

EEN TECHNISCH HOOGSTANDJE BIJ MILLAU

ir. A.P.G. Hollanders

Als het viaduct bij Millau begin 2005 gereed is, betekent dat de voltooiing van de Méridienne, de autosnelweg van Parijs naar Montpellier en tevens het einde van de beruchte verkeersopstopping bij Millau. In 1985 werd het besluit genomen de snelweg aan te leggen. Een belangrijk obstakel in de route was het Tarndal, dat als een brede geul de hoogvlaktes doorsnijdt en een hoge ecologische waarde heeft (figuur 1). Het zoveel mogelijk ontzien van de natuur was een van de belangrijkste ontwerpcriteria voor dit viaduct en een behoorlijk lastige ontwerpopgave. Reden waarom het viaduct niet dóór maar óver het schitterende Tarndal loopt.



Figuur 1: het Tarndal met op de achtergrond Millau. De stip-pellijn was het uitgangspunt voor de ontwerpcompetitie

Het was voor de Franse staat aanleiding om als opdrachtgever een ontwerpcompetitie uit te schrijven, die gewonnen werd door een samenwerkingsverband bestaande uit architect Norman Foster en ARCADIS. Zij kozen voor een slanke, esthetische tuibrug die hoog over het dal lijkt te zweven, waarbij het dal op slechts zeven plaatsen door een slanke pijler wordt 'aangetikt' (figuur 2). De 2460 meter lange brug zal in het Guinness-book of Records worden opgenomen als de hoogste brug ter wereld: de hoogste pijler meet 240 meter, de pylonen komen hier nog eens 90 meter bovenuit. De constructie is daarmee 30 meter hoger dan de Eiffeltoren!



Figuur 2: impressie van de architect

De gekozen oplossing heeft uit ecologisch en kosten-technisch opzicht veruit de voorkeur boven de oplossing af te dalen naar de rivier en deze laag te kruisen: er zou dan een tunnel noodzakelijk zijn en de ingreep in de omgeving zou gigantisch zijn. Ook met het oog op de bouwactiviteiten is dit het meest gunstig: er zijn nu slechts zeven kleine bouwplaatsen, waar de pijlers

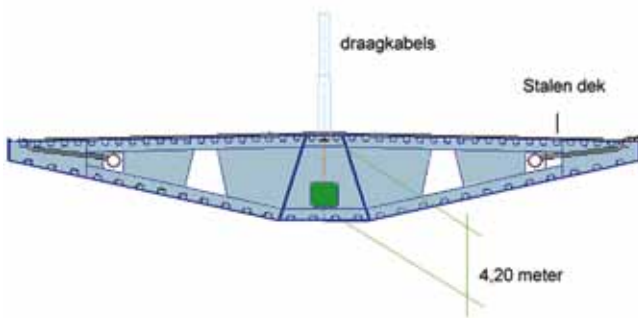


Figuur 3: bouw van de pijlers

in alle rust gebouwd kunnen worden. Meer concreet betekent dit 5000 keer minder vrachtwagenbewegingen in vergelijking met het alternatief. Voor de overspanningen waren vele oplossingen mogelijk. Een slank brugdek gedragen door tuikabels - de lichtste constructie - is in dit geval het meest economisch, mede omdat iedere kilogram besparing in gewicht een besparing in de constructie van de pijlers is.

Reizende pyloon

De overheid besloot het viaduct privé te laten bouwen en exploiteren. De Eiffage groep kreeg het werk gegund, en richtte de compagnie Eiffage du Viaduc Millau op, die het viaduct 75 jaar lang zal onderhouden en exploiteren. Gedurende de uitvoering blijft ARCADIS als ingenieursbureau nauw betrokken bij de werkzaamheden, zowel vanwege haar grote ervaring met het ontwerpen van grote bruggen als met ecologisch verantwoord construeren. De uitvoering is gestart in oktober 2001. In het Tarndal worden op zeven plaatsen de fundamente gestort voor de pijlers. Deze fundamente zijn stevig ingebed in de rotsbodem. Vervolgens worden hierop de



Figuur 4: doorsnede van het rijdek



Figuur 5: de pyloon op het voorste deel van het dek, tijdens het schuiven

betonnen pijlers gebouwd (figuur 3). De pijlers zijn gebouwd met behulp van een glijbekisting. De glijbekisting is een constructie op zich, zestien meter hoog en bestaand uit meerdere verdiepingen: één voor het vastmaken en losmaken van de ondersteuning en het hydraulisch hefsysteem, één voor het storten van het beton en één voor het vlechten van de wapening. Ook is het mogelijk de verlopende dikte van de pijler te volgen. In slechts twintig minuten wordt de bekisting vier meter de hoogte in geschoven.

