

5. HET BRUGONTWERP IN HET BRUGTUNNELTRACÉ BIJ KRUIJNINGEN-PERKPOLDER

Ir. J. van den Hoonard

Inleiding

In het midden van de jaren '70 waren er twee tracés, gelegen nabij de veerverbinding Kruiningen-Perkpolder, na een zorgvuldig eliminatieproces overgebleven.

Het ging hier om het tracé 3, tussen Waarde en Walsoorden en tracé 4a tussen Kruiningen en Perkpolder.

Bij de eerstgenoemde mogelijkheid was gedacht aan een volledige brugoplossing, waarbij het tracé zo was gekozen, dat het hoofdvaarwater onder een zo gunstig mogelijke hoek werd gekruist en de totale lengte van de toeleidende viaducten in het Westerscheldegedeelte niet langer zou worden dan strikt noodzakelijk.

De stalen hoofdbrug had bij dit ontwerp een hoofdoverspanning van 900 m met naastgelegen velden van 311 m. Voor dit brugdeel was gekozen voor een hangbrug van het type, zoals dat is uitgevoerd over de Severn in West-Engeland.

De onderkant van de brug was nabij de pijlers gesitueerd op 55 m + N.A.P., waarbij rekening gehouden was met een hoogte van ca. 50 m, behorende bij een tankschip van 250.000 ton draagvermogen.

De toeleidende viaducten aan de noord-oostzijde (richting Zuid-Beveland) hadden overspanningslengten van 200 m en die aan de zuid-westzijde van 100 m. De totale lengte van de brug bedroeg 5.315,40 m.



rivier technische gegevens, die voor het uiteindelijke ontwerp van grote betekenis bleken te zijn. Het ging hier met name om de bodemligging van de Westerschelde ter plaatse van de brug.

Onder de Zeeuws-Vlaamse oever lag een relatief diep gedeelte met de bodem op ca. 10 m - N.A.P. Deze geul deed dienst als nevenvaarwater en werd als zodanig gebruikt door de binnenvaart en de kleinere zeeschepen (de zogenaamde Overloop van het Gat van Ossensisse). Meer naar het noorden, dus in de richting van het eiland, liep de bodem op tot ongeveer N.A.P.

Dit gegeven, gecombineerd met de hier aanwezige waterstand, welke fluctueert van 2,30 + N.A.P. bij G.H.W. (gemiddeld hoog water) tot 2,10 - N.A.P. bij G.L.W.,

betekende, dat deze ondiepe gedeelten, de Platen van Ossensisse, bij vloed onder water stonden en bij eb droogvielen. Dit was, bekeken vanuit de techniek van het bouwen, geen al te plezierige randvoorwaarde.

Langs en dwarsprofiel van de brug

Zoals hierboven al is opgemerkt lag de huidige nevenvaargeul onder de Zeeuws-Vlaamse oever en diende hier ook gehandhaafd te blijven. Dit betekende dat hier ter plaatse twee scheepvaartopeningen geformeerd moesten worden met een dagmaat van 150 m, hetgeen overspanningen van 2 x 160 m inhield.

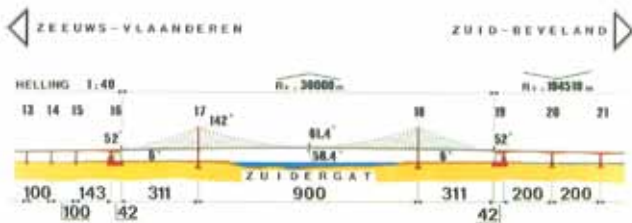
Omdat ten gevolge van uitschuringen door een zich wijzigend rivierregime ook ter plaatse van de huidige ondiepe platen scheepvaart denkbaar was, dienden deze overspanningen over de gehele bruglengte te worden doorgezet.

Deze ontgroningen waren enerzijds mogelijk doordat het rivierbeeld de neiging had zich in de loop der jaren te wijzigen, zoals blijkt uit waarnemingen vanaf 1800 tot heden, anderzijds zou de invloed van het overgangseiland zodanig zijn dat met name langs de zuidzijde van dit eiland, dus aan de noordkant van de brug, extra uitschuringen konden ontstaan.

De totale afstand van het overgangseiland tot Zeeuws Vlaanderen, die 1.290 m bedroeg, is zodoende opgedeeld in 7 overspanningen van 160 m en 2 eindvelden van ieder 85 m.

De twee overspanningen ter plaatse van de vaargeul waren zodanig ontworpen, dat een doorvaarthoogte van 9,10 m (rijnvaarthoogte) boven een hoog-waterstand van 4,20 m + N.A.P., die optreedt met een frequentie van 1x per 10 jaar, gegarandeerd werd.

