



1 Bovenaanzicht knooppunt Hofvliet (A4/N434), gezien in de richting Den Haag

RIJNLANDROUTE FLY-OVERS A4 KNOOPPUNT HOFVLIET

Willem Cijssouw

© Illustraties RijnlandRoute, tenzij anders vermeld

Sinds 2018 wordt bij Leiden flink gebouwd aan een nieuw stuk infrastructuur: de RijnlandRoute. Hier wordt een nieuw wegtracé aangelegd, bestaande uit onder meer twee nieuwe knooppunten, een provinciale weg met een geboorde tunnel en snelweggedeelten.

Eén van de hoogtepunten van het project is het nieuwe knooppunt Hofvliet, waar twee enorme fly-overs worden aangelegd.



2 Plaatligger KW 20 in knooppunt Hofvliet



3 kokerligger KW 21 in knooppunt Hofvliet

Aannemerscombinatie Comol5 legt in opdracht van de provincie Zuid-Holland het eerste deel van de RijnlandRoute aan. Dit deel omvat de aanleg van de nieuwe N434 tussen de A44 en de A4 bij Leiden, met een geboorde tunnel onder Voorschoten en aanpassingen aan de A4 en de A44. Het is een groot project: er wordt ruim vier kilometer nieuwe weg aangelegd met twee knooppunten (met de A4 en de A44) en met een totale begroting van 800 miljoen euro. Voor 2,5 kilometer van de nieuwe provinciale weg wordt een geboorde tunnel gemaakt, wat in Nederland niet vaak voorkomt. Ook knooppunt Hofvliet (zie fig.1), bij de A4,

wordt bijzonder: hier worden fly-overs gebouwd van gezamenlijk 526 meter lang. Maximale overspanning: 65 meter!

PREFAB VS. IN HET WERK GESTORT

Deze fly-overs zijn om meerdere redenen technische hoogstandjes (zie fig. 2 en 3). Allereerst omdat ze niet prefab zijn. Normaal gesproken worden constructiedelen van viaducten in een fabriek gemaakt. In een fabriek kan het (seriematig) produceren hiervan onder betere condities gebeuren dan op een bouwplaats. Viaducten zijn, ondanks hun ogenschijnlijk eenvoudige vorm,

technisch zeer complexe elementen. Door middel van voorspanning en maximale benutting van wapening wordt hun volume zoveel mogelijk beperkt. Dit resulteert in doorsneden (zie fig. 4 en 6) die volgepropt zitten met voorspankabels en wapeningsstaven.

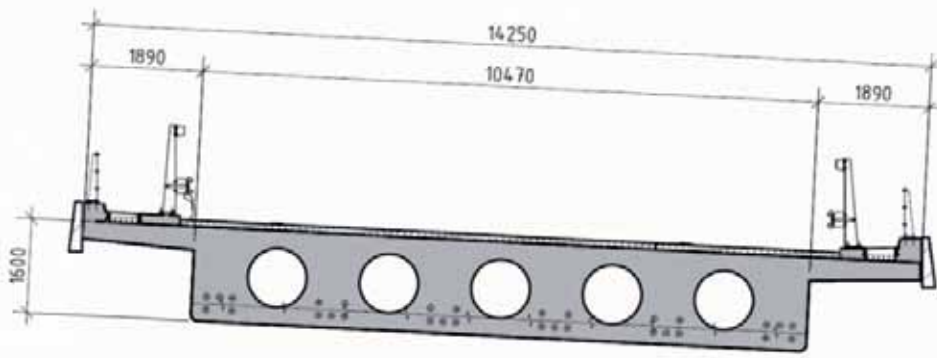
De fly-overs zijn echter in het werk gestort. Waarom? Om twee redenen: de grote overspanning en de wens van de provincie om de viaducten slank uit te voeren. De eerste hiervan is eenvoudig: het is ondoenlijk om een object van 65 m lang en (mede door de kromming) bijna 15 meter breed over de weg te vervoeren. De tweede reden heeft met de esthetische eisen van het knooppunt te maken.

