



Nieuwe tramverbinding tussen Utrecht Centraal en De Uithof

Ingenieurskunst in de Uithoflijn

Het aantal reizigers tussen Utrecht Centraal en De Uithof aan de oostzijde van Utrecht groeit de komende decennia flink. De huidige buslijnen kunnen de verwachte toename niet opvangen. Om de vervoerscapaciteit te vergroten, wordt een nieuwe tramverbinding aangelegd: de Uithoflijn. Bij dit project springen onder meer in het oog: de bruggen bij het centraal station en het deel op poten aan de zuidzijde, nabij het toekomstige station Utrecht Vaartsche Rijn.

Een belangrijke reden om voor een tramverbinding te kiezen, is dat een tram bijna vier keer zoveel reizigers kan vervoeren als een bus. Een tram is bovendien stiller en belast de luchtkwaliteit minder. Dat laatste is voor Utrecht erg belangrijk. De luchtkwaliteit staat onder druk en Utrecht heeft het drukste busnetwerk van ons land. De Uithoflijn is onder te verdelen in een aantal projectonderdelen: het stationsgebied en zes overige tracédelen. De aanleg van de onderbouw van de Uithoflijn ten zuiden van Utrecht Centraal is in maart 2011 gestart en inmiddels in volle gang. Binnenkort starten de werkzaamheden in het stationsgebied. Later worden de tramrails, bovenleiding en overige voorzieningen van het tramsysteem aangelegd. In 2018 moet de lijn daadwerkelijk operationeel zijn. Verwacht wordt dat de tram in 2020 dagelijks 45 000 mensen zal vervoeren.

Uithoflijn bij Stationsgebied Utrecht Centraal

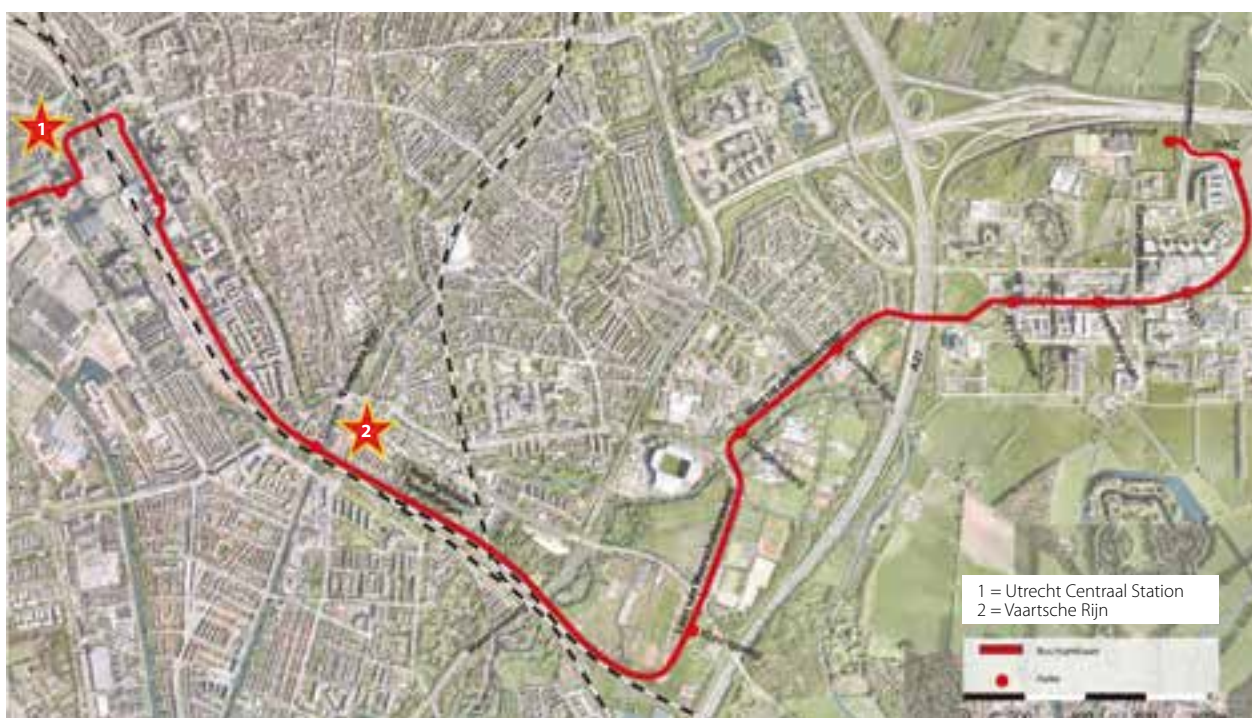
Bij het stationsgebied Utrecht Centraal zal de lijn in de toekomst aansluiten op de nieuwe eindhalte van de SUNIJ-lijn (Sneltram Utrecht – Nieuwegein/IJsselstein) (fig. 2). Deze halte is in 2013 verplaatst van de oostzijde van het station Utrecht Centraal naar het Jaarbeursplein aan de westzijde. Aan weerskanten van het treinspoor worden twee nieuwe HOV-bruggen