Het dwarsprofiel van de brug bestond uit twee afzonderlijke kokerliggers



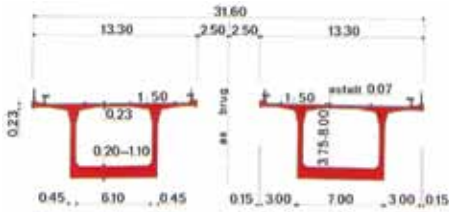
Het hangbrugontwerp is destijds vrij volledig uitgewerkt en vergeleken met de brugtunneloplossing. Omdat de bouwkosten van eerstgenoemde variant (weinig) hoger waren

en toch met een beperking in de doorvaarthoogte gerekend moest worden is uiteindelijk de voorkeur gegeven aan het brugtunnel idee.

In het hiernavolgende komt uitsluitend het bruggedeelte aan de orde, waarbij vooral aandacht zal worden besteed aan de motieven welke hebben geleid tot het ontwerp, zoals dat toentertijd voor het grootste gedeelte gestalte heeft gekregen.

Situatie en bodemligging

Het tracé van de brug, lopende van het overgangseiland in het midden van de Westerschelde tot de oevers van Zeeuws Vlaanderen kenmerkte zich door een aantal



van verlopende hoogte, die plaats bieden aan 2x2 rijstroken met vluchtstroken.

De afstand tussen beide rijdekken van 5 m werd gekozen vanwege het gevaar van aanvaring

door een uit de koers geraakt schip. De gedachte hierbij was dat bij een dergelijke calamiteit slechts één brugheft zou beschadigen en de andere helft intact zou blijven, zodat het verkeer (min of meer) ongehinderd kon doorgaan.

De onderbouw

Voor wat betreft de fundering zijn verschillende mogelijkheden nader bekeken. Van de meest in aanmerking komende kunnen worden genoemd:

- fundering op stalen caissons: deze hadden een afmeting aan de basis van ca. 20x40 m² en waren gefundeerd op een niveau van 25 - N.A.P.
- fundering op diepwandpalen: één pijler was gefundeerd gedacht op 24 diepwandpalen van 1x2,2 m², reikende tot een diepte welke varieerde van 40- tot 45- N.A.P.
- fundering op (holle) betonputten: beschouwd zijn putpalen met een diameter van 4,25 m, zoals toegepast bij de Zeelandbrug met 6 stuks per pijler, alsmede hetzelfde type met een grotere diameter, waarbij volstaan zou kunnen worden met één put per brugheft.

Hoewel met alle hierboven genoemde methodes een betrouwbare fundering te realiseren viel, zag het er op dat moment naar uit dat een fundering op geheide palen het voordeligst was. Als eenheden werd hierbij gedacht aan betonpalen Ø 500 mm of Ø 600 mm met een toelaatbare paalbelasting van ca. 150 à 160 ton en voor de palen in diep water aan stalen palen U.P. 168 met 550 ton per paal; deze stalen palen waren nodig, omdat betonpalen niet bestand bleken tegen de stromingsdruk en de golfaanval.

Bij de onderbouw had het reeds eerder genoemde gevaar van een aanvaring geleid tot het maken van een bescherming van de fundering door middel van kunstmatige eilanden (zie artikel 11).

Na veel theoretische beschouwingen over het opvangen van een uit de koers geraakt schip, bleek dat de enige effectieve methode om een pijler hiertegen te beschermen was ervoor te zorgen dat het schip de onderbouw niet kon bereiken.

Vanuit deze gedachte is het idee van deze pijlereilanden ontstaan, die zijn opgebouwd uit fosforslakken, afgedekt met stortsteen. Rond de eilanden was een mozaïek van zinkstukken gedacht. Bij het maken van een steunpunt dienden als eerste de palen te worden geheid; hierna zou rondom dit palenplan gebaggerd worden om de zinkstukken te kunnen aanbrengen; dit gebeurde dus ten opzichte van de toenmalige bodem op een verdiept niveau, zulks in verband met de toekomstige uitschuringen. Tenslotte zou zo spoedig mogelijk daarna de bestorting en de rest van de eilandopbouw aangebracht worden.

Om de kans op een aanvaring wat beter te kunnen analyseren werden in samenwerking met de Rijkshavendienst

in Vlissingen enquêtes gehouden met betrekking tot het scheepvaartverkeer in het Gat van Ossensisse; het betrof hier gegevens over scheepstype, scheepsgrootte, koers, snelheid e.d.