Bij de aanbesteding heeft de provincie geëist dat de fly-overs een sobere en minimale vorm moesten hebben vanwege de landschappelijke inpassing in bestaand gebied. Dat betekent: één doorlopende lijn en slanke liggers, ondersteund door centrale (in plaats twee of meerdere) kolommen. De constructiehoogte moest zoveel mogelijk beperkt worden, met als gevolg dat de viaducten doorlopend over de steunpunten werden uitgevoerd. Een ligger kan, doordat de veldmomenten kleiner zijn, slanker worden uitgevoerd wanneer de liggers over de steunpunten doorlopen. Naast de afmetingen is de eis van een zichtbaar continue lijn bepalend geweest voor het ontwerp van de viaducten. Deze mochten niet uit losse (prefab) elementen bestaan, maar moesten monolietknoepen hebben.

Dit alles heeft tot gevolg dat de fly-overs in het werk gestort zijn. Wat zijn de gevolgen hiervan voor het aanbrengen van de voorspanning? Die vallen mee. Het grootste verschil tussen prefab en in-situ storten, zijn de condities waaronder je stort. Op de bouwplaats heb je deze immers niet alle in de hand, waardoor het storten uitdagender wordt en je afhankelijk bent van het weer (zie blz. 25). Wat de uitvoer wel een stuk lastiger maakte, was het op deze locatie maken van de bekisting van de viaducten. Daarover verderop meer.

ONTWERP VIADUCTEN

Voor het type viaduct was bij beide fly-overs de maximale overspanning maatgevend. De fly-over (kunstwerk 20), welke richting het noorden (richting Amsterdam) loopt, heeft een maximale overspanning van 46 m en kan uitgevoerd worden als een plaatligger.



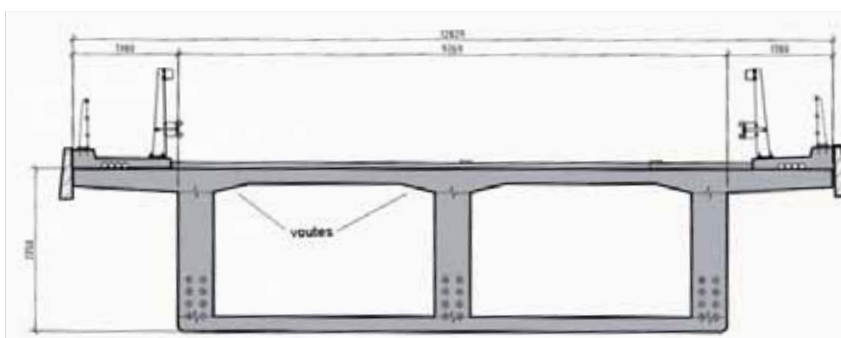
4 doorsnede plaatligger met sparingsbuizen in kunstwerk 20



5 plaatligger KW 20 in knooppunt Hofvliet

De doorsnede bestaat uit twee gedeelten. Eén deel is massief beton met een hoogte van 1,1 m, waarmee maximaal 33 m overspannen wordt. Het andere deel is 1,6 m hoog en heeft vijf sparingsbuizen met een diameter van 1,0 m (zie fig. 4 en 5) om gewicht te besparen. Dit deel is ter plaatse van de steunpunten wel massief, om de dwarskrachten te kunnen opnemen. Kunstwerk 20 heeft acht overspanningen.

Kunstwerk 21 is de fly-over die richting het zuiden/Den Haag loopt. Deze telt vier overspanningen (zie fig.3). Om de overspanning van maximaal 65 m te halen, is deze uitgevoerd als een kokerliggerbrug van 2,75 m hoog. De koker is tweecellig en heeft drie lijven (zie fig. 6 en 7). Bij de lijven is het dek verdikt, de zogenaamde voules, waardoor hier geen dwarskrachtwapening nodig is. Aan de



6 doorsnede kokerligger KW 21



7 Aanzicht kokerligger KW 21

zijcanten van de koker steekt het dek 1,8 m uit. Ook deze kokerligger is bij de opleggingen massief uitgevoerd, waarmee een dwarsdager wordt gevormd. Hierin is voorspanning in dwarsrichting toegepast. Dit is o.a. gedaan om horizontale krachten die ontstaan door de kromming, naar de steunpunten in het midden te brengen.

