

de Betuweroute gefundeerd op beton



Betuweroute

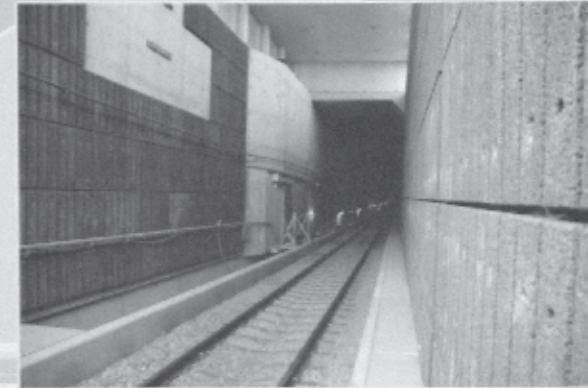


Betonprijs 2005

Winnaar

Speciale projectprijs

De Betuweroute van zee tot Zevenaar



Opdrachtgever:	ProRail – Projectorganisatie Betuweroute namens het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (i.c. Rijkswaterstaat)
Architecten:	Grontmij – De Weger v.o.f. Holland Railconsult BV, Utrecht Arcadis infragroep
Constructeur:	Grontmij – De Weger v.o.f. Holland Railconsult BV, Utrecht Arcadis infragroep
Aannemer:	Boskalis, Hoijmans, BAM, Ballast Nedam, Strukton Betonbouw, BAM Civiel, KWS-Infra, Van Hattum en Blankevoort, Mam-Van Oord, Dura Vermeer, Koop Holding, Welling Holding, Midden Betuwe Aannemingsmij, Mourik, Gebr. van Kessel, CFE, Besix, Da Vincigroep, Hegeman, TBI Beton- en Waterbouw, e.a.
Andere betrokkenen:	Geo Delft, TUC Rail, Witteveen en Bosch, DHV, Gauberg-Huygen, ROB, Schokbeton, B.V. Meteoor, Molenaar-Beton, e.a.

Het motto "Zonder beton geen Betuweroute" goelt volgens de jury de essentie weer van dit voor Nederlandse bezrippen unieke project, waarbij de kernwoorden flexibiliteit, ontwerpvrijheid, meervoudig ruimte gebruik, inspelen op wensen uit de omgeving en duurzame oplossingen op een manier gehanteerd zijn die in combinatie met creatieve toepassing van het materiaal beton tot een uniek 'landmark' hebben geleid die onvergelykbaar is met wat verder in dit kader is ingediend. In plaats van dit project een gewone Betonprijs nominatie toe te kennen heeft de jury gemeend dit luuzere stukje te moeten bekronen met een speciale projectprijs.

Namens de Betonvereniging: *drs. J.P.J. Kuisen*

Namens de Jury: *is C.E.C. de Boer*



Betonvereniging

Kennisprijs voor om op te bouwen

de Betuweroute gefundeerd op beton

inhoud



1. zonder beton geen Betuweroute	6
2. het project Betuweroute	8
3. onderbouw klaar, testtreinen rijden	10
4. Masterplan Vormgeving gerealiseerd	12
5. veel innovaties	14
6. spotlicht op de beeldbepalers	18

01: pergola bij Rozenburg

1. zonder beton geen Betuweroute

Zo'n groot infrastructureel project realiseren als de Betuweroute zonder veelvuldig gebruik te maken van het materiaal beton is ondenkbaar. Het gemakkelijke materiaal maakte het mogelijk, ondanks de megaomvang van het project, een visie te ontwikkelen op het ontwerp van deze spoorlijn als geheel en hierbij consistentie na te streven. De vele gunstige eigenschappen van beton zijn dan ook ten volle benut. De flexibiliteit van beton maakte een opvallende en herkenbare vormgeving mogelijk, zoals vooraf vastgelegd in het Masterplan Vormgeving. Zeer karakteristiek hierbij is de combinatie van gebogen geluidschermen (in beton) en de gebogen bovenleidingsmasten aan de buitenzijde daarvan.

De goede beheersingsmogelijkheden van de maatvoering van het materiaal beton zorgde er ook voor dat markante en overal gelijkvormige onderdoorgangen gebouwd konden worden (de zogenaamde Poorten).

De ontwerpvrijheid die het materiaal biedt heeft de bouw mogelijk gemaakt van bijzondere kunstwerken, zoals het Vorkviaduct op Kijfhoek, de Pergola en het Vondelingenviaduct in de Havenspoorlijn, de dienstgebouwen bij de tunnelmonden (met als één van de meest opvallende en prachtig in de omgeving geïntegreerd het dienstgebouw bij de tunnel De Giessen), de M-baan, Kunstwerk A in de Kortsluitroute etc. De mogelijkheid om prefab te bouwen én de sterkte van het materiaal zijn maximaal uitgebuit in de 5 tunnels (lengte circa 18 kilometer), waarvan 3 geboord. Thans lijkt het boren van tunnels met de toepassing van prefab betonnen tunnelringen al gesneden koek, maar bij de aanvang van het Betuwerouteproject, was het boren van tunnels in onze slappe ondergrond slechts één keer eerder vertoond.

Het kunnen inspelen op wensen vanuit de omgeving vereiste de aanleg van verdiepte liggingen (de zogenaamde bakken van Meteren en Schelluinen); en weer maakte beton dit mogelijk.

De hinderafstraling van maar liefst 9 naast elkaar gelegen sporen in Barendrecht is door middel van een betonnen overkapping (1500 x 65 meter) aan het gehoor onttrokken. En op het dak van de overkapping worden lokale verkeers- en recreatieve voorzieningen aangelegd. Meervoudig ruimtegebruik dus én een duurzame oplossing dankzij beton.