(Hoogwaardig Openbaar Vervoer) gerealiseerd om de Leidsche Rijn en de Van Sijpesteijnkade ongelijkvloers te kruisen op +1-niveau. De treinsporen worden gekruist via de bestaande Leidseveertunnel. De uitvoering van de westelijke brug start als eerste in dit najaar.

Stedenbouwkundige en architectonische visie

In het Utrechtse stationsgebied geldt een streng toetsingskader ten aanzien van ruimtelijke kwaliteit. Stedenbouwkundige randvoorwaarden schreven voor dat de twee nieuwe bruggen over de Leidsche Rijn een sterke verwantschap moesten krijgen. De architecten van beide bruggen hebben tijdens het proces hun ontwerpen afgestemd. Daarbij zijn varianten ontwikkeld rond het gemeenschappelijke thema 'afleesbare ingenieurskunst'. De oostelijke brug, ontworpen door Hoogstad/Royal HaskoningDHV, loopt qua planning achter bij de westelijke brug. Dit artikel gaat verder alleen in op de westelijke brug. Het ontwerp voor de westelijke brug met een overspanning van ruim 50 m en een tussensteunpunt is tot stand gekomen in integrale workshops tussen de architect van studioSK, Movares en de constructeurs van Witteveen+Bos. Het ontwerp hiervoor is tot in bestek en een uitvoeringsontwerp uitgewerkt en zal dit voorjaar worden aanbesteed.

Vanwege een kritisch alignement en ruime overspanningen is een zeer dunne vloer vereist en was een voorgespannen plaat





3a



3b



3c



3d

dus niet haalbaar. De keuze viel daarom op een voorgespannen trogconstructie, bestaande uit hoge trogliggers met daartussen een dun dek. Vanwege het thema ingenieurskunst is geprobeerd de essentie van de trog bloot te leggen. Hiertoe zijn verschillende varianten ontwikkeld (fig. 3). In alle varianten is de constructieve werking van de trog afleesbaar gemaakt. Dat geldt bijvoorbeeld voor de strengen voorspankabels waarvan het karakteristieke verloop binnen de trog zichtbaar is gemaakt. Buiten de zone van de strengen kan worden volstaan met minder beton en is een verjonging, inkassing of sparing mogelijk. Het is zelfs mogelijk om de strengen lokaal ook werkelijk zichtbaar te maken en aan het daglicht te laten komen. Vergelijk de spieren en pezen die door de huid heen zichtbaar kunnen zijn in het menselijk lichaam. De verborgen techniek is zo in de verschillende varianten zichtbaar gemaakt. Uiteindelijk is in de besluitvorming in het supervisieteam van het stationsgebied en welstand gekozen voor een rustig beeld. Daarbij is de voorspanning wel afleesbaar door een verlopende verdikking in de randbalk, echter zonder sparingen of inkassingen (fig. 1). In de opritten sluiten prefabbetonnen randelementen aan op de vorm die de trogbalk aan de uiteinden heeft.

Integraal ontwerp architectuur en constructie

Om het viaduct zowel aan de architectonische als constructieve eisen te laten voldoen, zijn er op meerdere vlakken bijzondere ontwerptechnische oplossingen gezocht. Dit heeft onder andere invloed op de manier van uitvoeren, waaronder het schoonbeton, het voorspannen, het wapenen en het bekisten.

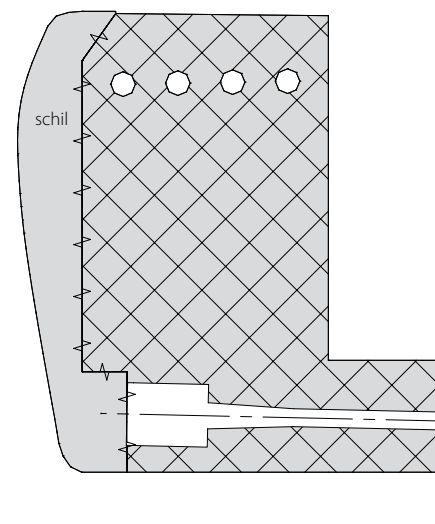
Schoonbeton

Gelet op het architectonische aspect is ervoor gekozen het uiterlijk van de buitenzijde van de trog een betonoppervlakte beoordelingsklasse B1 conform CUR-Aanbeveling 100 te

geven. Dit heeft als gevolg dat geen stortnaden of scheuren met een berekende wijdte groter dan 0,1 mm in dit vlak mogen voorkomen.

