

Paradisbrug, Bergen Noorwegen

het verhaal achter de innovatie!

BZ1141-102-RHD-XX-XX-PP-X-0001

Project related

Liesbeth Tromp

5 november 2024

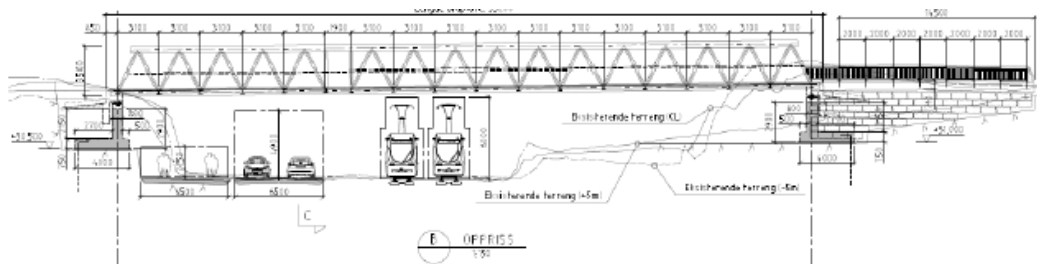


Inhoud: *het verhaal achter de innovatie...*

- Waarom composiet?
- Voorontwerp - referentieontwerp
- Tender
- Ontwerpaanpassingen
- Bouwfase, Transport & Installatie

2015...de aanleiding:

- Statens Vegvesen (Noorse RWS; Stian Persson) wil onderhoudsarme infra rondom de lightrail-infra. (jaarlijkse bruggencongres)
- Nieuwe brug over bestaande infra:
 - Minimale hinder bij het bouwen
- Vraag aan Royal HaskoningDHV:
 - Develop a full FRP alternative reference design for a stainless steel truss bridge



Paradisbrug, bergen Noorwegen | 5 november 2024

Architectuur

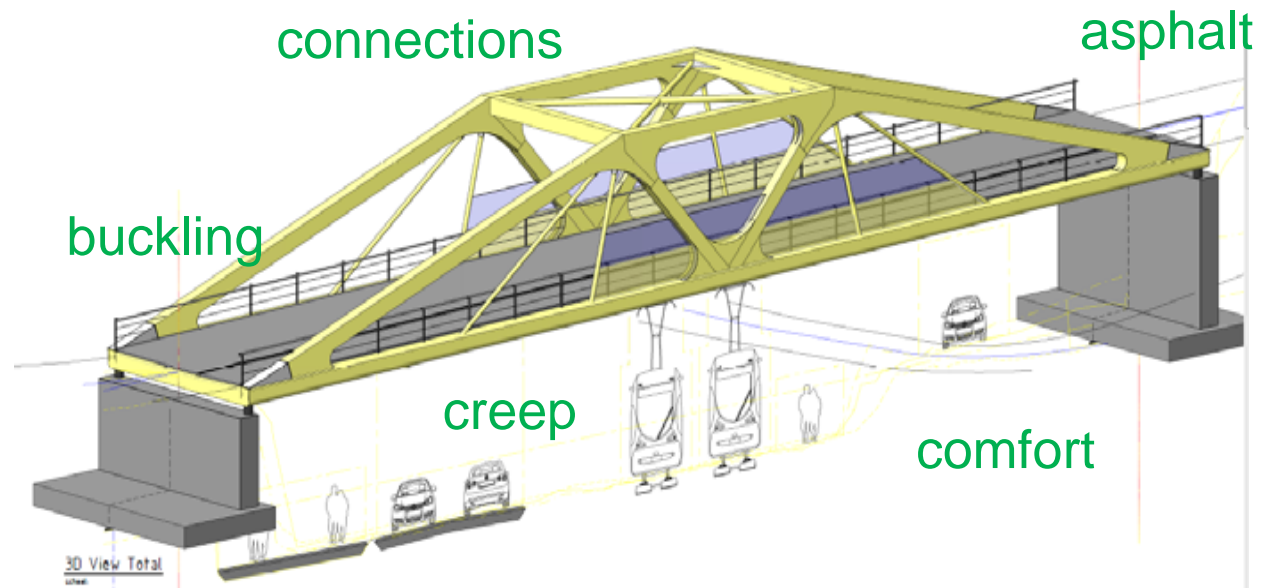
- Ontwerp door multi-disciplinair team:
- Architect (Joris Smits)
Brugengineer (Kees van IJselmuiden)
en Composiet Specialist (Liesbeth Tromp)
- Ontwerpkeuze: Statens Vegvesen.