Kortom. Opdrachtgever, ontwerpers, landschapsarchitecten en bouwers hebben op velerlei gebied creatief gespeeld met het materiaal beton. Dankzij hen is de zo omstreden Betuweroute toch een bijzonder

'landmark' geworden. Dat hieraan gigantische hoeveelheden beton een bijdrage hebben geleverd, nee sterker nog dit landmark hebben mogelijk gemaakt, zal de doorsnee passant op Rijksweg A15 vermoedelijk ontgaan. Zonder beton geen Betuweroute, maar zeer zeker ook: zonder beton geen fraaie en verantwoorde Betuweroute.

Ik beschouw de toegekende Betonprijs 2005 (de speciale projectprijs) een eerbetoon aan allen die betrokken zijn geweest bij de realisatie van de Betuweroute. Namens hen heb ik dan ook op 16 november de prijs in ontvangst mogen nemen. In deze publicatie (die ook de inzending voor de prijsvraag vormde) laten beeld en woord zien dat deze prijs hen allen volkomen terecht toekomt.

Ir. P.E.M. Buck
directeur realisatie Betuweroute

2. het project Betuweroute

Als de goederentreinen vanaf 2007 over de Betuweroute rijden sluit Nederland een infrastructureel project af dat zijn weerga niet kent. Tussen de Rotterdamse Haven en de Duitse grens ligt dan een snelle, veilige spoorverbinding met het Europese achterland en zijn vanuit het havengebied alle vormen van vervoer beschikbaar. De Betuweroute zal de kern van het Nederlandse goederentransport per trein worden. Als de eerste treinladingen langs de snelweg A15 rollen zijn er zo'n elf jaar verstreken sinds de Tweede Kamer het groene licht gaf voor de aanleg. Een besluit dat soms ingrijpt in de leefomgeving van de mensen die er langs wonen, de dieren die er leven en gevolgen heeft voor het landschap. Tal van keuzes zijn in goed overleg en na zorgvuldige afweging gemaakt. Soms met moeite, maar altijd realistisch.

De strategische ligging aan zee, in de delta van de grote rivieren, maakt ons land sterk op het gebied van transport en distributie in Europa. Voor het toenemende vervoer van consumptiegoederen, grondstoffen, agrarische producten en soortgelijke vracht naar andere landen zijn alle soorten vervoermiddelen nodig. De nieuwe route voor transport van goederen is hard nodig, omdat steeds meer passagierstreinen gebruik maken van het bestaande spoornet. Het goederenvervoer per spoor kan daardoor niet groeien, terwijl de goederenstroom en de vraag naar containervervoer toeneemt. De Betuweroute heft dit knelpunt op. Met de Betuweroute loopt Nederland voorop in het toekomstige Europese spoorwegnetwerk van goederensporen. De omringende landen blijven niet achter. Zo investeren Zwitserland, Oostenrijk, Frankrijk en Duitsland met elkaar ook miljarden in de modernisering en uitbreiding van uiteindelijk één groot Europees (goederen) Spoorwettenwet.

ProRail is verantwoordelijk voor de voorbereidingen, de ontwerpproces- sen en de bouw van de Betuweroute en treedt op als aanbestedende partij. Binnen ProRail is de projectorganisatie Betuweroute (PoBr) als regisseur van de aanleg belast met de voorbereiding en uitvoering. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat fungeert namens het Rijk als opdrachtgever voor ProRail. Als vertegenwoordiger van het Ministerie treedt op het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat.

3. onderbouw klaar, testtreinen rijden

Het project Betuweroute verkeert eind 2005 in de fase dat het werk aan de onderbouw gereed is. De aarden baan, de tunnels en de kunstwerken zijn opgeleverd. Veruit het grootste deel van de kunstwerken is al geruime tijd in gebruik. Ook het werk aan de bovenbouw is voor het grootste deel achter de rug. Tussen Sliedrecht en Gorinchem is de Betuweroute al in definitieve vorm te bewonderen. Daar rijden sinds mei van dit jaar treinen die de infrastructuur en de systemen intensief aan het testen zijn.



02



03

02: testtrein op het testtracé Sliedrecht-Gorinchem

03: het testtracé Sliedrecht-Gorinchem

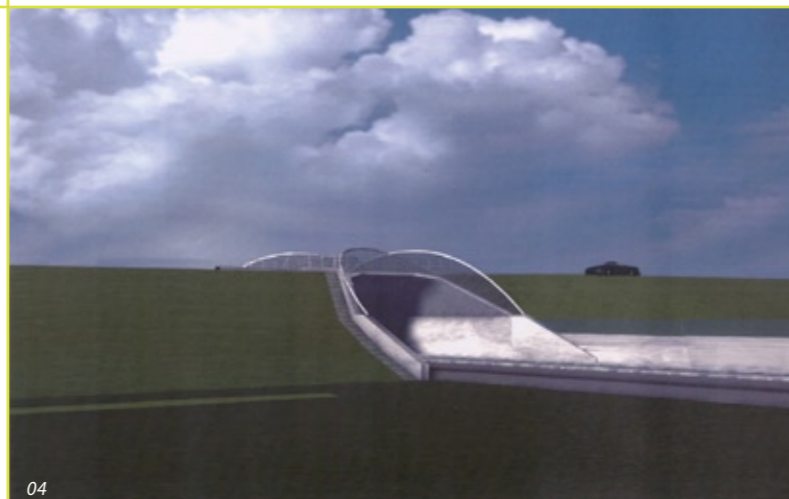
4. Masterplan Vormgeving gerealiseerd

De realisatie van een infrastructureel project van bovennationale betekenis vraagt op het gebied van vormgeving om tal van beslissingen. Om de vormgeving van de Betuweroute te structureren is het Masterplan Vormgeving ontwikkeld. Met de ontwikkeling van dat Masterplan is in 1992 begonnen. Toen was de Planologische Kernbeslissing al door de Tweede Kamer vastgesteld. De tracékeuze, de mate van vervlechting met de bestaande spoorinfrastructuur en vooral de afmetingen van het feitelijke plangebied lagen dus vast.