Met behulp van deze gegevens en een goede prognose van de ontwikkeling van de scheepvaart ter plaatse van de Westerschelde werd gehoopt de kans op een aanvaring en de overige parameters, nodig voor een meer wetenschappelijke benadering, te kunnen vaststellen.

De bovenbouw

Bij de bovenbouwconstructie zijn eveneens diverse varianten beschouwd, alvorens tot een bepaalde keuze werd besloten.

In het voorgaande is reeds aangegeven dat om scheepvaart- en rivierteknische redenen gekozen was voor een aantal overspanningen van 160 m. Als constructievorm werd gekozen voor twee ééncellige kokers met een breedte van 13 m en in hoogte variërend van 8 m bij de pijlers tot 3,75 m in het midden van de overspanningen. Het statische systeem was zodanig dat de brug vrij was opgelegd op de pijlers en over de gehele lengte van 1.290 m continu gedacht was.

Dit betekende, dat de totale horizontale bewegingsmogelijkheid vanuit het vaste steunpunt in het midden bij de beide landhoofden moest worden opgevangen. Hier waren dan ook rijbaanovergangen geprojecteerd, welke een verplaatsingsmogelijkheid in zich hadden van ± 300 mm.

De in aanmerking komende bouwmethodes voor dit type brug konden destijds in hoofdzaak verdeeld worden in twee categorieën: het ter plaatse storten met behulp van de vrije uitbouwmethode of het werken met geprefabriceerde elementen; deze elementen konden in principe op twee manieren onderling worden verbonden, namelijk door ter plaatse te storten voegen, zoals toegepast bij de Zeelandbrug, of door middel van een epoxylijm. Deze laatste methode betekende een snelle montage, mede omdat de handelingen op de bouwplaats zelf minder zijn.

Zodoende zijn tenslotte deze lijm- en de vrije uitbouwmethode verder naast elkaar uitgewerkt.

Met de lijm- of plakmethode als uitgangspunt was echter nog een onderscheid mogelijk naar de manier van monteren.

Voor de Westerscheldebrug zijn nader bekeken:

- montage met behulp van een montageligger;
- montage met behulp van voorbouwbokken;
- montage via een kabelbaan.

In het kort wordt op deze drie mogelijkheden nader ingegaan. Bij de inzet van een montageligger zouden de elementen aangevoerd worden vanaf het land en via het al gereedgekomen gedeelte van de brug vervoerd worden tot de uiterste kraagarm, waarop de achterondersteuning van de montageligger kwam te staan. De moot werd dan vervolgens gepakt in de montagekat van de ligger en getransporteerd naar de in aanbouw zijnde volgende kraagarm.

Als alle moten van deze kraagarm gemonteerd waren, werd de ligger over het juist gereedgekomen brugdeel verrold naar het volgende steunpunt.



Deze methode is onder andere gebruikt bij de aanbruggen van Deventer.

De (afgetuide) montageligger had een lengte van ca. 280 m bij een hoogte boven het rijdek van ca. 50 m; deze afmetingen brachten grote stabiliteitsproblemen met zich mede. De geraamde kosten van de ligger waren uiteraard niet gering.

Bij het aanbrengen van de moten met behulp van voorbouwboxen werden de elementen vanaf het water aangevoerd. De bokjes monteerden de moten rechtstreeks vanaf drijvende pontons. De montagewijze is onder andere toegepast bij de brug over het Ketelmeer te Zwolse-Hoek.

De montagemethode, waarbij gebruik gemaakt werd van een kabelbaan voorzag, evenals eerstgenoemde variant, in een motenaanvoer over het gereed zijnde gedeelte van de brug.

De kabelbaan diende ervoor de elementen van dit brugdeel over te brengen naar de te monteren kraagarm. Hier zou apart materieel nodig zijn voor de eigenlijke montage. De problemen bij deze methode zaten voornamelijk in het demonteren en opnieuw opstellen van alle onderdelen, zoals pylonen, loopwagens tuidraden, draagkabels enz.

Zonder teveel op details in te gaan, zij hier slechts vermeld, dat de methode met de voorbouwboxjes de meest aantrekkelijke bleek en het dus voor wat betreft de bouwkosten moest opnemen tegen de vrije uitbouwmethode. Deze twee varianten zijn toen volledig uitgewerkt en qua kosten geraamd. Er bleek hierbij geen duidelijke financiële voorkeur voor één van beide alternatieven, zodat hier uiteindelijk het technisch constructieve aspect de doorslag heeft gegeven ten gunste van de ter plaatse gestorte variant.