Uitdagingen en oplossingen

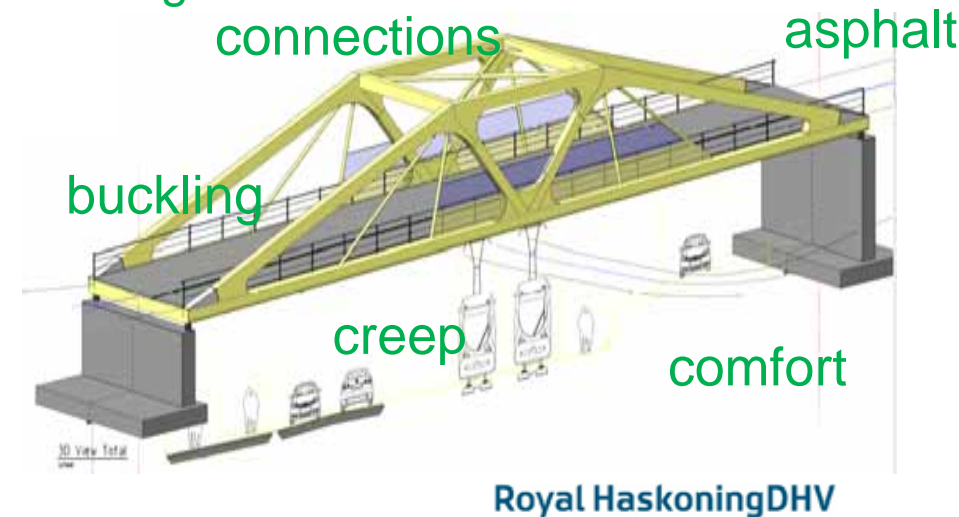
- Eerste composiet brug voor Statens Vegvesen
 - Geen ontwerprichtlijn
 - Geen ervaring bij de vergunningverlener
- Bergen: >> 200 dagen regen
- 42m vrije overspanning!