Dwarsvoorspanning versus schoonbeton

In het dek zijn 76 voorspankabels opgenomen die de dwarsvoorspanning verzorgen. Het afspannen gebeurt in twee fasen. Vanuit esthetisch oogpunt en door het voorschrijven van beoordelingsklasse B1 mogen er geen kleurverschillen in het zichtvlak van de trog aanwezig zijn. Daarom is het niet mogelijk om per spankop een inkassing te maken en deze later aan te storten. In plaats daarvan wordt een schil aan de zichtzijde van de trogbalk in één keer gestort, wanneer de dwarsvoorspanning volledig is afgespannen. Hierdoor ontstaat een homogene kleur



4

- 3 Vier varianten van het ontwerp van de westelijke brug; het karakteristieke verloop van de voorspanning binnen de trog is zichtbaar gemaakt
- 4 Dwarsdoorsnede trogbalk inclusief schil

- 5 Spanverloop in de trog
- 6 Wapening in de trog

en structuur en komt de stortnaad niet aan de zichtzijde maar aan de onder- en bovenzijde van de troglijger (fig. 4).

Langsvoorspanning versus schoonbeton

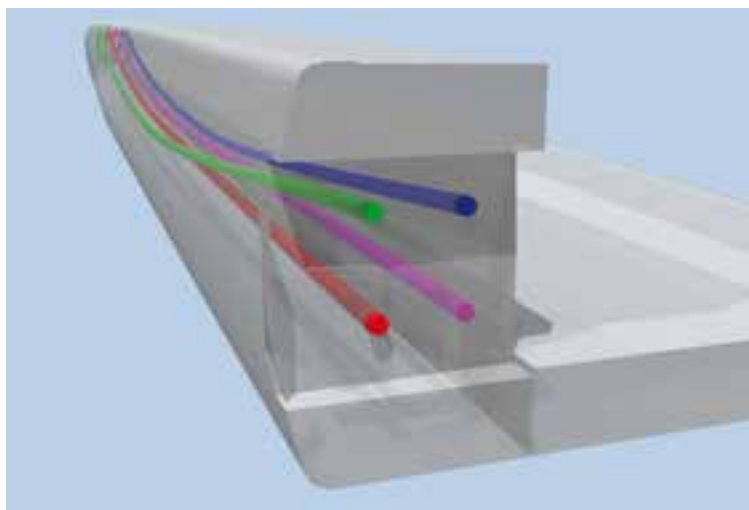
Het spannen van de langsvoorspanning kan leiden tot scheuren in de schil. Hier is een aantal oorzaken voor. Ten eerste ontstaat er in de trogbalk bij het spannen, naast krachtswerking in het verticale vlak, ook krachtswerking in het horizontale vlak. Dit komt doordat het viaduct in het horizontale alignement een kromming heeft die door de langsvoorspanning wordt gevolgd (fig. 5). Ten tweede wordt de schil gestort en constructief gekoppeld met de trogbalk tussen de twee spanfasen van de langsvoorspanning in. Voor de laatste spanfase is het namelijk nodig dat de schil constructief meewerkt. Deze twee oorzaken samen hebben als gevolg dat de schil horizontaal constructief wordt belast en dat er krimp-scheuren kunnen ontstaan. Om aan de eis van betonoppervlakte beoordelingsklasse B1 te voldoen, moeten deze scheuren worden beperkt. Daarom is wapeningsstaal $\text{Ø}16-75$ in beide richtingen opgenomen (fig. 6). Ter voorkoming van delaminatie als gevolg van schuifspanningen en horizontale kromming wordt de schil door middel van haarspelden verbonden aan de trog.