De uitbouwmethode was toentertijd al vele malen in Nederland toegepast. Bij deze constructiemethode wordt symmetrisch vanuit een pijler gebouwd, waarbij gebruik gemaakt wordt van zogenaamde uitbouwwagens. Deze, als het ware in horizontale zin verschuifbare bekisting wordt door middel van voorspanstaven aan het reeds verharde gedeelte van de kraagarm geklemd. Als aanzet wordt boven de betreffende pijler een "hamerstuk" ter plaatse gestort op steigerwerk. Op dit hamerstuk met een lengte van vier uitbouwmoten worden dan de voorbouwboxen in de uitgangspositie opgesteld.

Bij de Westerscheldebruggen zou nieuw bouw materieel worden ontworpen; de gedachte was om hier uit te gaan van een mootlengte van 5,16 m. (2x 15 moten + 1 sluitmoot van 5,20 m. per overspanning van 160 m.). Als bouw materiaal werd gedacht aan de toepassing van lichtbeton, waar recent goede ervaringen waren opgedaan bij andere uitbouwbruggen.

De hulpbrug

Bij de uitvoering van de brug kon een dankbaar gebruik gemaakt worden van de voor de tunnelbouw noodzakelijke hulpbrug. Deze hulpbrug was primair ontworpen om de bouwplaats op het overgangseiland bereikbaar te maken. Door hem echter zo dicht mogelijk tegen de hoofdburg te situeren werd het een waardevol hulpmiddel tijdens de bouw. De hulpbrug bestond in principe uit een aantal overspanningen van 45 m., met echter als uitzondering op deze regelmaat een

(stalen) hoofdoor-spanning van 110 m. ter plaatse van de bestaande scheepvaartgeul, en platforms met een lengte van 25 m. bij de pijlers van de definitieve brug. Deze platforms waren bedoeld om de aanvoer en het lossen van mate-riaal voor de definitieve brug te doen plaatsvinden, zon-der het eigenlijk verkeer op de brug teveel te stremmen.

De breedte van de hulpbrug was in totaal 6 m. en bood, na aftrek van de ruimte voor de leuning en de vangrailconstructie, plaats aan 2 (smalle) rijstroken van 2,75 m.

Ter plaatse van de opstelplatforms was een breedte beschikbaar van 12 m. Gedacht was aan de toepassing van prefab betonbalken. Deze 45 m. lange balken hadden een gewicht van 66 ton en waren ontworpen in lichtbeton. De montage was gedacht plaats te vinden door middel van een drijvende bok, waarbij ter plaatse van de ondiepten aan de noord- en zuidzijde van het tracé eerst een geul gebaggerd moest worden om met dekschuiten en bok te kunnen manoeuvreren.

De onderbouw voor de tussensteunpunten was in principe opgebouwd uit jukken bestaande uit 2 ronde stalen palen, welke in diameter varieerden van 1,02 m. tot 1,42 m. De grootste paal had een lengte van 46 m., een diameter van 1,42 m. en een gewicht van 44 ton. De grote afmetingen waren voor een gedeelte het gevolg van de te verwachten uitschuringen, doordat profielvernauwing van de rivier zou optreden door het aanbrengen van de pijlereilanden; bovendien veroorzaakten deze eilanden grote turbulentiëren ter plaatse van de fundering van de hulpbrug, hetgeen eveneens ontgrondingen ten gevolge zou hebben. De palen stonden in dwarsrichting van de hulpbrug onder een helling van 7:1, in langsrichting wordt de (horizontale) stabiliteit verkregen door het doorkoppelen van steeds vier velden, zodat om de 160 m. een juk van 4 palen moest worden geformeerd, die ook in lengterichting van de brug schoor stonden.

Tijdschema

Tot slot een enkel woord over de tijdsplanning. Voor de eerste fase, die zou bestaan uit het maken van het kunstmatige overgangseiland en de hulpbrug werd ongeveer één jaar uitgetrokken. Voor de bouw van de definitieve brug was een tijdsduur gepland van 4 jaar; om dit te kunnen realiseren was het nodig de bovenbouw te maken met en dubbele set (d.w.z. 8 stuks) uitbouwwagens bij de vrije uitbouwmethode.

Uit het bovenstaande blijkt, dat het ontwerp voor het brugdeel in de brugtunneloplossing van tracé 4 destijds vrij ver is uitgewerkt. Om diverse redenen, waarover u elders in dit blad meer leest, is de hier bedoelde oplossing echter nooit in uitvoering gebracht. Bij latere studies werd meer uitgegaan van westelijker gelegen tracés.