- Asfalt

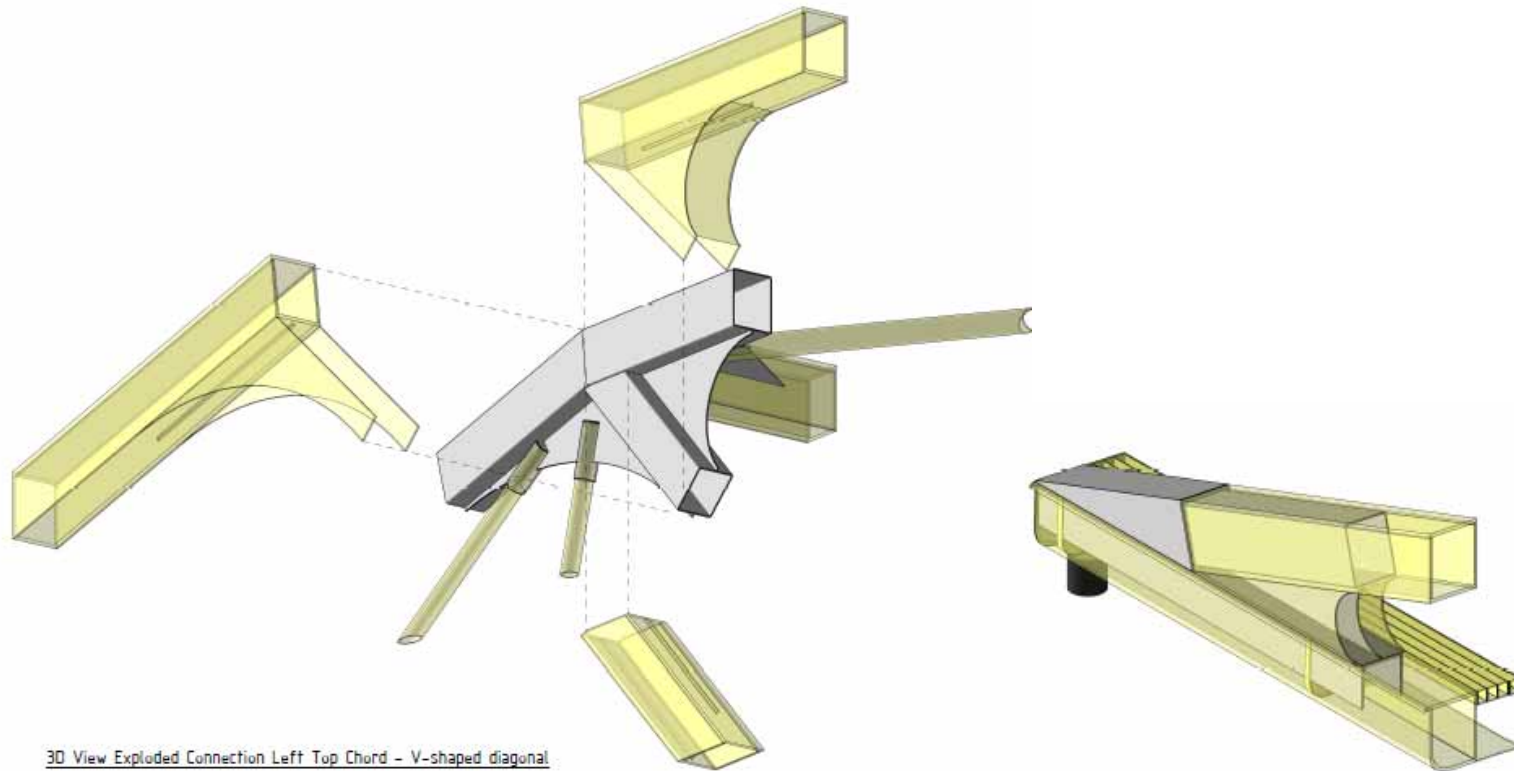


Uitdagingen en oplossingen

- Eerste composiet brug voor Statens Vegvesen
 - CUR96 (Engelse versie)
 - 2-daagse workshop composiet met Statens Vegvesen en Veidirektoratet (vergunningverlener)
 - Externe technische ondersteuning composiet door RHDHV gedurende gehele proces
- Bergen: >> 200 dagen regen => duurzame materialisering
- 42m vrije overspanning!
 - Bovenbouw
 - Asfalt => slijtlaag



Eenvoudige profielen, stalen knopen



Paradis brug: trillingen

- Composiet constructie: 42 ton (volledig glasvezelcomposiet).
- Asfalt + steel parts: 45 ton
- 0,5 P/m², comfort level 2
- Demping: 1,0 %
- versnelling < 1,0 m/s²: - limietwaarde

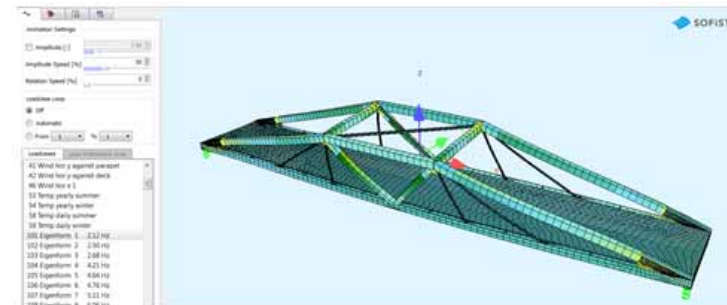


Figure 34 modal shape for first eigen frequency

Lateral: 2.1 Hz (> 1 Hz)