Span-/stortfasering

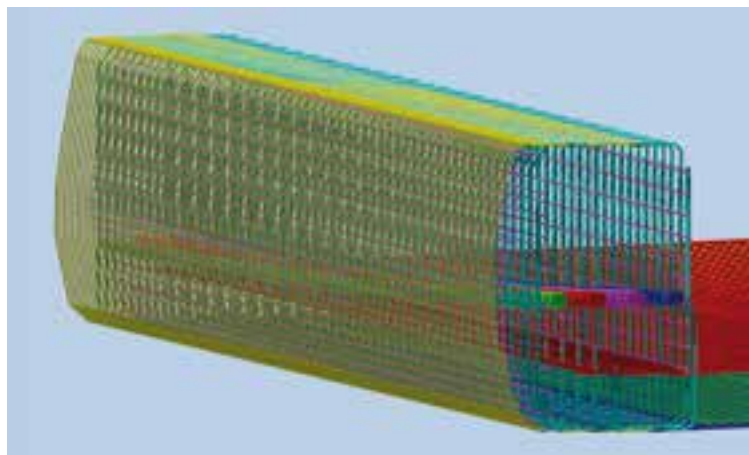
Planningstechnisch bleek het niet haalbaar om eerst een vloer te maken en daarna de balken van de trog. Daarom is gekozen de vloer en balken in één keer te storten en alleen het aanzichtvlak (schil) van de trog later aan te storten. Zodra het beton van de trog is verhard tot een sterkte C30/37, worden de vijf dwarskabels aan het uiteinde van de vloer voor 70% gespannen, spanfase 1. Dit is noodzakelijk om de slijtkrachten van de langsvoorspanning op te nemen. Daarna wordt de langsvoorspanning tot 55% gespannen, spanfase 2. Deze eerste fase van langsvoorspanning is noodzakelijk om het eigen gewicht van de trog te dragen, zodat de bekisting kan worden verwijderd. Bovendien ontstaat door de eerder aangebrachte dwarsvoorspanning (spanfase 1) dwarscontractie in de vloer en daarmee trek in de balken. Door langsvoorspanning in een vroeg stadium aan te brengen, wordt geprobeerd scheurvorming te voorkomen in de balken. Nadat 55% van de langsvoorspanning is aangebracht, kunnen de overige kabels van de dwarsvoorspanning worden afgespannen op 70%, spanfase 3, en in een tweede stap naar 100%, spanfase 4. Nadat de volledige dwarsvoorspanning is aangebracht, wordt de schil gestort. Dit is tevens de aanstort van de spankoppelen in de dwarsrichting. Als laatste wordt de langsvoorspanning voor 100% afgespannen, spanfase 5.

Bekisting

Het aanzicht van de trog kenmerkt zich door zijn complexe organische vorm en de grote hoeveelheid wapening. Het op



5



6

traditionele wijze bekisten en wapenen is hierdoor niet mogelijk. In plaats daarvan wordt in de bekisting een scheiding gemaakt met honingraatstaal. Dit materiaal heeft de eigenschap dat wapening kan worden doorgevoerd. De verticale wapening van de schil kan zo uit één staaf worden gemaakt en worden verankerd in de trog zonder de traditionele overlappingslassen. Een bijkomend voordeel van honingraatstaal is dat het een open karakter heeft, waardoor bij het storten van de trog een opgeruwd aanstortvlak ontstaat. Hierdoor is het niet nodig het aanstortvlak te boucharderen of op een andere wijze te bewerken. ☒

PROJECTGEGEVENS

- project HOV-bruggen Uithoflijn bij Utrecht Centraal
- opdrachtgever Gemeente Utrecht, Projectorganisatie Stationsgebied (POS)
- architect Paul van der Ree, studioSK, Movares
- constructeur Witteveen+Bos
- aannemer nog niet bekend



Uithoflijn bij nieuw station Vaartsche Rijn

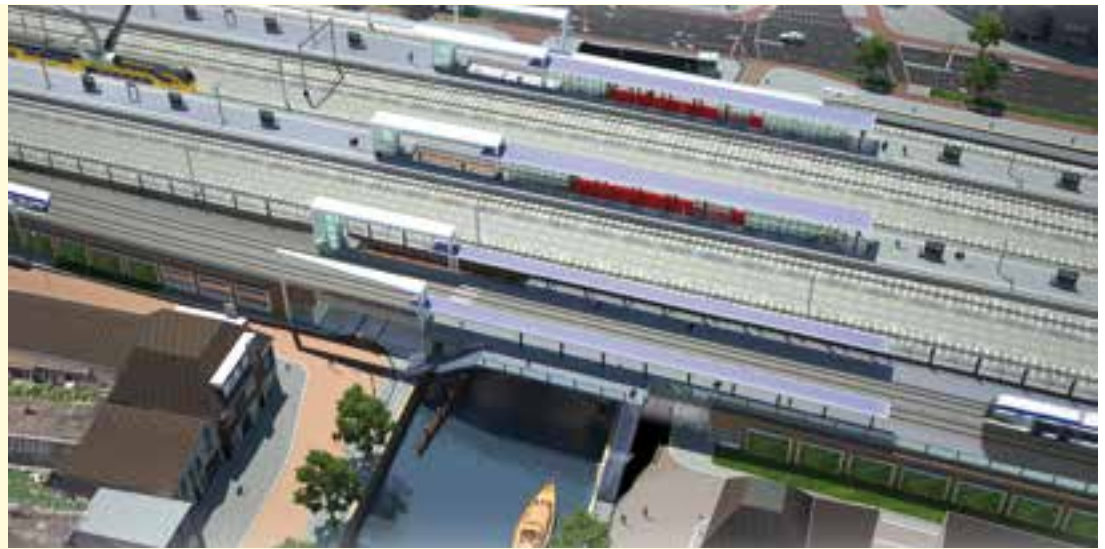
Aan de zuidkant van de stad, tussen Utrecht Centraal en de ring (A27) is het tracé van de Uithoflijn in de buurt Tolsteeg direct tegen de reilsporen aangelegd. Met dit gekozen tracé wordt de drukke binnenstad ontzien. De reilsporen, die op een spoordijk liggen, worden bovendien tegelijkertijd verdubbeld van vier naar acht sporen. Dit gebeurt in het kader van het project Randstadspoor,