VOORSPANNING

Het voorspannen van een betonnen ligger gebeurt door staalkabels in kabelomhullingen in de ligger te plaatsen die aan de uiteinden van de ligger aan het beton verankerd worden. Door de kabels onder zeer hoge trekspanning te brengen, worden de uiteinden naar elkaar togetrokken, zodat het beton samengedrukt wordt. Hierdoor kan de ligger meer buigend moment (en dus meer belasting) opnemen, want de uit buiging voortkomende trekspanning wordt door de kabels 'weggedrukt'. Het toepassen van voorspanning in combinatie met het principe van een doorlopende ligger resulteert in hoge slankheden. In kunstwerk 20 is zelfs een zeer knappe lengte/hoogteverhouding van 1:30 gehaald. Ter vergelijking: bij een standaard betonligger is deze verhouding meestal hooguit 1:15.

Maar voorspanning kent ook uitdagingen. Tijdens het spannen gaan de voorspanningsstrengen tegen het inwendige van de kabelomhullingen wrijven, waardoor de spanning in de streng zich enigszins verdeelt. Hierdoor treedt spanningsverlies op in de streng, wat de voorspanning verlaagt. Dit is vooral het geval wanneer de strengen erg lang zijn. Een ander probleem is dat lange voorspannstrengen sneller beschadigen bij het doorsteken. Dit is te vergelijken met het trekken van elektriciteitsdraden. Om beide problemen te beperken, is het maken van de

8 Wapening kolom t.p.v. de funderingspoer

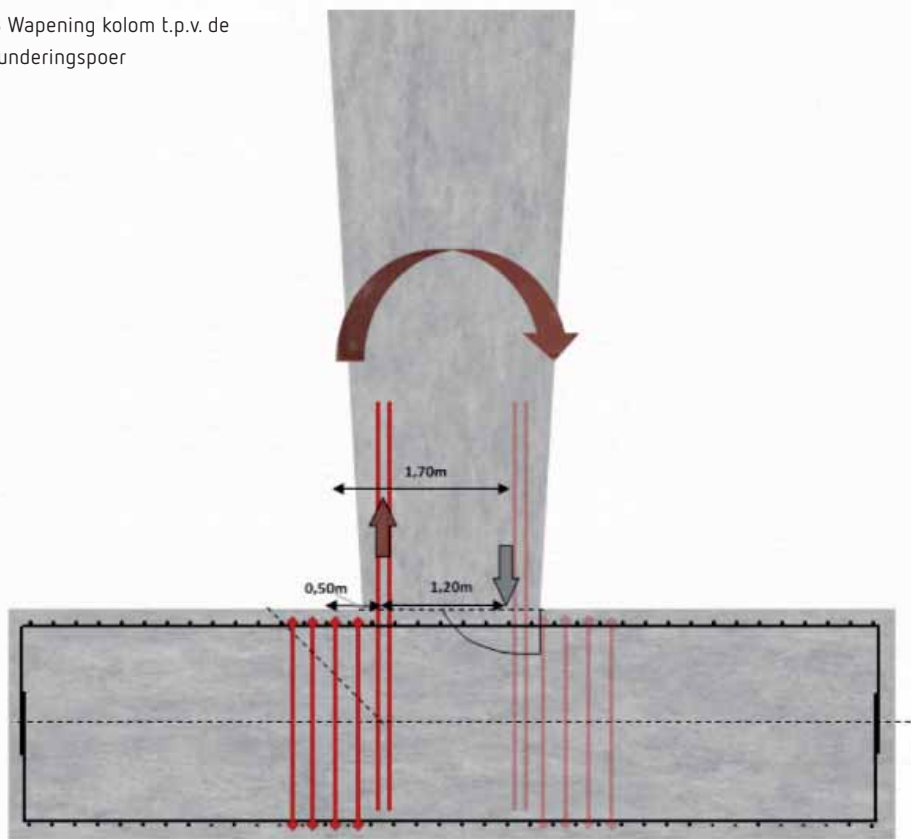
fly-overs in meerdere fasen uitgevoerd. Hierdoor heeft men de lengte van de voerspankabels kunnen beperken tot maximaal 138 m voor kunstwerk 20 en 123 m voor kunstwerk 21.

ONTWERP STEUNPUNTEN

De fly-overs worden ondersteund door taps toelopende, centrale kolommen. Dit is gedaan vanwege de architectonische eis vanuit de provincie: een slank en minimaal ontwerp. Steunpunten met dubbele kolommen zouden daar niet bij passen. De opleggingen krijgen veel krachten te verduren: niet alleen verticale krachten, maar ook momenten in langs- en dwarsrichting, torsie en horizontale krachten.