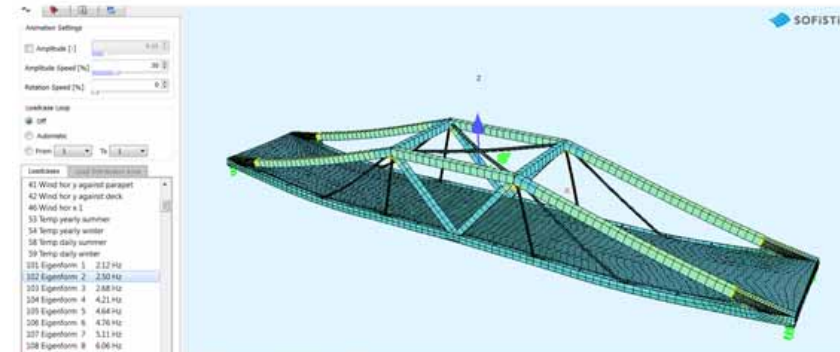
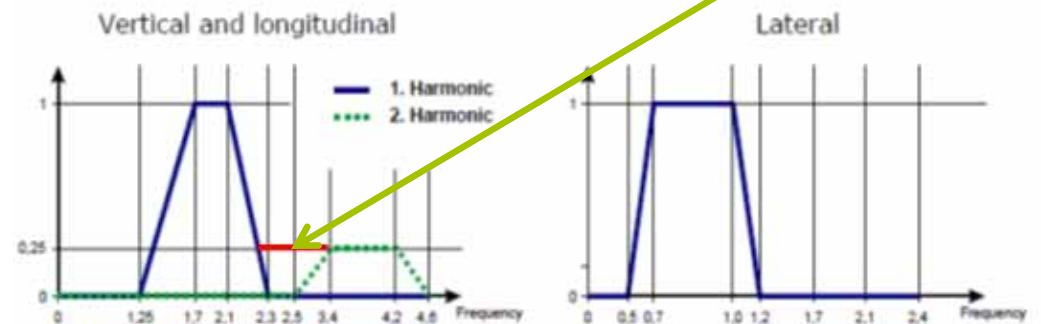


Figure 35 modal shape for second eigen frequency

Vertical: 2.5 Hz



Referentie-ontwerp

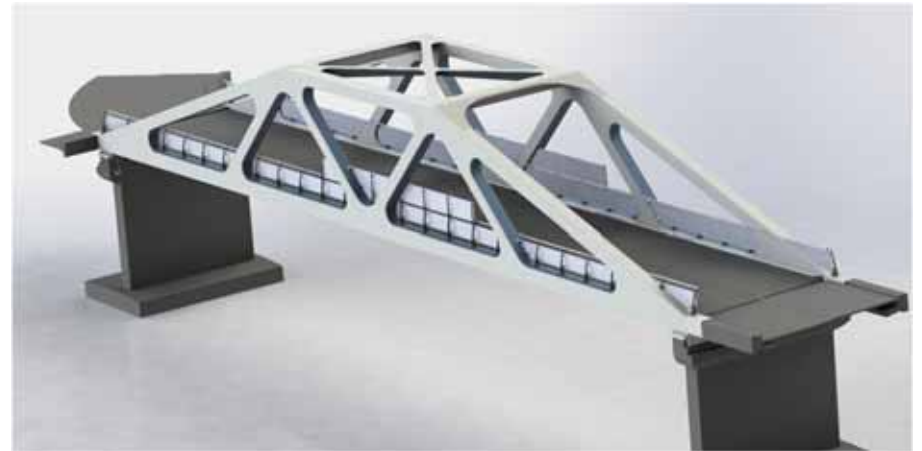


2020 - Aanbesteding

- Nieuwe brugeigenaar: VLFK
- Innovatief: klein aantal partijen en onzekerheid over de prijs en vergunningsverleningstraject.
 - Ervaringseisen en eerste prijsvorming, uurtarieven en kwaliteit aanpak
(Hinder en risicobeheersing)
 - Engelstalige documenten toegestaan
 - Engineering en construct met (afgekaderde) ontwerpvrijheid
- DO - Engineering fase
 - Bouwteam aanpak
 - Definitieve prijsvorming
- Uitvoeringsfase:
 - Verantwoordelijkheid aannemerscombinatie

Winnend consortium: Noorse combinatie

- Opdrachtgever: Vestland Fylkeskommune
 - Composiet technisch advies: Royal HaskoningDHV
 - Algemeen brugtechnisch advies: Multiconsult
- Aannemer: Consto AS
- Composiet producent: CSub AS (met name off shore & maritime structures)
- Composiet engineering: FiReCo
- Aangepast ontwerp:
 - Integrale bouwwijze bovenbouw
 - Transport als 1 geheel



Definitief ontwerp

- Vegdirektoratet (vergunningverlener) stuurt op 5 Hz eigenfrequentie!
- Extra diagonaal ipv tuibalken
- Volledig integrale composiet bovenbouw
- Langere dakbalk
- Hogere constructie
- Glasvezel- met koolstofvezel hybride
- Grotere, afgeronde knopen (conform wensbeeld)
- Volledig geprefabriceerd – transport in 1 geheel.