Het Masterplan Vormgeving is een totaalconcept voor de vormgeving van baan, kunstwerken, techniek en gronddepots van de gehele Betuweroute, inclusief de Havenspoorlijn. Voor tenminste 80% van de gebouwde kunstwerken en technische componenten is het Masterplan het uitgangspunt. De tunnels maken deel uit van de resterende 20% van kunstwerken die hun eigen vormgeving, los van het Masterplan, hebben gekregen. Door hun afwijking op de vorm zijn ze als 'landmarks' goed herkenbaar in het landschap.

Het Masterplan sluit aan op de landschappelijke inpassing. Door de technische uitwerking wordt de Betuweroute als bovenregionale infrastructuur herkenbaar in de omgeving. Met name in de kruisingen met andere infra en in de geluidsschermen wordt dat manifest. Omdat de Betuweroute nergens op maaiveld mocht worden gekruist, was voor iedere kruising een kunstwerk nodig.

Het Masterplan is opgesteld door ontwerpers van Holland Railconsult en Grontmij-De Weger. Samen met Arcadis leverden zij ook de ontwerpen voor de Betuweroute. Het Masterplan Betuweroute was uniek omdat nog nooit eerder voor een dergelijk project een omvattende vormgevingsvisie en -uitwerking was opgesteld. Tijdens de vele jaren waarin de ontwerpen van de Betuweroute vorm en gestalte kregen heeft het zogenaamde 'Seniorenconvent' van architecten (afkomstig uit de genoemde bureaus) gewaakt over een consequente en consistente naleving van dit Masterplan.

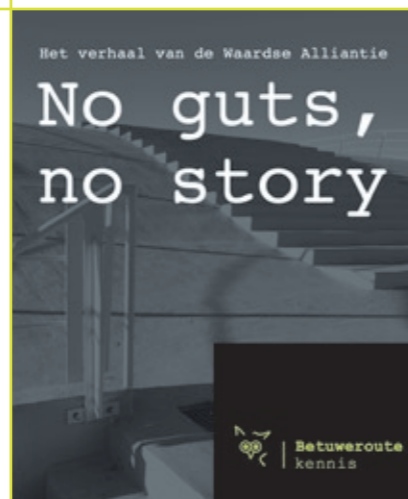


04: spoorpoort uit het Masterplan Vormgeving 1996

05: spoorpoort bij Echteld anno 2005



5. veel innovaties



De Betuweroute is één van de grootste infrastructurele projecten ooit in Nederland, qua omvang alleen te vergelijken met de Deltawerken. Net als bij de waterkering zijn er in het project oplossingen bedacht die vernieuwend waren en die inmiddels elders in de wereld hun toepassingen vinden. Eén van de meest duidelijke en bekende voorbeelden daarvan is de kennis van het boren van tunnels. Nergens is in een zo korte tijd zoveel kennis ontwikkeld op het gebied van boren in slappe ondergrond als in Nederland. Maar ook op de terreinen van archeologie, grondverzet, projectbeheersing en contractering zorgt de bouw van de Betuweroute voor nieuwe kennis en innovaties. Tegelijkertijd worden innovatieve systemen gebruikt en ontwikkeld. Voorbeelden daarvan zijn het beveiligingssysteem en het tractie-energiesysteem. In dit hoofdstuk wordt, aan de hand van een selectie van voorbeelden, een beeld gegeven van de rijke schakering aan innovaties die de bouw van de Betuweroute heeft opgeleverd.

5.1 contractering

- De Betuweroute kende de eerste Design and Construct contracten van infrastructurele projecten in Nederland. Er zijn voor de onderbouw in totaal 6 Design and Construct contracten gesloten. Al deze contracten zijn inmiddels gerealiseerd.
- Eén van de Design en Construct contracten is omgezet in een Alliantie contract: een novum op het terrein van de bouw van infrastructuur. De ervaringen met deze zogenaamde 'Waardse Alliantie' kunnen rekenen op veel interesse in de bouwwereld. Op basis van een grondige interne evaluatie van dit contract is in het najaar van 2005, als onderdeel van het Betuweroute Kennisproject, de publicatie 'No guts, no story' van de drukpers gerold.

5.2 ontwerp

- De Botlekspoortunnel was een pilotproject voor de boortunnels in Nederland: het was namelijk de eerste geboorde tunnel voor zwaar railverkeer in Nederland. In totaal zijn er 3 geboorde tunnels gerealiseerd onder verschillende omstandigheden en met verschillende technieken. Het project heeft zo de kennis ten aanzien van dit soort constructies een enorme impuls gegeven en Nederland

internationaal prominent op de kaart gezet waar het gaat om het boren in slappe ondergrond. De opgedane kennis is door de projectorganisatie Betuweroute vastgelegd in het boekje: 'Botlekspoortunnel. Boren onder de Oude Maas'. Deze publicatie verschijnt in januari 2006.

