

NIEUWE SPOORBRUGGEN LEIDEN TREINVERKEER IN GOEDE BANEN

Stationseiland Amsterdam CS
volledig op de schop (1)

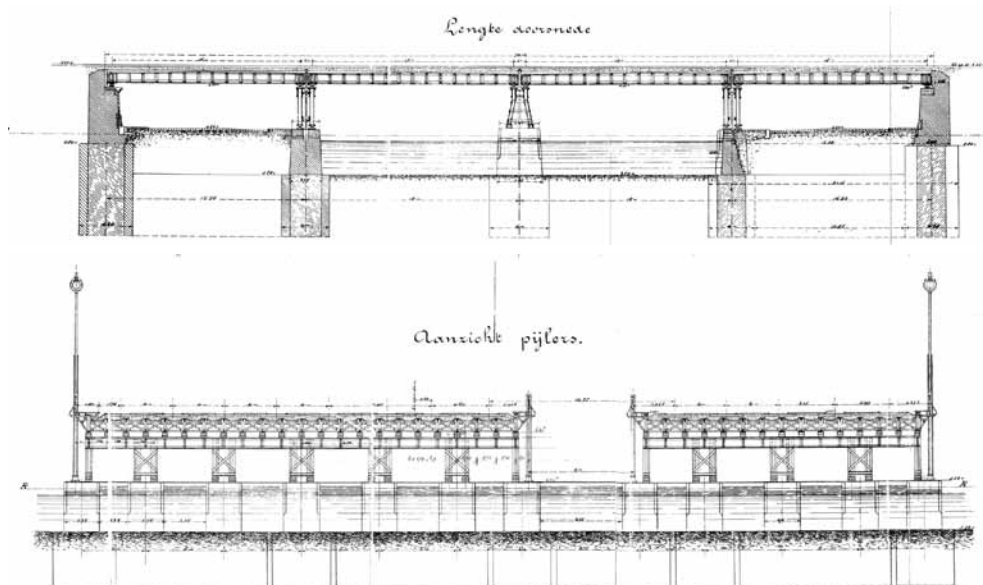
ing. P. Bout en Th.M.G.
Zoetemelk

Amsterdam Centraal Station: welke Nederlander kent het niet? Met dagelijks 240.000 al dan niet overstappende reizigers is dit het belangrijkste station van Nederland. Omdat dit knooppunt van trein, auto, bus, fiets en voetganger de groeiende stroom reizigers nauwelijks meer aankan, wordt het station momenteel 'aan alle kanten' aangepast. Bruggen vormen een belangrijk onderdeel bij het in goede banen leiden van al die verkeersstromen. Duidelijk is, dat bij een dergelijke complexe klus een optimale coördinatie, samenwerking, flexibiliteit en multidisciplinaire inzet dé basisvoorwaarden zijn om te komen tot het beste resultaat. Niet in de laatste plaats natuurlijk omdat het stationsgebied gewoon 'in bedrijf' blijft tijdens de werkzaamheden, één van de belangrijkste eisen van de opdrachtgever ProRail. In dit artikel aandacht voor de spoorbruggen.

Hoewel het de meeste treinreizigers niet zal opvallen, is het Centraal Station van Amsterdam gebouwd op een omstreeks 1870 in het IJ opgeworpen eiland (figuur 1). Het was toen dus al woekeren met vierkante meters op die locatie. Aan oost en westzijde, de beide uitgangen van het station, werd het eiland via stalen spoorbruggen verbonden met het 'vasteland'. Het toenemend aantal treinen dat Amsterdam CS vooral vanaf de westzijde aandoet, waaronder de Thalys, maakt capaciteitsuitbreiding noodzakelijk. De uitbreiding wordt vooral gevonden in een verlenging van de drie meest noordelijke perrons in westelijke richting, waardoor op deze perrons langere



