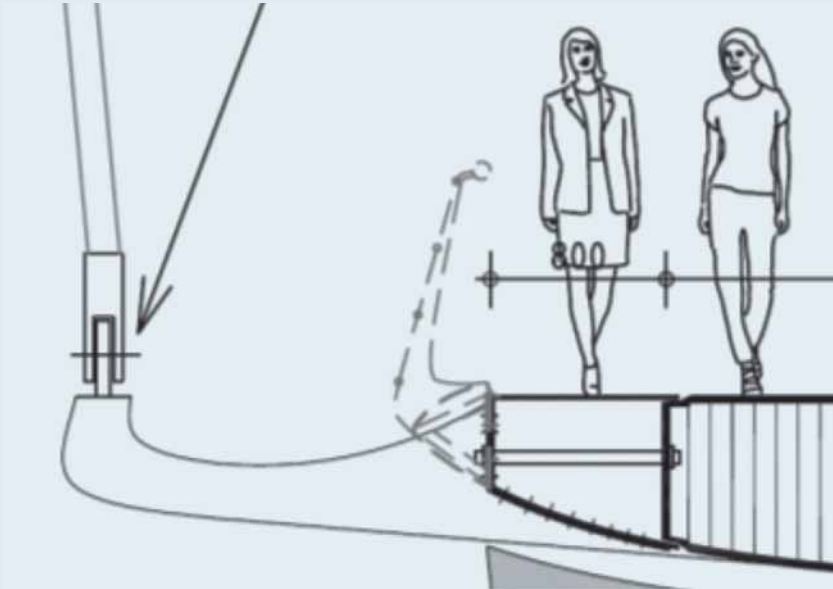
Dit betekent dat de brede toepassing van Composiet in beweegbare bruggen snel dichterbij komt. De eerste verdringingsmarkt is die van de renovatieprojecten waarbij belastingbeperking op de bestaande onderbouw een grote rol speelt.

Cruiseschepen kunnen niet in ‘vensters’ afgewikkeld worden omdat deze vooral in de ochtendspits aanmeren ten behoeve van het dagexcursieprogramma. Dit betekent dat juist in de spits zware verkeershinder ontstaat voor het wegeverkeer.

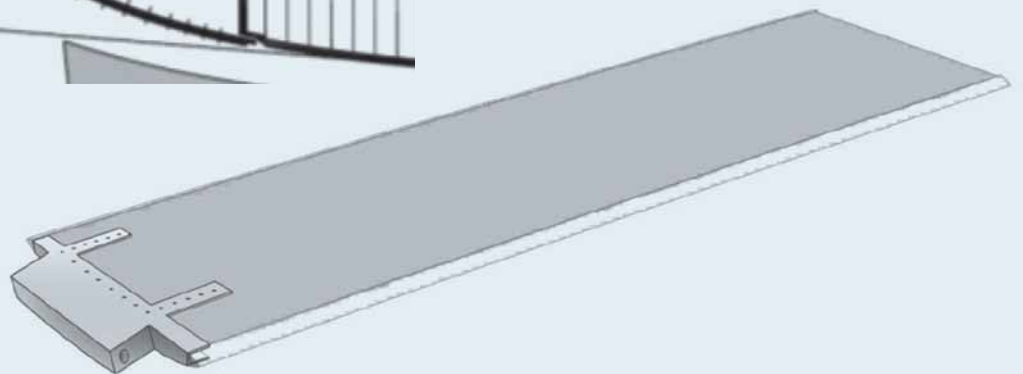
Samenvattend kan worden gesteld dat er veel ontwikkelingen zijn op de markt van beweegbare bruggen. Ook bij de ontwikkeling van de nieuwe VOBB is rekening gehouden met deze marktverschuivingen en innovaties, daarbij is de norm volledig aangesloten op de constructieve Eurocodes. Alle reden voor de ontwikkeling van en nieuwe generatie nog bijzonderder beweegbare bruggen. Deze opgave is aan u.



↑ Churchillbrug



↑ Overgang staal op VVK door zgn C-constructie met bouten als tweede draagweg



↑ Toepassing VVK bij een beweegbare brug