

Van rechts naar links in 630 meter

De fly-over bij Barendrecht zorgt ervoor dat de HSL-Zuid naar de linkerkant van het spoor wisselt voor de aansluiting op België en Frankrijk. De constructie bestaat uit acht trogbruggen van staal-beton. Dit is het derde en laatste artikel in de serie over de Dive-Under Barendrecht.

IR. P.A.J. MEUVIS / B.H. HESSELINK PMSE

Als onderdeel van het project HSL Kunstwerken Barendrecht heeft de Combinatie Dive-Under Barendrecht onder toezicht van de Managementgroep Betuweroute de HSL Fly-over gebouwd in de periode van najaar 2001 tot voorjaar 2003. Deze fly-over vormt een belangrijk kunstwerk in het tracé van de HSL-Zuid.

Het betreft de enige ongelijkvloerse kruising van de beide HSL-spooren in Nederland die het mogelijk maakt om de rijrichting van de trein in Nederland (rechterhand) aan te sluiten op die in België en Frankrijk (linkerhand). De fly-over is gebouwd over de drukke spoerbundel op het baanvak Dordrecht-Rotterdam bij Barendrecht. Dit is de eerste locatie waar de HSL vaart mindert, zodat een fly-over een relatief beperkte lengte kan hebben (ontwerpsnelheidsafname van 300 km/h tot 140 km/h).

De HSL Fly-over bestaat uit acht staalbetonnen trogbruggen gebouwd volgens het zogenaamde Verbundbau-principe met een totale lengte van 630 meter (er is sprake van Verbundbau wanneer staal en beton samen gesteld worden toegepast in een constructie; het staal wordt hierbij voorzien van opgelaste deuvels). De langste brug is 120 meter lang, de

grootste overspanning 48,9 meter. De maximum hellingspercentages bedragen 2,2 procent stijging en 3,5 procent daling.

Het is de eerste keer dat een spoor-fly-over in de vorm van een troglijgerbrug in staalbeton Verbundbau is gerealiseerd in Nederland.

Bestekontwerp en onderbouw

In de variantenstudie kwam een staalbetonnen trogbrug als aantrekkelijkste variant voor de constructie van de vrije kruising naar voren. Er zijn acht bruggdelen met - van noord naar zuid - respectievelijke lengten van circa 63, 64, 109, 105, 120, 64, 50 en 49 meter. De overspanningen zijn zodanig gekozen dat ze niet te groot werden voor de constructievorm, dat plaatsing van de steunpunten mogelijk was rekening houdend met de spooren op maatveldniveau, dat de lengtes per bruggdeel niet te groot werden (om langgelaat spoor zonder compensatieklassen of -inrichtingen toe te passen) en dat de bouw van de bruggdelen en steunpunten nog uitvoerbaar was.

De onderbouw van de fly-over is uitgevoerd als vrijstaande kolommen voor de tussenondersteuningen en als zogenaamde rempijlers voor de eindsteunpunten per bruggdeel. Bij de uiteinden van de fly-over zullen hooggelegen landhoofden worden gebouwd. Bij elke einde van een bruggdeel komen rempijlers, die alle langskrachten vanuit de bovenbouw opnemen. De conclusie van de langskrachtenberekening is dat voegloos spoor mogelijk is maar dat de rempijlers zo stijf mogelijk moeten zijn. Hiertoe zijn wanden op een doorgaande funderingspoer geplaatst; de wanden hebben een elliptische doorsnede.

Bovenbouw

De statisch onbepaalde staalbetonnen trogbruggen zijn opgebouwd uit twee vollewandliggers met hiertussen een boven de tussensteunpunten in lengterichting meewerkend betondek. De vollewandlijger bestaat uit een lijfplaat van 2400 millimeter hoog en 25 millimeter dik, een bovenflens van 1250 millimeter breed en 40 tot 80 millimeter dik en een onderflens van 1300 millimeter breed en 40 tot 50 millimeter dik.

Het betonnen rijddek (550 millimeter dik) bestaat uit geprefabriceerde elementen die na het plaatsen van de staalconstructie op de onderflenzen van de vollewandlijger zijn uitgelegd. In de langrichting van de brug zijn de platen met een stortvoeg monoliet met elkaar verbonden; in de prefabplaten; zitten stalen platen die na het aanbrengen tijdens de mon-

DIVE-UNDER (3)

In het derde en laatste artikel over de Dive-Under Barendrecht wordt ingegaan op de bouw van de fly-over voor het HSL-spoor.



FOTO: COUB

FOTO: COUB

Montage van hoofdliggers met hulpstukken.