- De tunnels worden beschermd tegen de mogelijke gevolgen van calamiteiten, zoals brand en explosies met behulp van een sprinklerinstallatie. Het sprinklersysteem is als blussysteem zo ontworpen dat ook de betonnen tunnelwanden in de omgeving van een brand worden gekoeld, zodat de constructie langer intact blijft. Dit is uniek in Europa en het heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de kennis over tunnelveiligheid en -systemen.
- In het project is ook een begin gemaakt met het toetsen van ontwerpen op de zogenoemde RAMS (HE) aspecten. Dit is nieuw in de civiele techniek. RAMS (HE) staat voor: Reliability, Availability, Maintainability and Safety (Health and Environment). De ervaringen die hiermee worden opgedaan zullen in een steeds bredere kring bekend worden en helpen bij de toepassing van deze werkwijze.

5.3 uitvoering

Ook ten aanzien van de uitvoering van het bouwproject zijn veel opvallende vernieuwingen te noemen:

- Het toepassen van de EPB-boortechneik in zandgrond, gecombineerd met een hoge waterdruk (Botlekspoortunnel). Met het resultaat is de grens van het kunnen toepassen van de EPB-boortechneik (wereldwijd) opgeschoven.
- De pilot met het zogenoemde continue boren bij de Sophiaspoortunnel. Hiermee is een forse stap gezet in de verdere ontwikkeling van deze techniek die erin resulteert dat tunnels sneller en goedkoper gebouwd kunnen worden.
- Het boren van een tunnel door een vooraf gemaakt dijklichaam in een voormalige zandwinput (tunnel Pannerdensch Kanaal). Het dijklichaam moest dusdanig verdicht worden dat het boren in de lengte richting van de dijk verantwoord was. Ook moest er voor gezorgd worden dat er geen uitspoeling van de dijk kan optreden.
- De uitvoering van dwarsverbindingen tussen geboorde tunnels. Met maar liefst vijf verschillende methoden is ervaring opgebouwd.



- Vaak niet eerder in Nederland toegepaste technologie, die in het geval van de Tunnel onder het Pannerdensch Kanaal aan een breed publiek is gepresenteerd in het TV-programma 'Jules Unlimited'.
- Toepassing van staalvezels in onderwaterbeton in combinatie met trekankers.
- De uitvoering van 110 km geluidsscherm in een tot nog toe ongekend tempo.
- Het bouwen van kunstwerken boven een gecompliceerde bestaande spoor situatie: Vondelingenviaduct (Havenspoorlijn) en Vorkviaduct (Kijfhoek).
- De bouw van de overkapping Barendrecht met 'de winkel open'. Een ingenieus en complex faseringsplan voor de bouw van de overkapping maakte het mogelijk dit te doen, terwijl het intensieve personenvervoer en goederenvervoer in de drukste spoorcorridor van Nederland (Rotterdam-Dordrecht) gewoon doorgang kon vinden. Ook de stationsfunctie kon gehandhaafd blijven.
- Het ontwerpen van de overkapping op basis van 1 bar overdruk. Een overdruk die geldt als eis voor tunnels, waar echter sprake is van gronddruk. Die gronddruk is afwezig bij de overkapping en stelde de ontwerpers daarmee voor nieuwe technische uitdagingen.

publicaties 'No guts, no story' en 'Botlekspoortunnel. Boren onder de Oude Maas' zijn kosteloos verkrijgbaar via info@betuweroute.nl

6. spotlight op de beeldbepalers

In de 160 kilometer lange Betuweroute is een groot aantal kunstwerken gebouwd. De Betuweroute is dan ook het project van de grote getallen. De volgende cijfers geven daarvan een indruk:

- 130 viaducten en bruggen
- 7,5 kilometer verdiepte aanleg van het spoor
- 5 tunnels met een totale lengte van 18 kilometer
- 190 faunapassages
- 160 kilometer geluidsscherm (waarvan 110 langs de A15)
- Kap Barendrecht 1500 x 65 m²

In het kader van de Betonprijs 2005 zijn de meest in het oog springende of bijzondere kunstwerken geselecteerd. Deze geven een goede indruk van de toegepaste vormgeving, de omvang van het project en de innovatieve manier waarop er gewerkt is.

6.1 pergola bij Rozenburg

Ten zuiden van Rozenburg kruist de Havenspoorlijn de A15 onder een scherpe hoek. Op deze plek moest het spoor over de rijksweg heen getild worden. Om de zware goederentreinen te kunnen dragen is hier een zogenaamde pergolaconstructie gebouwd. Doorgaans wordt er gekozen om de balkenstructuur onder de spoordekken te laten dragen door betonwanden. Maar om een zo transparant mogelijke constructie te realiseren is er hier voor gekozen om de balken te laten dragen door kolommen die aan weerszijden van de autoweg aangebracht zijn.

De gekozen vorm geeft het kunstwerk een opvallend karakter en zorgt ervoor dat het niet massief overkomt.