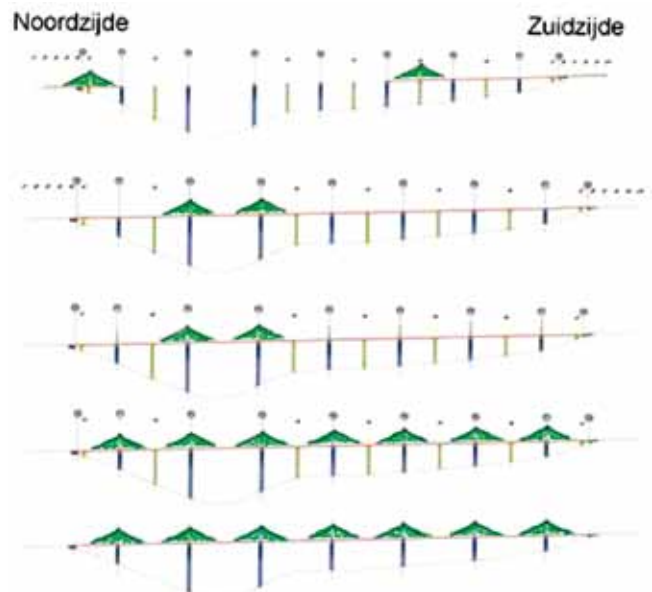
Voor het rijdek was er de keuze tussen een betonnen en een stalen constructie.

Gekozen is voor de laatste, vanwege de geringere constructiehoogte (slechts vier meter hoog) en minder risico's tijdens de uitvoering (figuur 4). Ter plaatse van de landhoofden wordt het 27 meter brede stalen rijdek, nadat het in delen is aangevoerd, geassembleerd op de bouwplaats die in het verlengde ligt van de brug. Vervolgens wordt het dek over de pijlers heen het dal in gelanceerd.

Hiertoe is tussen elke betonnen pijler een tijdelijke stalen hulppijler geplaatst, die het dek gedurende het lanceren ondersteunt. In oktober 2003 is met het lanceren gestart. Het schuiven van het 15.000 ton zware dek gebeurt met een snelheid van maar liefst zeven meter per uur. Na twee dagen heeft de 350 meter lange sectie de eerste pijler bereikt. Daarna wordt het volgende deel van het dek geassembleerd op de bouwplaats en wordt de lancering na circa vijf weken vervolgd, totdat het begin



Figuur 6: zicht op de laaghangende bewolking in het dal



Figuur 7: fasering

van het dek de volgende pijler bereikt. Vanuit het landhoofd aan de andere zijde gebeurt hetzelfde, waardoor beide delen van de brug elkaar in de zomer van 2004 boven de rivier de Tarn zullen ontmoeten en aan elkaar worden gelast (figuur 8). Omdat midden boven de rivier de Tarn geen hulppijler kan worden geplaatst én om het voorste deel van het rijdek voldoende stijfheid te geven, is de pyloon met gespannen tuikabels reeds op de eerste sectie van het rijdek aangebracht. Deze pyloon schuift dus op het brugdek mee naar het eindpunt. Een spectaculair gezicht, zo'n door de lucht reizende pyloon! (figuur 5)

In figuur 6 is de brug te zien tijdens de uitvoeringsfase, waarvan de fasering is aangegeven in figuur 7. Nadat de brug in zijn geheel boven het dal ligt, zullen de andere pylonen één voor één boven de pijlers op het rijdek worden geplaatst. Dit gebeurt met een speciaal daarvoor ontwikkelde kraan, die op het dek rijdt en de pylonen rechtop zet. Als de tuikabels zijn bevestigd en afgespannen, kunnen de hulpsteunpunten onder het dek worden verwijderd.