FASERING UITVOERING

1. fabricage hoofdlijgersecties in de hal (sectielengtes circa 20-30 m)
2. machinaal aanbrengen Kocco-deuvels (22 mm doorsnede) en stitdeuvels M20 op kwartslag gekantelde hoofdlijgersecties
3. vertwerk van de secties in de spuiterij
4. transport lijgersecties naar de bouwplaats
5. samenstellen lijgersecties tot hissecities op de bouwplaats door laswerk op maatveld op de bouwplaats van in elkans verlengde geplaatste secties
6. montage stalen randelementen voorzien van bolling en leuningwerk op hissecties
7. inhjisen hoofdlijgersecties op de onderbouwsteunpunten
8. fixeren hoofdliggers door toepassing van een hulpconstructie met horizontale jukken, waarmee de vorm van de stalen hoofdliggers tijdens het storten van de betonvloer kon worden gegaarandeerd door ophanging van de onderflenzen en afstemping van de boventenzen en afstemping van de boventenzen van de stalen hoofdliggers
9. maken in-situ lassen op hoogte in de hoofdliggers in laskoolen
10. inhjisen voorgespannen prefab betonvloer-elementen als verloren bekisting op de l-stalen aan de onderflenzen van de stalen hoofdliggers
11. aangeleien vloer-elementen met gietmortel
12. vlechten wapening vloer inclusief verbinding vloer-stalen liggers en versterkte vloerstroken bij verstijvings-schotten in liggers
13. in het werk storten van betonnen vloer opzichte van het aangepaste bestekontwerp. Hierbij werd de verloren prefab betonvloerbektingsplaat wel beschouwd als dekking voor de in-situ vloerwapening. De vloer-elementen zijn verankerd in de in-situ vloerstoort door de hjsogen van de vloer-elementen hierin te verankeren. Na afstemming van het alternatief ontwerp met alle betrokken partijen werd besloten de vloer op deze manier uit te voeren. De productie van de stalen hoofdliggers was toen reeds in volle gang.

tage door bouten zijn verbonden met aan de stalen hoofdliggers gelaste platen. Ook zijn deuvels aan het lijf en de onderflens van de hoofdlijger aangebracht, die samen met de wapening die uit het prefabelement steekt, voor een goede samenwerking zorgen tussen hoofdlijger en vloerplaat.

In de staal-beton trogbrug komt spoor in ballast te liggen. Het dienstpad bevindt zich boven op de bovenflens van de stalen hoofdlijger. Aan de buitenzijde van de hoofdliggers is, op advies van de architect, een stalen randafwerking aangebracht.

Het betondek bestaat uit prefab-betonplaten van 3,0 meter breed. In de bouwfase te beschouwen als losse elementen opgelegd op de onderflens van de stalen liggers met in langrichting voegen ertussen. In deze fase is het geen continue plaat en kan het dek alleen in dwarsrichting belasting afdragen naar de

Deuvels aan de binnenzijde van de hoofdliggers.

De HSL Fly-over ligt parallel achter de reeds bestaande fly-over voor conventioneel spoor.

FOTO: COUB

oplegpunten bij de stalen liggers. Pas nadat de voegen tussen de vloerdelen zijn doorgesloten en aangestort én de schuifkaste aansluiting aan weerszijden met de stalen liggers tot stand is gebracht, werken de twee stalen liggers en de tussenliggende prefabvloer tezamen als compositielijger.

Alternatief ontwerp

Het passingsrisico voor het inhjisen van de prefab betonnen vloer-elementen vond de bouwcombinatie onacceptabel hoog. Het grote probleem was dat drie rijen aan beide vloerenden uitstekende wapening, overlappend aan de vaste stalen deuvels op het lijf van de stalen

liggers, zouden worden ingehesen; hierbij zouden de strekken bij het neerlaten op de onderflens van de hoofdliggers de deuvels passeren. Uitgaande van realistische plaatsingsstoleranties van deuvels en vloerwapening en rekening houdend met de aanwezigheid van de (rezi-

ning houdend met de aanwezigheid van een horizontale hoogstraal in de fly-over was dit een te hoog risico. De combinatie kwam met een alternatief om de vloer in het werk te storten met verloren bekistingssystemen in de vorm van voorgespannen prefab betonnen vloerplaten. Dit zorgde ervoor dat de essentiële verbinding tussen betonnen vloer en stalen hoofdliggers tot stand kwam met maximale flexibiliteit bij het plaatsen van de vloerwapening, zodat deze de deuvels van de hoofdliggers nauwkeurig overlappen. De vloerplaten zijn ingehesen bij buitendienststellingen van de onder de fly-over gelegen spooren.

Randvoorwaarde voor het alternatief was dat het profiel van vrije ruimte voor de rezi-gers(spooren onder de fly-over en de bovenkant van het HSL-spoor niet werd aangetaast (handhaving verticaal alignment). Door in-

productie van de prefab betonnen vloerplaten betekende dit een reductie in de constructieve hoogte van de betonvloer van 550 naar 445 millimeter. Hierdoor nam de hoeveelheid vereiste wapening met circa 45 procent toe ten opzichte van het aangepaste bestekontwerp. Hierbij werd de verloren prefab betonvloerbektingsplaat wel beschouwd als dekking voor de in-situ vloerwapening. De vloer-elementen zijn verankerd in de in-situ vloerstoort door de hjsogen van de vloer-elementen hierin te verankeren. Na afstemming van het alternatief ontwerp met alle betrokken partijen werd besloten de vloer op deze manier uit te voeren. De productie van de stalen hoofdliggers was toen reeds in volle gang.

Ir. P.A.J. Meivis is projectingenieur bij Delta Marine Consultants. B.H. Hesselink PMSE is adviseur bij Holland Railconsult in Utrecht.

In 4 kort

UITVOERING

De HSL Fly-over bestaat uit acht staalbetonnen trogbruggen gebouwd volgens het zogenaamde Verbundbau-principe met een totale lengte van 630 meter (er is sprake van Verbundbau wanneer staal en beton samen gesteld worden toegepast in een constructie; het staal wordt hierbij voorzien van opgelaste deuvels). De langste brug is 120 meter lang, de