

# ROLBRUG OVER DE GREVELINGEN-SLUIS BIJ BRUINISSE

ing. A. Edwards

## Inleiding

Bij Bruinisse kruist de N59 de Grevelingensluis die de verbinding vormt tussen de Grevelingen en de Oosterschelde. 's Zomers maken duizenden jachten gebruik van deze sluis en dat zorgde voor lange files op de N59 die in de zomertijd eveneens zeer druk is. Soms passeren er wel 20.000 voertuigen per dag over deze tweebaansweg. Naar aanleiding van het succesvol oplossen van het fileprobleem bij de Zandkreeksluis door het bouwen van een 'bypass' met een tweede brug, is in 2002 besloten ook bij de Grevelingensluis een tweede brug te bouwen aan de andere zijde van de sluis, zodat er voor het wegverkeer altijd één brug beschikbaar is (Afb. 1).

Bij het project waren de Provincie Zeeland, Rijkswaterstaat Zeeland en Rijkswaterstaat Bouwdienst betrokken. De Provincie Zeeland trad op als opdrachtgever en financier voor het gehele project. RWS Bouwdienst ontwierp de brug en voerde de directie bij de bouw daarvan. RWS Zeeland was verantwoordelijk voor het ontwerp en de directievoering bij de aanleg van de benodigde wegen.

## Brugkeuze

In een vooronderzoek is in overleg met de architect ir. J.R. Slemmer van WTS-architecten uit Vlissingen besloten te kiezen voor een brug met een laag profiel om het weidse uitzicht over het water van af de Grevelingendam zo weinig mogelijk te verstoren. De keuze viel na enig wikken en wegen op een rolbrug. Rolbruggen zijn in Nederland weliswaar eerder toegepast, maar de constructie van het bewegingswerk is voor Nederland nieuw. Enkele jaren geleden bezocht een delegatie van Rijkswaterstaat Le Havre waar een hydraulisch aangedreven rolbrug met een overspanning van ruim 65 meter al vele jaren goed functioneert. De rolbrug bij Bruinisse is naar dit voorbeeld ontworpen. De brug heeft een mechanische aandrijving met gebruik van de modernste elektronica gekregen voor het rollen en een hydraulische aandrijving voor het heffen.

In januari 2003 is de Bouwdienst gestart met het ontwerp van de brug en de onderbouw. Op 4 november 2003 hield de Provincie Zeeland te Middelburg de openbare aanbesteding. Ten gevolge van het nog ontbreken van een vergunning kon pas op 2 maart



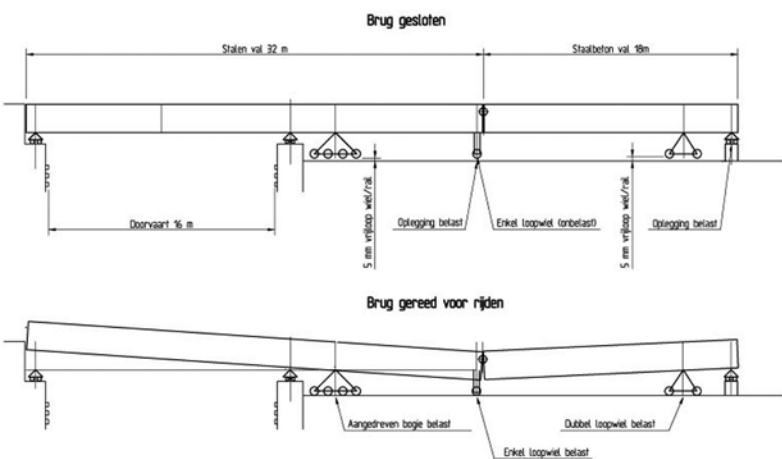
1. Overzicht van de bestaande ophaalbrug en de nieuwe Rolbrug.

2004 opdracht gegeven worden aan de Combinatie Hakkers BV uit Werkendam en DW Traas uit Vlissingen. De aannemingsom bedroeg € 5.213.000,-. Het werk omvatte in hoofdzaak de brug met onderbouw, de aandrijving en de elektrotechnische- en besturingsinstallatie inclusief het ontwerp daarvan, alsmede de hydraulische installatie en de uitbreiding van de dam aan de noordzijde van de sluis. In verband met het faillissement van DW Traas heeft Hakkers BV het project alleen voortgezet en is het staal- en werktuigbouwdeel verzorgd door De Boer Dintelmond bv en Mercon Steelstructures BV.

Op 10 juni 2005 is de brug opgeleverd en op 25 juni is de brug officieel geopend door de minister van Verkeer en Waterstaat.

## Het principe van de rolbrug

De brug meet 50 x 21,5 meter. Over de brug loopt een hoofdrijbaan en een parallelweg. Omdat er op het land naast de sluis onvoldoende ruimte was, moest de bocht met een straal van 35 meter op de brug komen. Deze bocht op de brug maakte het echter ook mogelijk hier zonder problemen met de weg een rolbrug toe te passen. De brug bestaat uit twee delen. Het voorste deel van 32 meter is een stalen brug en het achterste deel van 18 meter is een staalbeton brug. Beide delen zijn scharnierend aan elkaar verbonden (Afb. 2).