Bij de voet van de kolom moeten al deze krachten naar de onderliggende fundering worden overgebracht.

De kleinere doorsnede van de kolom aan de onderkant maakt het overbrengen van krachten extra lastig. Het beton is dan ook lokaal zeer zwaar gewapend (zie fig.8). In de poer zijn t.p.v. de kolom beugels aangebracht, die als koppel fungeren waarmee het moment uit de kolom naar de fundering kan worden overgebracht (zie fig. 8). Tevens dienen deze beugels als ophangwapening.



Meterslange stekken steken van de poer in de kolom om trekkrachten (uit het moment) over te dragen. Deze stekken zijn, anders dan normaal, niet omgebogen aan de uiteinden. Hierdoor kan de wapeningskorf van de poer volledig prefab worden gemaakt, want de

stekken kunnen dan gemakkelijk ingestoken worden. De trekkrachten worden hierbij overgedragen aan de naastgelegen beugels. Onder elke poer komen meer dan 20 funderingspalen.



9 Impressie funderingen

REALISATIE

Een grote uitdaging bij bouwen in deze regio is de zeer slappe grond, wat kan leiden tot verzakkingen. Zo zijn bij het aanbrengen van voorbelasting zettingen tot 2,5 m gevonden. In de ontwerpfase is dan ook veel aandacht besteed aan het berekenen van zettingen in de gebruiksfase.

Onder de aardenbaan achter en naast de landhoofden zijn palenmatrassen (combinatie van paalfundering en met geogrids gewapende overdrachtslaag van steenslag) aangebracht, om grote zakkingen in de weg te voorkomen. (Zie fig. 9)

Ook tijdens de bouw zorgt de slappe grond voor grote uitdagingen. Voor de bekisting van de viaducten moesten bijvoorbeeld veel tijdelijke palen worden geheid. Zettingen van de bekisting tijdens het storten zijn immers onacceptabel, zeker bij een project waar een betonstort 1500 m³ groot is!

Na afloop moeten deze tijdelijke palen weer worden verwijderd, omdat anders de stijfheid van de ondergrond blijvend veranderd zou zijn, waardoor zettingsverschillen in de bodem zouden kunnen ontstaan. Ook hierin is vooraf veel rekenwerk gaan zitten.

EEN VAN DE VELE UITDAGINGEN IS DE OMVANG VAN HET PROJECT RIJNLANDROUTE.

Naast het knooppunt Hofvliet met de A4 en een verbreding van bestaande snelwegen, bestaat de RijnlandRoute uit (zie fig. 10):

- een provinciale weg N434/A4/A44 (de Stroomweg) met een geboorde tunnel

van 2250 m en twee tunnelbuizen met een diameter van ±11 m, gedeeltelijk onder een spoorlijn en een woonwijk, een aquaduct in de N434,

- de aansluiting van de N434 met de A44 bij Wassenaar (knooppunt Ommedijk),
- de aansluiting van de A44 en de N206 richting Katwijk (Tjalmaweg) bij Leiden en
- het aanpassen van de N206 (Europaweg) tussen de A4 en Leiden.

In 2022 moet het traject opgeleverd zijn. De verwachting is dat de mobiliteit rond Leiden flink verbeterd zal worden, wat de hele regio een flinke economische impuls zal geven.

| Flyovers knooppunt Hofvliet (RijnlandRoute) 2020 | |
|--|--|
| Opdrachtgever | Provincie Zuid-Holland en RWS |
| Ontwerp | Anteagroup |
| Constructie | Mobilis TBI/Royal HaskoningDHV |
| Uitvoering | Comol5, een aannemerscombinatie van • TBI (Mobilis B.V. en Croonwoller&dros B.V.) • VINCI Construction Grands Projets S.A.S. • DEME Infra Marine Contractors B.V. |

Meer informatie: <https://www.rijnlandroute.nl/>

Ook tijdens de bouw zorgt de slappe grond voor grote uitdagingen.



10 Overzicht project RijnlandRoute



↑ ↓ Het storten van de onderrand van de kokerligger (KW 21) © R. Keus