06

06: pergola bij Rozenburg

6.2 Botlekspoortunnel

De bestaande spoorbrug over de Oude Maas moet vaak open voor de scheepvaart en biedt geen plaats voor een tweede spoor. Daarom is naast de bestaande tunnel voor het wegverkeer een aparte 3.065 meter lange tunnel voor goederentreinen aangelegd. Deze eerste geboorde spoortunnel van Nederland bestaat uit twee, deels halfopen, deels gesloten toeritten en twee geboorde tunnelbuizen. Aangelegd in een gebied dat vol ligt met bovengrondse en ondergrondse infrastructuur (wat onder meer een 'afzinktunnel' onmogelijk maakte). Voor het boren van een tunnel in slappe bodem zijn twee methoden geschikt. Het vloeistofschild (slurryschild) en het gronddrukbalansschild (EPB-schild). De slurry-methode is toegepast bij het boren van de tweede Heinenoordtunnel. Voor de Botlekspoortunnel is voor het eerst in Nederland de EPB-methode toegepast. Hiervoor waren verschillende redenen. De methode paste het best bij de uiteenlopende bodemgesteldheid op het traject van de tunnel. Verder kan deze methode op een kleiner werkterrein worden toegepast, wat bij de beperkte ruimte in het Botlekgebied van groot belang was. Eveneens van belang is dat bij deze methode minder gronddekking nodig was dan bij de slurry-methode. Bij de EPB-methode wordt het graaffront in evenwicht gehouden door de ontgraven grond. Binnen een stalen ring, het zogeheten schild, wordt door een roterend graafwiel met een diameter van 9,75 meter de grond ontgraven. De grond wordt gemengd met een conditioneringsmiddel waardoor een 'hanteerbare' grondbrij ontstaat. Een schroeftransporteur voert de ontgraven grond vervolgens af naar een transportband die de grond vervolgens weer afvoert naar de zogenoemde slurryfying box. Hier wordt de grond vermengd met water en via baggerpompen en een leidingensysteem afgevoerd uit de tunnel.

feiten en cijfers Botlekspoortunnel

totale lengte tunnel	3.065 meter
lengte van de te boren tunnelbuizen	1.835 meter
inwendige diameter van de tunnel	8,65 meter
diepte van start- en ontvangstschacht	circa 20 meter
maximaal hellingspercentage	2,5%
diepste ligging bovenkant buis	NAP -20 meter
totale hoeveelheid afgegraven grond	circa 600.000 m ³
weg te boren grond	circa 280.000 m ³
aantal dwarsverbindingen	3
lengte van toeritten op de oevers	500 en 700 meter
maaiveldhoogte	NAP + 4,5 meter
beton toeritten & schachten	68.500 m³
onderwaterbeton	14.300 m³
funderingspalen	2.400 stuks
betonnen tunnelring	7 segmenten en 1 sluitsteen
contractvorm	Design & Construct
engineering & realisatie	Boortunnelcombinatie BTC bestaande uit HBW, van Hattum en Blankenvoort, Ballast Nedam, Wayss & Freytag, Strukton

6.3 Vondelingenviaduct

Omdat de Betuweroute het Shell-kantoor in Pernis met het achterliggende raffinaderijcomplex zou afsluiten van de voor de ontsluiting van de haven cruciale A15 is een viaduct gebouwd. Dit viaduct in de Vondelingenweg (waaraan het zijn naam ontleent) heeft een lengte van bijna 700 meter. Door de zeer beperkte ruimte ter plaatse, de eis dat het weg- en spoorverkeer niet of slechts kortdurend gehinderd mocht worden en een bodem die vol ligt met kabels en leidingen ging het hier om een complex werk. Voor de bouw van het Vondelingenviaduct is ongeveer 5200 m³ in situ beton gebruikt.



07: Botlekspoortunnel

08: Vondelingenviaduct in Pernis

09: Vondelingenviaduct van bovenaf gezien

6.4 de M-baan in de Verlegde Havenspoorlijn

De 'oude' Havenspoorlijn liep vanaf het emplacement Waalhaven langs de Rotterdamse woonwijken Pendrecht en Lombardijen en sloot aan op de spoorlijn Rotterdam-Dordrecht. De spoorlijn is verlegd naar de berm van de A15; hierdoor hebben de bewoners van Pendrecht en Lombardijen minder hinder van het goederenverkeer. De verlegde Havenspoorlijn is in 2004 in gebruik genomen. Dit nieuwe stuk spoor ligt voor 1100 meter op een viaduct, de zogenoemde M-baan. In die 1100 meter kruist de Betuweroute twee straten, een metrobaan en enkele wandel-/fietspaden in een park. Feitelijk bestaat de M-baan uit maar liefst 5 viaducten. De M-baan is qua vormgeving een opvallende verschijning geworden: één doorgaand kunstwerk met één type ondersteuning (terugliggende wanden). Met name de 'gatenpatronen' op de ondersteunende wanden bij de onderdoorgangen zijn markant. Hiervoor is gekozen niet alleen om reden van esthetiek, maar ook om de sociale veiligheid te verhogen (transparanter dan volledig dichte wanden).



10

6.5 overkapping station Barendrecht

In Barendrecht volgt de Betuweroute het bestaande spoor richting rangeerterrein Kijfhoek. Naast het reizigersspoor loopt hier al een dubbelspoor dat exclusief bestemd is voor goederentreinen die naar Kijfhoek rijden. Deze vier sporen worden nog eens uitgebreid met twee extra reizigerssporen, twee sporen voor de hogesnelheidstrein en een derde goederenspoor. Om de overlast van de in totaal negen sporen in Barendrecht zoveel mogelijk te beperken, kregen langs de bebouwde kom in Barendrecht alle negen sporen een bijzondere overkapping, een soort holle dijk. Deze onttrekt de sporen aan het zicht en het gehoor. De kap integreert het station van Barendrecht. Bovenop de kap wordt een park aangelegd. Verder is voorzien in parkeerruimte, een busstation, een fietsenstalling en een onderdoorgang voor voetgangers en fietsers. De kap is van oost naar west in fasen gebouwd zodat het treinverkeer tijdens de bouw kon doorgaan.