4. Brug in bereden situatie.

Boven: 2. tekening constructieprincipe (boven in bereden-stand en beneden in verrijdbare stand)  
Onder: 3. Brug doorgeknikt, gereed voor rijden.

Het staalbeton deel functioneert tevens als contragewicht voor het voorste deel tijdens het verrijden van de brug. Als de brug door het verkeer bereden wordt, ligt deze op acht vaste opleggingen. De vorm van de opleggingen is zo gekozen dat de brug aan de zijkant langs het landhoofd in dwarsrichting gefixeerd is en in de andere richting vrij kan uitzetten. De opleggingen langs de doorvaart fixeren de brug in lengterichting. Bedacht moet worden dat het verkeer scheef de brug op rijdt en de remkrachten onder 45 graden met de brugas kunnen aangrijpen. Alle wielen van de brug (2x7) zijn vrij van de rails als deze door het verkeer bereden wordt. Ten behoeve van het bewegen wordt de brug ter plaatse van het scharnierpunt tussen de beide brugdelen door middel van twee hydraulische cilinders circa 5 mm opgedrukt (Afb. 6). Daarna wordt aan beide zijden van de brug ter plaatse van de deling een verkeersoplegging weggeschoven (Afb. 7). Nadat dit is gebeurd, wordt de cilinder ingetrokken en daarbij zakt de brug ter plaatse van de deling circa 205mm omlaag totdat de enkele wielen op de rails staan (Afb. 2 en Afb. 8). Tijdens dit proces van aflaten komt de brug automatisch vrij van de overige zes verkeersopleggingen en komen alle veertien wielen op de rails. Daarna wordt de brug 18 meter over de rails naar achteren gereden. De grote boogjes hebben elk vier aangedreven wielen (Afb. 5). Op elk van de acht wielassen

is een tandwielkast gestoken die voorzien is van een 4 kW motor met schijfrem.

De openingstijd inclusief vijzelen bedraagt op dit moment 140 seconden maar moet nog worden ingekort tot 120 door optimalisatie van het besturingsproces. De gehele brug, bij elkaar zo'n 700 ton, wordt geopend met een vermogen van minder dan 32 kW !

### De brugconstructie

De stalen brug bestaat uit twee hoofdliggers hart op hart 14.6 meter, elf dwarsdragers hart op hart 3.6 m/2.5 m en heeft een orthotrope rijvloer met een rijplaatdikte van 18 mm en 325x6 mm trogprofielen. Onder het stalen val zijn ruimtes aangebracht voor extra ballast en de hydraulische installatie. Het stalen val weegt circa 298 ton exclusief de wielstellen. Het staalbetonval is opgebouwd uit twee hoofdliggers, zes dwarsdragers hart op hart 3.4 m en een betonnen rijdek met een dikte van 300 mm; het weegt circa 374 ton exclusief de wielstellen.

De overgang tussen beide bruggen wordt gevormd door een 40 mm dikke getande rijplaat. De rijdekken van beide brugdelen zijn voorzien van een epoxy-slurry slijtlaag van 8 mm. Het stalen val is vervaardigd door Mercon Steelstructures BV, het staalwerk voor het staalbeton val is vervaardigd door De Boer Dintelmond. Het betonnen dek is ter plaatse door Hakkers



5. Loopwielen met boogjes.



6. Brug opgevijseld, speling boven oplegging.

BV gestort. De gehele brug en een groot deel van de deksloof van de brugkuip is voorzien van een roestvast stalen hoogglanzend gepolijste leuning.

#### De wielstellen en de rails

Van de twee- en de vierwielige wielstellen zijn alle wielen met evenaars opgehangen. De wielassen zijn gelagerd in dubbelrijige tonlagers. De assen van de evenaars zijn gelagerd in ORKOT®. Alle pennen, assen en bussen in de wiel- en scharnierconstructie zijn voorzien van een geslepen HVOF-laag. Alle wielstellen zijn vervaardigd door Demako NV uit België. De wielen en de rails vormen het meest kwetsbare deel van de brug gezien de problemen om rails en wielen te repareren of te vervangen. Daarom is in het ontwerp gekozen voor een conservatieve benadering. Er is gekozen voor de beste materialen en een grote wieldiameter, waardoor de contactspanningen relatief laag zijn.

De cilindrische wielen, diameter 960 mm, zijn vervaardigd uit smeedstaal 30CrNiMo8 met treksterkte 1035 MPa en hardheid HB 329 kfg/mm<sup>2</sup>. De rail is een RMS125 van Gantry S.A. met treksterkte 1135 MPa en hardheid HB 350 kgf/mm<sup>2</sup>. De wielbelasting bedraagt circa 630 kN. De optredende contactspanning bedraagt hierbij 670MPa.

De rails met grondplaat van 400x40 mm liggen op zware betonnen liggers van 1.8 m breed en 2.5 m hoog. Het beton van de liggers en de landhoofden bevat 200-240 kg wapeningsstaal per m<sup>3</sup>. De betonnen liggers zijn gefundeerd met buispalen ø700x25 mm en met een lengte circa 19 m.