Figuur 1: oorspronkelijke situatie



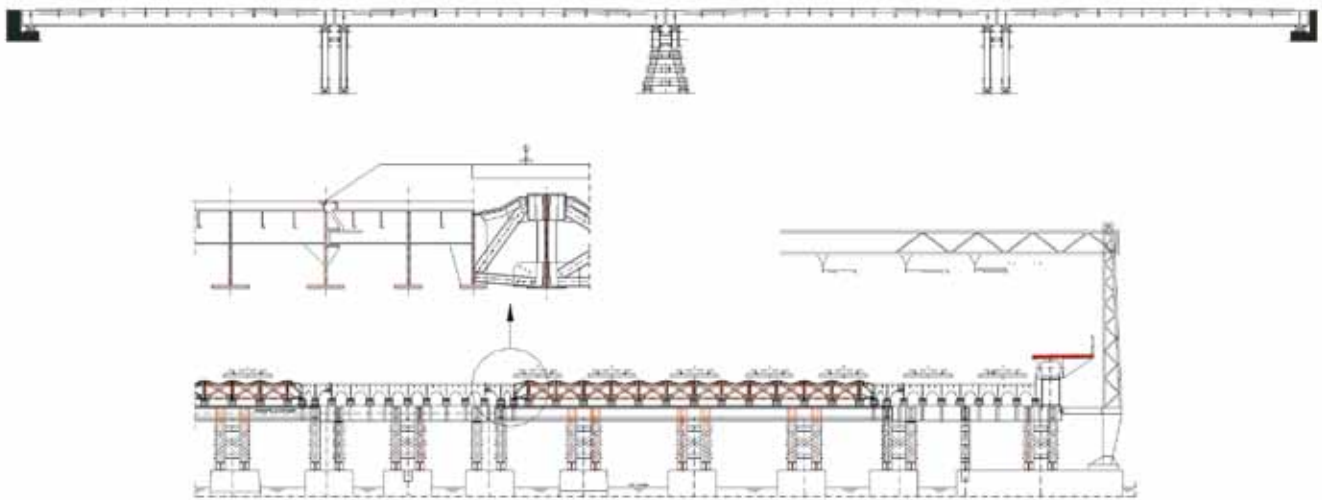
Figuur 2: lengte en dwarsdoorsnede van de bestaande brug

treinen kunnen worden afgehandeld. Het verlengen van de perrons betekent echter dat ze moeten doorlopen over de westelijke toegangsbruggen. Die moesten daardoor worden verbreed, waar ter plaatse gelukkig ruimte voor was. Volledige nieuwbouw is overigens ook overwogen, maar dat idee is terzijde geschoven vanwege de nog grotere bouw- en verkeershinder, de hogere kosten en het feit dat de bestaande brug nog een restlevensduur heeft van 50 jaar.

Oorspronkelijk brugontwerp

De oorspronkelijke bruggen aan de westzijde bestaan uit twee parallel gelegen brugdekken van gelijke opbouw. Ze zijn respectievelijk 35 en 23 meter breed en beschikken oorspronkelijk over acht respectievelijk vijf sporen. De bruggen worden gescheiden door een tussenruimte, een middenvide van 8.10 m (figuur 2).

Ze dateren uit het begin van de 20e eeuw. De constructief gelijkvormige, parallel gesitueerde bruggen vervingen destijds de in 1880 in gebruik genomen brug, die echter al snel met desastreuze funderingsproblemen te kampen kreeg. De bruggen die nu aangepakt worden, en het dus beduidend langer hebben volgehouden, bestaan in langsrichting uit 4 statisch bepaalde overspanningen: twee randvelden over de weg van elk 16 m en twee middenvelden over het water van de Westertoeegang van elk 17 m. Geklonken plaatliggers, om de 1.50 m, vormen de hoofddraggers, die bestaan uit een lijfplaat van 1000 x 14 mm en flenzen van 430 x 14 mm. De flenzen zijn opgedikt en volgen de momentenlijn. Op de uiteinden is een enkele flensplaat gebruikt, in het midden van de overspanning zijn 4 platen van 14 mm op elkaar toegepast. In langsrichting zijn de hoofddraggers om de 1.18 m aan elkaar gekoppeld met dwarsdraggers bestaande uit kruisvormig aangebrachte UNP-profielen. Het brugdek wordt gevormd door rond gebogen platen



Figuur 3: uitbreiding tussen en naast de bestaande bruggen (boven: langsdoorsnede, onder: dwars-doorsnede, midden: detail aansluiting oud op nieuw)

die bevestigd zijn aan de zijkanten van de flenzen van de hoofdliggers en tevens ondersteund worden door de koppelingen tussen de hoofdliggers. Op caissons gefundeerde landhoofden van massief metselwerk vormen de eindsteunpunten. De tussensteunpunten bestaan uit stalen vakwerkspanten, waarop de oplegbalk rust en waarop de hoofdliggers zijn opgelegd. De stabiliteit in dwarsrichting wordt ontleend aan deze spanten. Deze stabiliteitsverbanden geven de brug-constructie het karakter van een vlakke plaatvloer. De stabiliteit van de brug wordt in langsrichting geleverd door het middensteunpunt, dat hierop qua vorm is aangepast.

Nieuwe ontwerp: uitgegaan van bestaande vormgeving

De uitbreiding van de bruggen is op te splitsen in drie hoofdonderdelen. Ten eerste het dichtleggen van de middenvide, wat een strookvormige uitbreiding oplevert van 800 m². Verder wordt het oorspronkelijke brugdeel aan de IJ-zijde verbreed met een nieuw deel variërend van 5.20 m tot 13.9 m breed en een lengte van 70 m, al met al goed voor 650m². En tenslotte komt er aan de IJ-zijde een aparte brug voor het meest noordelijke perron. Na de oplevering zal er visueel gezien geen sprake meer zijn van twee gescheiden bruggen, maar van één aaneengesloten brug met een grotere totaalbreedte dan de twee oorspronkelijke bruggen (figuur 3).