feiten en cijfers Kap van Barendrecht

onder de kap	
aantal heipalen	11.000 stuks
aantal dwarsliggers	22.500 stuks
meters spoorstaaf	27.000 meter spoorstaaf
op de kap	
oppervlakte op de kap	90.000 m2 (circa 16 voetbalvelden)
hoeveelheid grond op de kap	40.000 m3
hoeveelheid parkeerplaatsen	350
de kap zelf	
lengte	1.500 meter
breedte	circa 60 meter
hoogte	circa 9 meter
contractvorm	
	RAW-bestek met detail engineering door aannemer
engineering	
	Holland Railconsult
realisatie	
	CHBM (combinatie Hegeman, Besix en Mowlem)



11

10: M-baan

11: M-baan vanuit de lucht gezien

12: kap van Barendrecht



12

6.6 vorkviaduct Kijfhoek

Een bijzonder opvallend bouwwerk is te vinden op het rangeerterrein Kijfhoek. Om de aan- en afvoercapaciteit daar te verhogen is een zogenaamd 'vorkviaduct' gebouwd. Het vorkviaduct zorgt ervoor dat de treinen vanuit het zuiden (vanuit Dordrecht en vanaf de Betuweroute), die op Kijfhoek moeten worden gerangeerd, vrije doorgang kunnen krijgen naar de aankomstsporen, zonder dat het rangeren hierdoor wordt opgehouden. Het viaduct zorgt er tegelijkertijd voor dat doorgaande treinen op de Betuweroute vrij kunnen passeren. Het vorkviaduct is een fly-over waarbij het spoor zich in een trogbrug boven de sporen splitst (vork) in twee afritten die uitkomen op twee bundels aankomstsporen.



6.7 Sophiaspoortunnel

Met een lengte van ruim acht kilometer is de Sophiaspoortunnel het langste betonnen bouwwerk van de Betuweroute. Het hart van de Sophiaspoortunnel bestaat uit een ruim vier kilometer lange boortunnel met twee afzonderlijke tunnelbuizen. Aan weerszijden van deze geboorde tunnel zijn toeritten gebouwd; een gesloten tunnelbak aan de ene kant en een open tunnelbak aan de andere kant.

Vernieuwend aan de bouw van de Sophiaspoortunnel was de inzet van een geheel nieuw type boormachine om ook continu te kunnen boren. Dit werd mogelijk door een technische innovatie. Aan de achterkant van de tunnelboormachine zitten 28 vijzels. Met deze vijzels zet de boor zich af tegen de laatst gebouwde tunnelring. Tot op dat moment was het zo dat de boor om de anderhalve meter zijn vijzels introk om ruimte te maken voor de tunnelsegmenten waarmee de ring gebouwd werd. Terwijl de tunnelring werd gebouwd, kon er dus niet worden geboord. Bij de nieuwe techniek kon de boor continu vooruit. Dit doordat de vijzels elkaar konden afwisselen. Op de plek waar de vijzels zich terugtrekken, werd een tunnelsegment geplaatst. Ondertussen namen de andere vijzels de drukkracht over. Zo kon boren en bouwen tegelijkertijd plaatsvinden. De continue boortechniek is vooral geschikt voor het aanleggen van relatief lange tunnels.

Om de 600 meter zijn dwarsverbindingen gemaakt tussen de beide tunnelbuizen. Via deze dwarsverbindingen kunnen machinisten op de Betuweroute in geval van een calamiteit naar de andere tunnelbuis toe. Er zijn in totaal zeven van deze dwarsverbindingen. Voor de bouw daarvan zijn hulpschachten gebruikt. Twee van deze vluchtschachten hebben een vluchtgebouw aan beide kanten van de rivieren de Noord en de Rietbaan. De overige vijf hulpschachten zijn tot onder het grondoppervlak afgebroken.

De twee vluchtgebouwen doen dienst als lokaal landmark en uitkijkpunt. De Sophiaspoortunnel heeft in totaal zes tussengebouwen: twee schachtgebouwen, twee vluchtgebouwen en twee toeritgebouwen. De materiaalkeuze van deze gebouwen is gelijk aan die van de schachtgebouwen, zodat alle tunnelgebouwen met elkaar een mooi geheel vormen. Bij de vormgeving van de gebouwen heeft de architect het landschap als uitgangspunt genomen. De schachtgebouwen zijn vanuit de lucht gezien net twee pijlen die de richting van de tunnel aangeven.



13: vorkviaduct vanuit de lucht gezien

14: vorkviaduct bij Kijfhoek tijdens nachtelijke betonstort

15: Sophiaspoortunnel

De vluchtgebouwen zijn torentjes met een uitkijkplateau. Deze plateaus zijn vrij toegankelijk voor wandelaars die een mooi uitzicht willen hebben over de achterliggende polder.

