

6. HANGBRUGONTWERPEN

ir.C.Q. Klap en ir. E. Ypey

Keuze brugtype

De ontwerpende ingenieur heeft een aantal brugtypen ter beschikking in het geval een verbinding tussen twee oevers tot stand moet worden gebracht.

Hij zal in eerste instantie kijken naar oplossingen met zo klein mogelijke overspanningen daar deze bruggen het meest economisch zijn. Een optimum ligt in bij overspanningen van 30 meter in geval pijlers onder de betreffende brug op redelijk eenvoudige wijze zijn te realiseren. Indien men te maken heeft met niet stilstaand water als gevolg van stroming of eb en vloed zal men al snel voor wat grotere overspanningen kiezen. Voorbeelden hiervan zijn de Zeelandbrug en de Moerdijkbrug met overspanningen van 100 meter. Indien er sprake is van een duidelijke vaarweg en / of van grotere schepen wordt vaak ook voor een aparte grotere navigatieopening gekozen terwijl de overige overspanningen weer zo economisch mogelijk worden gerealiseerd. Tot overspanningen van ca 200 – 250 meter kan in geval van een verkeersbrug met een vlakke brug worden volstaan. In die situatie heeft men ter plaatse van de pijlers dan wel met een hogere constructiehoogte te maken waardoor het wegdek hoger komt te liggen dan bijvoorbeeld bij een boog- of tuibrug.

Naarmate men dichterbij zee komt worden de overspanningen groter doordat de schepen die zich daar bevinden groter worden zowel in de breedte als in de hoogte. In dat geval wordt het vaarwater meestal ook dieper waardoor de pijlers ook zwaarder en hoger worden en een grotere overspanning sneller economisch haalbaar is.

Bij overspanningen boven de 200 meter wordt al snel gedacht aan een boogbrug of een tuibrug. Een boogbrug heeft het voordeel dat deze geen zijoverspanningen nodig heeft hetgeen wel nodig is bij tuibruggen. Deze dure zijoverspanningen hebben meestal geen functie. Toch kiest men tegenwoordig vaak liever voor een tuibrug daar deze voor een architect een uitdagender vormgeving heeft. Tot ongeveer rond 1960 waren tuibruggen uit de gratie geraakt omdat zo'n 100 jaar daarvoor een aantal ongelukken met dit type bruggen zijn gebeurd. Met name in Duitsland heeft men dit taboe weten te doorbreken toen daar in de zestiger jaren van de vorige eeuw diverse tuibruggen over de Rijn zijn gerealiseerd. Sindsdien kan de tuibrug zich in een toenemende populariteit verheugen met als hoogtepunt de Pont Normandie bij Le Havre die in 1994 de record hoofdoverspanning tot dat moment ongeveer verdubbelde tot 850 meter. Van dit soort overspanningen met tuibruggen was nog geen sprake toen de tracéstudies voor de Westerschelde Oeververbinding werden uitgevoerd.

Hangbruggen

Zoekt men naar nog grotere overspanningen dan de 850 meter van de Pont Normandie dan zijn hangbruggen het aangewezen brugtype. Deze bruggen worden nu met hoofdoverspanningen tot 1991 m gerealiseerd zoals de Akashi Kaikyo Brug bij Kobe in Japan. Er bestaan inmiddels een aantal ontwerpen met hoofdoverspanningen die verder gaan dan de tot nu toe gerealiseerde 2000

meter. Voorbeelden hiervan zijn de hangbrugontwerpen over de straat van Messina met een hoofdoverspanning van 3000 meter. Auteur dezes is ook betrokken geweest bij het ontwerp van een aluminium hangbrug over het Engelse kanaal, eveneens met een hoofdoverspanning van 3000 meter. Met deze overspanning was het mogelijk om ter hoogte van de Sanddettiebank het Engelse kanaal te overbruggen van zandbank naar zandbank. Op deze wijze kon het aanvaarrisico van de pijlers worden geëlimineerd.

Hiermee komt men op een tweede argument om voor grote overspanningen te kiezen n.l. in het geval men het risico van aanvaren wil wegnemen. Als de pijler n.l. in het ondiepe deel van het water geplaatst kan worden loopt een schip eerst aan de grond voordat het de brugpijler kan bereiken. Dit kan vaak tot een goedkopere en aantrekkelijker oplossing leiden dan de pijlers precies op de minimale afstanden te plaatsen die voor de scheepvaart zijn vereist en deze dan voorzien van dure aanvaarbescherminconstructies.

Bij de tracé studies voor de oeververbinding over de Westerschelde heeft men ook vaak gekozen voor een mix van beide benaderingen. Dit kwam er op neer dat getracht werd een zo'n groot mogelijke doorvaartopening te realiseren en de pijlers zoveel mogelijk in het ondiepere deel van het tracé te plaatsen. De pijlers plaatsen in het ondiepste deel zou met de meestal flauwe hellingen van de rivierbodem van de Westerschelde leiden tot relatief grote hoofdoverspanningen. Plaatsing in zoveel mogelijk ondiep water had in ieder geval tot gevolg dat de grootste schepen de pijlers niet konden aanvaren en dat de aanvaarconstructies voor de kleinere schepen goedkoper konden worden uitgevoerd. De keuze voor een hangbrug over het Straatje van Ossenis was het gevolg van deze overwegingen.