De bestaande vormgeving was het primaire uitgangspunt voor het nieuwe ontwerp. Daarbij zijn vanzelfsprekend de modernste technieken toegepast. Zo is er in plaats van geklonken hoofdliggers gekozen voor gelaste plaatliggers met een geringe hoogte, waarbij de flenzen verlopen in dikte. De reden voor de geringere hoogte van de plaatliggers is omdat daarmee een toename van de ballastdikte mogelijk is. Hiermee wordt voorkomen dat net als bij de oude bruggen veel onderhoud aan de conservering van het brugdek noodzakelijk is. De lijfdikte van de plaatliggers bedraagt 25 mm. Voor de flenzen zijn in het besteksontwerp LP-platen gebruikt met een dikteverloop van 5.5 mm/m¹. De dwarsdraggers zijn op dezelfde plaatsen toegepast als bij de bestaande brug, nu echter uitgevoerd in IPE 400 profielen, waarvan de bovenflens is verwijderd. Deze plaatsen zijn gekozen

om een goede koppeling te creëren met de bestaande brugdelen.

Indien de uitbreidingen vast verbonden zouden worden met de oorspronkelijke brug, zou in de nieuwe situatie een brugbreedte ontstaan van meer dan 80 m. Aangezien de steunpunten in dwarsrichting vrij stijf zijn en statisch onbepaald, kan dit bij temperatuurschommelingen leiden tot aanzienlijke secundaire spanningen. Daarom is de aansluiting tussen de oude en nieuwe brugdelen zodanig uitgevoerd dat er alleen een verticale dwarskracht kan worden overgebracht. In de horizontale richtingen, dwars op het spoor, kunnen de oude en nieuwe brugdelen zich vrij ten opzichte van elkaar verplaatsen. In de langsrichting zijn de brugdelen op enkele plaatsen gekoppeld om de remkrachten op te kunnen nemen. Een en ander is gerealiseerd via dubbelzijdige tandopleggingen met glijdplaten van PTFE/RVS (kunststof met roestvast staal). De scharnieropleggingen waren oorspronkelijk conform de bestaande gietstukken ontworpen, maar door een bezuinigingsronde is er later gekozen voor kokervormige opleggingen die de oorspronkelijke vorm zo dicht mogelijk benaderen.

Het meest noordelijke perron is uitgevoerd als een separate staal/beton brug, weer met vier statisch bepaalde velden. De maximale overspanning bedraagt 17.8 m. De brug is uitgevoerd als een stalen koker met lijfplaten van 1100x10 mm en een onderplaat van 1400x10 mm. Het excentrisch liggende betonnen dek is uitgevoerd in monoliet afgewerkt beton met breedplaatvloeren en heeft een totale dikte van 150 mm. Op de lijfplaten is een smalle bovenflens gelast, ter bevestiging van de toegepaste stifdeuvels en als oplegging voor de breedplaten. Een voorwaarde voor de aannemers was dat het dek van het perron in een bepaalde afwaterende helling kwam te liggen. De U-vormige stalen koker is gebouwd met een zeeg, eerst gemonteerd en tijdens het uitharden van het beton met behulp van een hulpconstructie voorgedrukt om het gevraagde resultaat te bereiken. Ook voor de ondersteuningsconstructies is de bestaande vorm zoveel mogelijk nagebootst, wat heeft geleid tot een vorm die tegenwoordig eigenlijk niet meer zou worden toegepast. De pendelsteunpunten

zijn samengesteld uit 2 x INP340 + strip 320x30, voor het vaste middensteunpunt is gekozen voor A-frames profielen samengesteld uit vier strippen van 120x 20 en een HE360M profiel.

Berekening

In de archieven aangetroffen berekeningen van de bestaande brug corresponderen niet meer met het huidige gebruik, behalve dat er nog steeds sprake is van een gelijkmatig verdeelde belasting van 80 kN/m' spoor met een lage waarde van de toelaatbare spanning in het staal. Dat heeft ertoe geleid dat er een herberekening van de aanwezig bruggen uitgevoerd is met belasting-klasse D4 bij een snelheid van 40 km/h. De nieuwe brugdelen zijn berekend op VOSB-belasting. De D4 komt overeen met een gelijkmatig verdeelde belasting van 80 kN/m', maar voor de VOSB geldt die belasting van 80 kN/m' vermeerderd met een extra laststelsel. Uitgangspunt is dat de stijfheid van de nieuwe brug zoveel mogelijk gelijk is aan de stijfheid van de bestaande hoofdliggers. Dit om het gedrag zoveel mogelijk met elkaar overeen te laten komen en grote spanningswisselingen in de voegconstructie te voorkomen. In tegenstelling tot de geklonken bestaande brug is de uitbreiding geheel gelast.