feiten en cijfers Sophiaspoortunnel

totale lengte tunnel	8.115 meter
lengte van de geboorde tunnelbuizen	4.240 meter
inwendige diameter van de tunnel	8,65 meter
diepte van start- en ontvangschacht	circa 20 meter
maximaal hellingspercentage	2,5%
diepste ligging bovenkant buis	NAP -20 meter
totale hoeveelheid afgegraven grond	circa 800.000 m3
weg te boren grond	circa 650.000 m3
aantal dwarsverbindingen	7
lengte van open toerit	1.900 meter
maaiveldhoogte	NAP -1 meter
hoeveelheid gestort beton	250.000 m3
hoeveelheid prefab beton	14.300 m3
hoeveelheid wapening	18.000 ton
wapening in tunnelementen	12.000 ton
funderingspalen	9.500 stuks
betonnen tunnelring	7 segmenten
grondgesteldheid	klei, veen, zand
contractvorm	Design & Construct
adviseurs	Grontmij-de Weger, ingenieursbureau Maidl & Maidl, Holland Railconsult
realisatie	Tubecon 1 VOF, een combinatie bestaande uit: Koninklijke Boskalis Westminster, Heijmans, Hochtief AG, Phillip Holzmann AG en BAM/NBM



16: vluchtschacht bij de Sophiaspoortunnel

17: tunnelgebouw de Giessen

18: aanleg van de spoorbrug over het Amsterdam-Rijnkanaal

19: knooppunt Valburg vanuit de lucht gezien

6.8 tunnel Giessen

Bij de kruising met de rivier de Giessen ligt het tracé van de Betuweroute niet direct naast de bestaande spoorlijn Dordrecht-Geldermalsen of de A15. Om de bebouwing van Hardinxveld-Giessendam te sparen bevindt het tracé zich meer naar het noorden. De Betuweroute kruist de Giessen in een tunnel. Deze tunnel is aangelegd in een bouwkuip. Uitgangspunt was dat de bouw van de tunnel de waterafvoer en de doorvaart op de Giessen niet hindert. Daarom vond de bouw in twee fasen plaats. Eerst werd in een bouwkuip één tunnelhelft met toerit gebouwd, daarna werd het tweede deel in een tweede bouwkuip gerealiseerd. De tunnel loopt onder de beide dijken van de Giessen door. De bakconstructies van de toeritten liggen dus binnendijs. De tunnel heeft een lengte van circa vijfhonderd meter en kent voor de toeritten twee open bakken van vierhonderd meter in het oosten en vierhonderdnegentig meter in het westen. De tunnelgebouwen hebben een opmerkelijke vormgeving. Met name het westelijke gebouw springt in het oog.



6.9 Amsterdam-Rijnkanaal

De bestaande verkeersbrug waarmee de Grote Brugse Grintweg over het Amsterdam-Rijnkanaal gaat, is 46 meter verplaatst naar het noorden. Daardoor is er plaats om de Betuweroutebrug op de plek van de verkeersbrug aan te leggen, gebundeld met de A15. De verkeersbrug en de spoorbrug zijn 210 meter lang en beschikken over een eigen vormgeving. De spoorbrug heeft op het middeneiland van het sluisencomplex één grote koker met kersenrode tegels, die vooral voor de binnenschippers een herkenbaar focuspunt is. De verkeersbrug is in piramidevorm aangelegd.



6.10 knooppunt Valburg

In de gemeente Overbetuwe passeert de Betuweroute onder andere het knooppunt Valburg, waar drie verkeersviaducten de A50 en de verbindingbogen tussen de A15 en de A50 over het tracé heen leiden. Vlak voor het knooppunt Valburg worden de Betuweroutesporen verbreed van twee naar drie sporen.

6.11 tunnel Pannerdensch Kanaal

De tunnel Pannerdensch Kanaal heeft een lengte van circa 2.680 meter inclusief de toeritten. Het diepste punt van de tunnel ligt zo'n 25 meter onder het maaiveld. De lengte van het geboorde deel is 1.615 meter. De tunnel zelf bestaat uit twee buizen met een diameter van bijna tien meter.

Het boren van de twee buizen van de spoortunnel verliep zeer snel. De tweede tunnelbuis werd in een luttele drie maanden geboord. De startschacht en de ontvangtschacht functioneren als tunnelgebouwen met twee functies: ten eerste het beheer van de tunnel (waaronder monitoring, controle, bereikbaarheid, energievoorziening, telecommunicatie, bluswatervoorziening) en ten tweede als dijkgebouw (net zoals bij de Sophiatunnel) met beweegbare kering, die de tunnel bij een overstrooming afsluit.

Vernieuwend bij de bouw van de tunnel onder het Pannerdensch Kanaal is dat er geboord is door een speciaal daarvoor gebouwde dam. Deze dam werd gebouwd in een zandwinput die doorkruist moest worden. Onder het water werd hiervoor zand in lagen opgespoten. Aan de zij-kanten werd het zandlichaam ingepakt, zodat het niet kon wegspoelen. Grote trilnaalden verdichtten vervolgens het zandlichaam. Zo ontstond een stevige dam waar de boormachine doorheen kon. Deze werkwijze is wereldwijd nooit eerder toegepast.



20

feiten en cijfers tunnel Pannerdensch Kanaal

totale lengte tunnel	2.680 meter
lengte van de geboorde tunnelbuizen	1.615 meter
inwendige diameter van de tunnel	8,65 meter
diepte van start- en ontvangtschacht	circa 20 meter
maximaal hellingspercentage	2,5%
diepste ligging bovenkant buis	NAP -25meter
totale hoeveelheid afgegraven grond	circa 1.250.000 m3
weg te boren grond	circa 250.000 m3
aantal dwarsverbindingen	2
lengte toerit westkant	600 meter
lengte toerit oostkant	465 meter
hoeveelheid gestort beton	75.000 m3
funderingspalen	2.700 stuks
betonnen tunnelring	7 segmenten
grondgesteldheid	klei, veen, zand
contractvorm	Design & Construct
adviseurs	Arcadis, Ingenieursbureau Maidl & Maidl
realisatie	Comol Tunnelbouw, een combinatie van TBI, CFE, Welling, Vinci Grand Projects

6.12 tunnel Zevenaar

Om Zevenaar zoveel mogelijk te ontlasten is er door de stad een tunnel voor de Betuweroute gekomen. Deze heeft een lengte van ongeveer 2.300 meter inclusief de toeritten. De tunnel bestaat uit twee buizen met een hoogte van ongeveer tien meter. De toeritten liggen grotendeels voor de stadsrand in landelijk gebied.