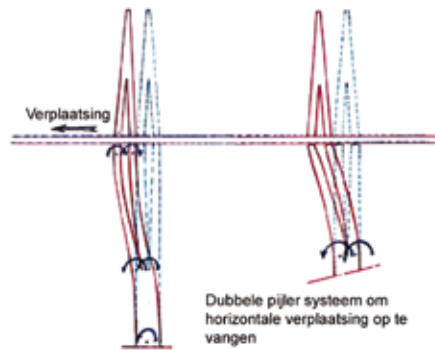
Figuur 8: vanuit beide uiteinden worden de dekken naar elkaar toe geschoven



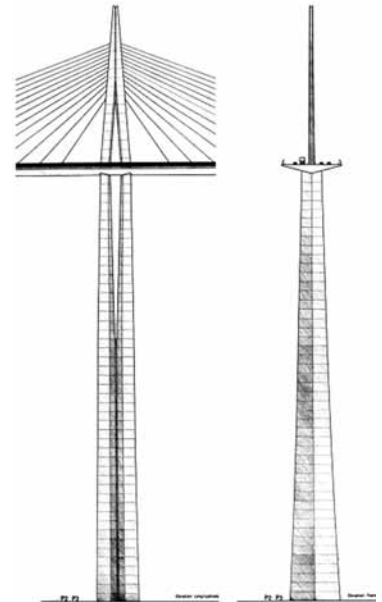
Figuur 9: de S-bocht in het dek is goed te zien



Figuur 10: doorbuiging van het dek als gevolg van het gewicht van de pyloon



Figuur 11: Opname van horizontale vervorming



Figuur 12: tekening van een pijler



Figuur 13: de brug bij Millau, zoals hij in 2005 voor het verkeer geopend zal worden. ARCADIS was erbij betrokken vanaf de allereerste studie in 1993 tot en met de detailberekeningen en tekeningen

Tenslotte zullen de negen bouwplaatsen (zeven ter plaatse van de pijlers en twee bij de landhoofden) volledig worden ontmanteld en teruggegeven aan de natuur. Als alles op schema blijft verlopen komt de totale bouwtijd op 39 maanden.

Symbiose vormgeving en constructie

Deze spectaculaire bouwmethode stelt hoge eisen aan het ontwerp van het dek. De vier meter hoge, V-vormige stalen kokerconstructie moet grote vervormingen kunnen opnemen. Allereerst dient het dek vanaf het landhoofd vier meter (de constructiehoogte van het dek) te zakken naar het uiteindelijke niveau, waardoor het in een verticale S-bocht komt te liggen (figuur 9). Vervolgens is er ook nog de pyloon die op het voorste deel van het dek staat. Als deze pyloon tijdens het schuiven van het dek tussen een pijler en een hulppijler in staat, buigt het dek als gevolg van het gewicht zo'n twee meter door, wat een golf in het hele dek veroorzaakt (figuur 10). Het stalen dek is op deze krachten gedimensioneerd.

De zeven pijlers onder het dek hebben een spannende vormgeving: halverwege splitst de pijler zich als een

stembork in tweeën (vanaf de zijkant van de brug gezien). Het lijkt of de architect zich heeft uitgeleefd, maar het dient een noodzakelijk doel: de pijlers moeten de horizontale vervorming van de brug als gevolg van temperatuurwisselingen kunnen opnemen. (figuur 11 en 12).

Door de pijler te splitsen wordt een buigzaam en toch stabiel geheel verkregen. Ook blijven op deze wijze het dek en de pyloon boven op de gespleten pijler kaarsrecht. Constructief en qua vormgeving dus een bijzondere symbiose.

De in aanbouw zijnde brug trekt nu al honderdduizenden geïnteresseerden naar het gebied. Straks, na oplevering in januari 2005, zullen vele vakantiegangers richting het zuiden de brug passeren (figuur 13). Alleen al het feit dat de kilometers lange file bij Millau dan tot het verleden behoort zal menigeen bekoren. Maar dat niet alleen: de brug zal hét landmark worden voor de regio, even beroemd als de Eiffeltoren voor Parijs. Het visitekaartje voor Millau, waar wordt bewezen hoe een staalje architectuur en constructie prachtig kan opgaan in, en één kan worden met het landschap.