waarmee het spoornet in de regio Utrecht wordt uitgebreid. Kruisend verkeer is bij deze tracékeuze beperkt en de Uithoflijn kruist de beperkte dwarsverbindingen ongelijkvloers; dat maakt de lijn uiterst efficiënt. Door het spanningsveld tussen de bestaande (woon) bebouwing en de benodigde ruimte voor de totale sporenbundel, worden de tram- en reilsporen fysiek strak tegen elkaar gelegd. Beide projecten zijn daardoor onlosmakelijk met elkaar verbonden in fasering en uitvoering en daarom in één contract onder gebracht. Op het genoemde tracédeel wordt voor trein en tram een gecombineerd station gerealiseerd: Utrecht Vaartsche Rijn (fig. 9). Dit nieuwe station aan de rand van de binnenstad wordt een bijzonder fenomeen met vanaf de perrons een prachtig uitzicht over het water en richting de Dom.

Stedelijk programma & intensief ruimtegebruik

Intensief ruimtegebruik is een hoofdkenmerk van het plan. Het maaiveld onder de sporen van zowel tram als trein wordt straks benut voor allerlei functies. In totaal wordt over een lengte van 180 m de infrastructuur 'op poten gezet'. Er wordt een viaduct gerealiseerd van de Westerkade tot en met de Albatrosstraat (fig. 10). Met een breedte van het viaduct van globaal 70 m betekent dit circa 12 500 m² grondoppervlak dat ten goede komt aan de stad. Dit maaivelddeel wordt ingevuld met onder meer





9

commerciële ruimten, fietsenstallingen, een parkeergarage en berg-ruimten. Wat feitelijk wordt gerealiseerd, is een nieuw stuk stad met infra op het dak. De grote stalen kolomkoppen van de viaductdekken en troggen zorgen voor transparantie. Hiermee wordt de barrière tussen de stadsdelen van voorheen opgeheven en ontstaat meer sociale veiligheid.

Constructie

Voor het betonnen rijdek is grotendeels gekozen voor prefabbetonnen volstortliggers. Hierbij worden eerst prefab voorgespannen balken geplaatst, waarna een constructieve drukvullaag het rijdek compleet

maakt. Met dit type dekconstructie kunnen overspanningen tot 17 m worden gerealiseerd. Dit systeem zou ook kunnen worden toegepast langs de begraafplaats Soestbergen, maar dat zou leiden tot differentiatie van overspanningen vanwege de aanwezigheid van de wortelstructuren van de monumentale bomen. Daarom is hier gekozen voor een zettingsvrije plaat, waarbij meer vrijheid bestaat ten aanzien van de paalplaatsing. De constructie over de Vaartsche Rijn ter plaatse van de perrons, wijkt af van het gekozen prefab rijdek. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van de uitkragende zijperrons en de interwijkverbinding, plus de sparingen ten behoeve van de trappen en het type ondersteuning. Daarom is gekozen voor een ter plaatse gemaakte dekconstructie in voorgespannen beton. ☒



10

PROJECTGEGEVENS

project Uithoflijn bij Station Utrecht Vaartsche Rijn

opdrachtgever Gemeente Utrecht i.s.m. ProRail

architect Paul van der Ree, studioSK, Movaresconstructeur referentieontwerp Movares Nederland B.V.

aannemer onderbouw Strukton Infratechnieken-Colijn-Reef