Op het dak van de tunnel is een weg aangelegd die de verkeersring rondom Zevenaar compleeteert.

Het begin en het einde van de tunnel worden gemarkeerd door tunnelgebouwen. De tunnelgebouwen hebben dezelfde vormgeving zodat de eenheid van de tunnel benadrukt wordt.



21

Vernieuwend bij de bouw van de Zevenaarse spoortunnel was het gebruik van een mobiele tunnelbekisting met een lengte van 25 meter. Deze bekisting bestond uit twee identieke delen, voor elke tunnelbuis één. Met de inzet van deze bekisting werd per week 25 meter tunnel afgeleverd. Daarmee werd een snelheid bereikt die uniek was in de tunnelbouw en een enorme tijds winst opleverde.

feiten en cijfers tunnel Zevenaar

totale lengte tunnel	2.300 meter
lengte gesloten deel	1.500 meter
maximaal hellingspercentage	2,5%
diepte	12 meter onder maaiveld
totale hoeveelheid afgegraven grond	circa 350.000 m3
lengte toerit westkant	400 meter
lengte toerit oostkant	300 meter
hoeveelheid onderwaterbeton	30.000 m3
constructiebeton toeritten	20.000 m3
wapening toeritten	2.000 ton
wapening tunnel	60.000 ton
funderingspalen	4.000 stuks
hoeveelheid stalen damwanden	10.000 ton
contractvorm	Design & Construct
adviseurs	Holland Railconsult
realisatie	BTC Gelderse Poort, een combinatie van HBW, van Hattum en Blankevoort, Ballast Nedam en Strukton



22

20: tunnel Pannerdensch Kanaal

21: tunnel Zevenaar

22: tunnelgebouw west in Zevenaar

6.13 spoorpoorten

Duidelijk herkenbaar zijn vele zogenaamde poorten waarmee de Betuweroute onder de kruisende infra doorgaat. De poorten zijn zo vormgegeven dat ze de vorm van de tunnels doorzetten. Feitelijk zie je dan ook een facet van een tunnelsegment.

De poorten zijn veelal zonder vloer gebouwd om zodoende harde vlakken in de spoorbaan te voorkomen. Meer naar het oosten toe, waar op zandgrond gebouwd kan worden, is de betonvloer wel aangebracht, omdat zetting van de baan hier niet speelt.

Met name bij schuine verkeerskruisingen werden de poorten toch nog een complexe constructie qua maatvoering. Dat is helemaal het geval wanneer die gecombineerd dienden te worden met geluidsschermen.

De afscherming van de bovenleiding geschiedt door middel van een opvallend vormgegeven gaasraam. Ze worden ook wel de kroontjes op de poorten genoemd.



23



24



25

6.14 geluidsschermen langs de A15

Als gevolg van de aanleg van de Betuweroute moesten veel maatregelen getroffen worden om de geluidsbelasting van de omgeving tegen te gaan. De omvangrijkste en meest in het oogspringende maatregel was de bouw van de geluidsschermen langs het A15-tracé. In totaal is daar 110 kilometer scherm gebouwd. Met de bouw is in het najaar van 2003 begonnen. Ongeveer anderhalf jaar later stonden de schermen er en daarmee is in een ongekend hoog tempo het grootste geluidsschermen project van Europa afgerond.

De vorm van het scherm en het materiaal waarin het is uitgevoerd, passen bij de karakteristieke uitstraling van de Betuweroute. Het gebogen profiel en de gelijkvormigheid over de hele lengte, zorgen voor herkenbaarheid. Het geheel vormt een soort half open koker waarin de sporen liggen. Tot drie meter hoog zijn de schermen uitgevoerd in beton. Bij de schermen van vier meter hoog is de bovenste meter van glas.

Door een consequente toepassing van de vormgeving van de poorten en in combinatie met de gebogen schermen en portalen krijgt de Betuweroute een bijzonder goed herkenbaar karakter. Overall waar je langs de A15 de goederenspoorlijn in beeld krijgt, herken je onmiddellijk de Betuweroute.



26

feiten en cijfers geluidsschermen A15

aantal heipalen	18.469
aantal betonnen schermdelen	13.000
aantal schermdelen van glad	2.838
lengte schermen noordkant A15	55,5 km
lengte schermen zuidkant A15	52,5 km
% schermen van 1 meter	38%
% schermen van 1,5 meter	26%
% schermen van 2 meter	16%
% schermen van 3 meter	14%
% schermen van 4 meter	7%
contractvorm	Design & Construct
adviseurs	Arcadis
realisatie	Comol 3, een combinatie van TBI, CFE en Vinci Grand Projects

23: spoorpoort bij Bommel

24: spoorpoort bij Ochten

25: spoorpoort bij Ochten, het gaasraam is hierbij goed te zien

26: geluidsschermen bij Sliedrecht

colofon

tekst projectorganisatie Betuweroute

fotografie Ronald Tilleman, Rotterdam

luchtfotografie Aeroview, Rotterdam

ontwerp theohorstink.com

druk Hoenke, Breda

www.betuweroute.nl