Productie en kwaliteitsborging

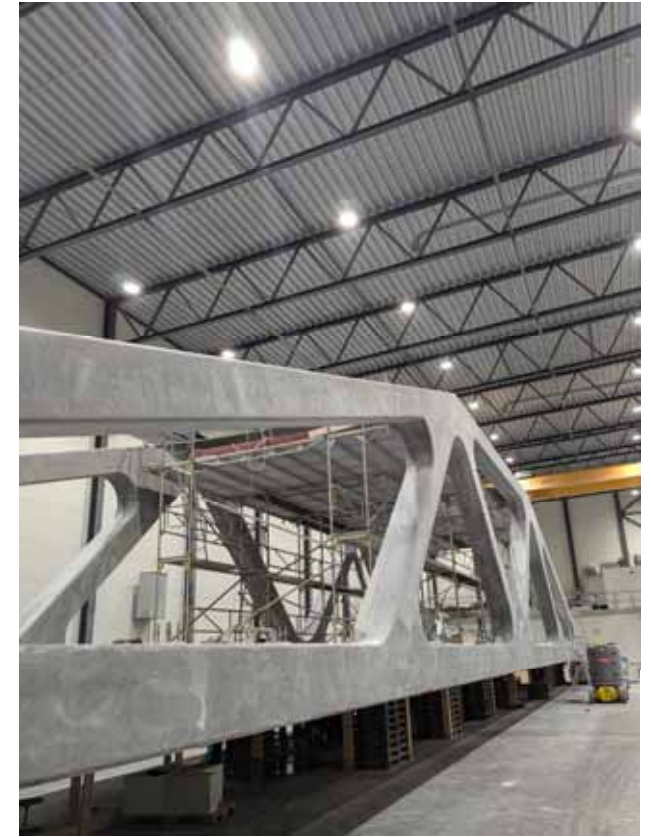
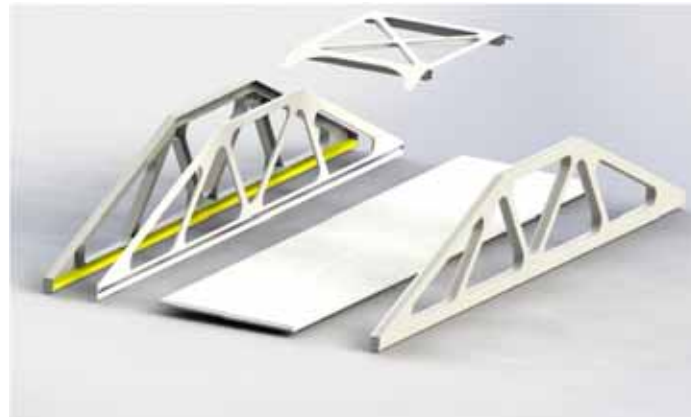
- Vacuuminjectie
- Zijwand in 2 delen (U en deksel) in 1 mal
- Dek: webcore sandwich in meerdere injectiestappen (42m x 7m!)
- Kwaliteitsplan conform CUR96;2019, incl. 3 bijwoonpunten



Assemblage en afbouw grotendeels in de fabriek

- Verlijmen en lokaal handlamineren
- Zijwanden met inwendige schotten, verlijmd, gelamineerd
- Dek aan de zijwanden: goed ondersteund (!) verlijmd per zijde en overgelamineerd
- Gewicht < 47 ton (<160 kg/m²)

- Assemblageplan en bijwoonpunten conform CUR96;2019



Transport : Arendal – Bergen – Bergen – Paradis



Sjøtransport rute fra Bergen Havn til Straumeveien.



Transportrute fra Straumeveien til Paradis.



Norge i dag slutter av med den store snakkisen i Bergen denne uken.

Krappe marges!





Team work!

- Statens Vegvesen (OG referentieontwerp)
- VLFK (OG DO en UO)
 - Royal HaskoningDHV (Architectuur, composiet advies en kwaliteitsborging ontwerp en realisatie)
 - Multi Consult (Technisch advies)
- Consto (Hoofdaannemer)
 - CSub (Productie)
 - FiReCo (Engineering)
 - Royal Transport (Transport)



Dank voor jullie aandacht!

- Liesbeth Tromp
- Specialist Composiet en Design for Sustainability
- Liesbeth.tromp@RHDHV.com





Paradis bridge, Bergen - Norway