Bij de Westerschelde had men ook nog te maken met de eb en vloed beweging waardoor pijlers het ene moment bijna droog vielen en op het andere moment door een zekere waterhoogte werden omringd. Dit was zeker het geval bij springtij waardoor het aanvaarrisico op sommige momenten toch niet geheel was te vermijden.

De keuze voor grote overspanningen is niet altijd het gevolg van de eisen die de scheepvaart stelt er zijn ook locaties in de wereld waar de vaargeul zo diep is dat in redelijkheid geen tussenpijlers geplaatst kunnen worden. Dit kan vooral aan de orde zijn bij trogachtige bodemconfiguraties zoals b.v. bij de straat van Messina.

Hangbrug over Straatje van Ossenis in tracé Waarde-Walsoorden

In het Straatje van Ossenis was het mogelijk de pijlers relatief dicht bij elkaar te plaatsen maar door de aard en het aantal nodige aanvaarvoorzieningen werd de brug zo duur dat een grote overspanning zoals die van een hangbrug wenselijker werd.

Het Straatje van Ossenis wordt voor de scheepvaart gebruikt door zogenaamde binnenvaartschepen. De doorvaarthoogte ter plaatse van de brug kon daarom beperkt blijven tot "rijnvaarthoogte", dit is 9,10 m boven

de hoogst bevaarbare waterstand. De pijlers van de brug zijn buiten de stroomgeul van het Straatje van Ossensisse gepositioneerd, dit in verband met de wisselende ligging van de vaargeulen in de loop der tijd. Bovendien wordt hierdoor een beperking van het aanvaarrisico van de pylloon verkregen.

Het brugdek van de hangbrug werd uitgevoerd gedacht in een stalen kokervorm zoals later is toegepast voor de brug over de Waal nabij Ewijk en de nieuwe verkeersbruggen over het Hollandsch Diep bij Moerdijk, die de toenmalige vakwerkbruggen, die voor het verkeer te smal waren geworden vervingen.

Door de kokervorm wordt een aërodynamisch profiel van het brugdek verkregen waardoor de windbelasting gunstig beïnvloed wordt. Deze koker vormt ook een torsiestijf profiel, waardoor de kans op "flutter" wordt verkleind.

De torsiestijfheid van de brugconstructie wordt nog extra vergroot door in plaats van verticale hangers diagonaal gepositioneerde kabels toe te passen tussen de hoofdhangkabels en het brugdek. De hangkabels zouden opgebouwd worden uit hoogwaardig stalen draden met grote treksterkte. Teneinde een goed inzicht te krijgen in de problematiek van het "spinnen" van de hangkabels, is een aantal bezoeken gebracht aan de in uitvoering zijnde hangbrug over de Severn bij Bristol.

Terughoudendheid bij het nemen van een beslissing

Ondanks dat we in Nederland niet terug deinsden om op grote schaal nieuwe technieken toe te passen zoals b.v. bij de Oosterscheldewerken is men bij de oeververbinding over de Westerschelde altijd wat terughoudend geweest met voorstellen voor te grote overspanningen. De tot op dat moment grootste gerealiseerde hoofdover-

spanning bedroeg 1290 meter bij de Golden Gate Bridge in San Fransisco. De Humber brug met een hoofdoverspanning van 1400 meter was in aanbouw tijdens de voorbereidingen van de hangbrug over het Straatje van Ossensisse. Inmiddels zijn grotere bruggen gerealiseerd zoals de Storebelt met een hoofdoverspanning van 1600 meter en de Akashi Kaikyo brug met een hoofdoverspanning van 1991 meter.

Zoals gezegd kwamen bij de tracé studies in 1967 bij alle tracés oplossingen met hangbruggen voor. Deze ontwerpen waren gebaseerd op buitenlandse ervaringen en men is er terecht vanuit gegaan dat deze eerder gerealiseerde overspanningen ook in de Westerschelde mogelijk waren ondanks dat er lange tijd het hardnekkige gerucht ging dat hangbruggen in Nederland met de aanwezige relatief slappe grondslag niet mogelijk zouden zijn.

Van dat soort vooringenomenheden werd veel last ondervonden bij het voorstellen van een dergelijke oplossing. Dat dit gerucht volledig onterecht was werd bij de bouw van onder andere de Severnbrug aangetoond.

Mogelijke oplossingen

Toen men op basis van de tracéstudie had besloten vanwege de beweeglijkheid van de geulen een oeververbinding niet westelijker dan Kruijningen - Perkpolder aan te leggen heeft men voor het tracé 3 een hangbrug ontwerp laten maken door het Londense ingenieurbureau Freeman Fox & Partners. Zij hebben hun plan in januari 1970 gepresenteerd. Dit was het eerste wat verder uitgewerkte voorstel hoewel Freeman Fox & Partners niet bereid waren haar achterliggende berekeningen kenbaar te maken.