In de berekening is voorts aandacht geschonken aan onder andere: de herberekening van de bestaande brug voor vergelijking met de nieuwe uitbreiding; een balkroosterberekening van de uitbreiding; de overgangen van bestaand naar nieuw (waaronder het overgangsdeel

tussen bestaand en nieuw dat vastgebout is aan de bestaande constructie); de nieuwe ondersteuningsconstructie; de staal-betonligger van het perron en vanzelfsprekend diverse detailberekeningen, waarbij de controle op vermoeiing uiteraard grote aandacht kreeg. Een en ander leidde tot de volgende interessante conclusies:

- nieuwe hoofdliggers h.o.h. 1000 mm in plaats van de 1500 mm van de bestaande geklonken constructie.
- vlakke verstijfde plaat in plaats van de holle plaat tussen de hoofdliggers.
- betonnen dwarsdragers onder het spoor worden niet toepasbaar geacht, omdat er veel beweging in de voegconstructie zit en dit extra onderhoud geeft voor het spoor.
- de bestaande ondersteuningsconstructies zijn waarschijnlijk niet berekend op remkrachten. De nieuwe constructie kan ze ook niet geheel opnemen. Gekozen is voor het koppelen van de bestaande en de nieuwe delen om zodoende de remkrachten te spreiden over oud en nieuw.
- de Pi-liggers van de ondersteuningsconstructies moeten van vereenvoudigde scharnierpunten worden voorzien, omdat er zettingsverschillen tussen de bestaande en de nieuwe fundaties zijn te verwachten.
- de rolopleggingen van de bestaande bruggen functioneren niet optimaal. Voor de nieuwe landhoofdopleggingen is voor glijdopleggingen gekozen om



Figuur 4: montage noordelijke verbreding

- een lange bedrijfszekerheid te behouden.
- de nieuwe plaatconstructie is versterkt met bulbstaal (HP-profiel), zoals bij schepen.

Montage

In de ontwerpfase is een studie verricht naar de meest voor de hand liggende montagemethode (figuur 4). De verbreding aan de noordzijde is gelegen aan het water en de openbare weg, wat de aanvoer van de brugelementen over water en de montage met een mobiele kraan vanaf de weg mogelijk maakte. Ingewikkelder was het dichtleggen van de middenvide, omdat er aan weerszijden meerdere sporen lopen die zonder problemen in gebruik moesten blijven.

Voor de montage van dit deel zijn drie oplossingen onderzocht:

1. montage met een zware mobiele kraan vanaf de weg aan de noordzijde. De vlucht is hierbij ca 45 m, waarbij over vijf sporen moet worden gehesen.
2. verplaatsen met spoorkranen vanaf op het naastliggende spoor staande wagons naar het gat van de vide en ze vervolgens op hun plaats schuiven.
3. montage vanaf de weg onder de vide (omhoog steken). Deze mogelijkheid is niet uitgewerkt, omdat de beperkte doorrijhoogte onder de bestaande bruggen reeds een heel scala van mobiele kraantypen deed afvallen.

Vanwege door NS opgelegde beperkingen bleek alleen de tweede mogelijkheid haalbaar en is deze dan ook in het contract verwerkt. Tijdens de uitvoering bleek het echter alsnog mogelijk om de vijf sporen tussen de weg aan de noordzijde en de vide voor korte tijd buiten gebruik te nemen en spanningloos te maken, waardoor de eerstgenoemde oplossing uiteindelijk is uitgevoerd. De montage is in vier nachtelijke hijsessies van vier uur uitgevoerd. Er is gebruik gemaakt van een 500 tons Demag AC 1600 kraan, die ter beperking van de radius vanaf twee locaties, gelegen op de weg aan de uiteinden van de bruggen, de brugsecties met een maximaal gewicht van 29 ton heeft ingehesen. Na montage zijn de secties op locatie aan elkaar gelast. De verbreding aan de noordzijde is ook vanaf twee aan de uiteinden van de brug gelegen locaties uitgevoerd. Hierbij is een 400 tons mobiele kraan gebruikt en was het maximale sectiegewicht 43,4 ton bij een radius van 21 m.

Tenslotte: de uitvoering vond plaats tussen mei 2000 en augustus 2002, de bouwsom bedroeg € 5.35 miljoen (prijspeil 2000, alleen stalen brug). In figuur 5 treft u de eindsituatie aan.

In het kader van het thema bruggen, treft u in het volgende artikel informatie aan over de andere (brug)inbreng die ARCADIS had op het Stationseiland Amsterdam CS.



Figuur 5: eindsituatie