Het volgende ontwerp was het hangbrug ontwerp over



Perspectieftekening hangbrugontwerp Freeman Fox en Partners 1970.

het Straatje van Ossenis. Directie Bruggen heeft over deze studie gerapporteerd in de nota "Nota inzake bruggedeelte in de vaste oeververbinding Westerschelde in september 1978.

In deze nota was een betonnen brugvariant met een overspanning van 160 meter, een stalen brugvariant met 210 meter en een hangbrugvariant met een hoofdoverspanning van 650 meter uitgewerkt. De kosten werden respectievelijk geraamd op 139, 136 en 143 miljoen gulden inclusief BTW.

De hangbrug was dus nauwelijks duurder, ondanks dat dit een duurder brugtype is vanwege de grote hoofdoverspanning, daar de pijlers van de meervoudige brugoverspanningen ingepakt zouden moeten worden met pijlereilanden. Deze pijlereilanden waren extra duur doordat ze vanwege hun vormgeving het hydraulische doorstroomprofiel dusdanig verstoorden dat na aanbrenge van de bodem van de rivier zich evenredig met de vernauwing zou verdiepen. Dit betekende dat de opbouw van de pijler drie meter onder de bodem moest starten. De hangbrug oplossing had het bijkomende voordeel dat die vriendelijker was voor de scheepvaart die de kortsluit geul veelvuldig gebruikte om de drukke hoofdvaargeul bij Hansweert te mijden. Bovendien was het hydraulische gedrag in de gevoelige rivier beter te voorspellen in geval van een hangbrug.

De doorbraak

Nadat politiek Den Haag het project in 1983 had afgeblazen werd het mogelijk om de problematiek op een geheel nieuwe wijze in te steken. Dit is gebeurd met de nota van Directie Bruggen van 18 april 1986. Zonder terughoudendheid kan gesteld worden dat deze nota het project weer heeft vlot getrokken en ons een gerealistische oeververbinding over de Westerschelde heeft gebracht. Genoemde nota nam afstand van hetgeen tot op dat moment was gebeurd. De financiering was de grote discussie daar er te weinig inkomsten tegenover de enorme aanlegkosten stonden. De oplossing was niet ingewikkeld. Als het opheffen van één veerdienst te weinig verkeersaanbod geeft voor een oeververbinding dan is het beter om twee veerdiensten op te heffen. Dat kan het beste door eenvoudig een tracé te kiezen tussen de twee bestaande veerdiensten. In redelijkheid mocht verwacht worden dat een dergelijke keuze in ieder geval het verkeersaanbod ongeveer zou verdubbelen. Dit werd het tracé Ellewoutsdijk - Terneuzen. Tevens werd gekeken naar een goedkopere technische oplossing door uit te gaan van twee hangbruggen.

Een over de Pas van Terneuzen en een over het Straatje van Willem.

De keuze van een hangbrug was te verdedigen daar deze brug hoger kwam te liggen dan de meeste andere hangbruggen in de wereld n.l. een doorvaarthoogte van 50 meter. De meeste grote bruggen hebben wereldwijd een doorvaarthoogte van 40 – 45 meter. Ook in de toekomst hogere schepen bouwen had geen zin daar dan meteen de meeste grote havens door deze schepen niet meer konden worden aangedaan. Voor de Akashi Kaikyo brug nabij Kobe, een van de grootste havensteden van de wereld, was in die tijd een doorvaarthoogte van 45 meter gepland.

Tolbrug Exploitatie Maatschappij

In de nadagen van de Oosterscheldewerken hebben Hollandia en Grootint het voorstel van Directie Bruggen van 18 april 1986 omarmd en als Tolbrug Exploitatie Maatschappij (TBM) in september 1986 gepresenteerd. Dit voorstel kwam vrijwel overeen met het genoemde voorstel van Directie Bruggen. Dit voorstel week alleen af voor de kleinste hangbrug over het Straatje van Willem; deze was vervangen door een tuibrug. Dit plan is later in een gemeenschappelijk ontwerp team van Directie Bruggen en de TBM te Krimpen a/d IJssel verder uitgewerkt totdat minister N. Smit - Kroes van de een op de andere dag verbood hier mee verder te gaan. De TBM is daarna op eigen kracht doorgegaan.

Het laatste voorstel

Toen de TBM inzichtelijk had gemaakt dat een verbinding over de Westerschelde wel degelijk haalbaar was, was dit voor de overheid aanleiding om het project weer op te pakken. Randvoorwaarden werden opnieuw vastgesteld, nieuwe concept studies werden opgestart en een Milieu effect rapportage (MER) werd gemaakt. Vanaf dat moment werd gewerkt met een officiële project organisatie die beschreven is in de nota Projectorganisaties WOV van 1971 tot heden. Al deze inspanningen hebben geleid tot het referentie ontwerp dat ter voorbereiding van de officiële marktbenadering is opgesteld.