De brug beweegt in een brugkuip met een open onderzijde. Het gemiddelde grondwaterniveau is circa NAP. De rails liggen op NAP+2.08m. De normale buitenwaterstand bedraagt maximaal NAP+1,84 m en in extreme omstandigheden maximaal NAP+3.84 m met een kans van optreden van eenmaal per 4000 jaar. In de brugkuip die is afgewerkt met 0.25 m steenslag is een pompput aangebracht met een pompcapaciteit van 40 m<sup>3</sup> per uur. Deze kan nog worden verdubbeld.

#### De uitlijning tijdens de montage

Tijdens de montage van de brug was de uitlijning een belangrijk en ingewikkeld punt.

De rails moeten onderling evenwijdig lopen en tevens evenwijdig aan het landhoofd liggen. Alle wielstellen moeten in lijn staan met de rails en in dwarsrichting op de juiste afstand van elkaar.

Daarnaast is ook de hoogte-afstelling van belang. Als de brug op de verkeersopleggingen ligt, moeten alle wielen enkele millimeters vrij zijn van de rails. Ook moeten alle verkeersopleggingen in lengte, breedte en hoogte worden afgesteld. Als de brug op de wielen staat moeten alle verkeersopleggingen vrij zijn en als de brug op de verkeersopleggingen ligt moet de vooropleggedruk 220 kN per oplegging bedragen.

Als de brug verreden wordt, bedraagt de wieldruk van de enkele wielen ter plaatse van de deling van de brug 220 kN per wiel. Dit is de onbalans om te voorkomen dat de brug tijdens het verrijden ten gevolge van wind voorover dompt. Al met al heeft het juist afstellen meer meetwerk en tijd gekost dan verwacht. Daarnaast moesten de ogen aan beide brugdelen met de lagers en de vertanding van de rijvloeren ook precies aansluiten.

#### De hydraulische installatie

Onder de brug hangen twee cilinders die de brug opzetten en aflaten. De cilinders zijn ontworpen voor een normale belasting van 1500 kN en een maximale belasting van 1900 kN. De afmetingen zijn: boring ø320 mm, stang ø200 mm en slag 360 mm. De maximale druk is 300 bar. Het hydraulische aggregaat heeft twee druk-geregelde plunjerpompen met elk een 22 kW motor met een constant toerental van 1450/min. De loze slag met weinig kracht wordt relatief snel doorlopen. Zodra de kracht op de cilinders toeneemt en dus de druk in cilinders oploopt, vermindert de pomp automatisch de opbrengst waardoor de snelheid van de beweging omlaag gaat. Dit is gedaan om het vermogen te beperken. Om het aansluitvermogen van de gehele installatie bij het energiebedrijf te beperken,



7. Oplegging teruggetrokken.



8. Brug afgevijseld.

is gesteld dat het vermogen van de hydraulische installatie maximaal gelijk mag zijn aan het vermogen dat nodig is om de brug te bewegen. De cilinders zijn voorzien van eindschakelaars en schakelliniaals.

De gehele hydraulische installatie is ondergebracht in een speciale ruimte onder aan de stalen brug. In het bestek waren voor de hydraulische installatie technische en functionele eisen opgenomen. De gehele hydraulische installatie is ontworpen en gebouwd door A.P. van de Berg uit Heerenveen.

#### De aandrijving, de elektrotechnische en de besturingsinstallatie

Na het sluiten van de afsluitbomen wordt de brugbeweging gestart door één druk op de knop door de bedienaar. Alle overige functies worden, zoals gebruikelijk, door de PLC geregeld. Via speciale soepele kabels die ondergebracht zijn in een kabelrups, wordt de voeding en de besturing naar de brug gebracht. De gehele besturing is zo geregeld dat, vóórdat een nieuwe fase van de brugbeweging aanvangt, wordt gecontroleerd of de vorige fase daadwerkelijk is afgerond. Zo is het opvijzelen van de brug bijvoorbeeld onmogelijk als de slagbomen niet gesloten zijn. De motoren zijn frequentieregeld. Alle acht motoren worden door één frequentieregelaar geregeld. Een tweede frequentieregelaar is als reserve aanwezig. Op de aangedreven boogie zijn de diverse standschakelaars aangebracht. Deze geven de commando's start retarderen, controle retarderen, start kruipen en stop. Daarboven is een noodeindschakelaar aangebracht om, bij falen van alle beveiligingen, de brug toch nog tot stilstand te brengen. Op de betonnen fundatie van de rail zijn stoelen aangebracht met de diverse schakellinialen voor het activeren van de diverse schakelaars op de boogie. Tevens zijn onder de brug aan de voor- en achterzijde aanslagen en Krupp celstofbuffers aangebracht waarmee, in geval van falen van de regeling, een groot deel van de bewegingsenergie kan worden vernietigd.

Indien er een motor uitvalt aan één zijde, wordt een

tweede motor aan de andere zijde van de brug uitgeschakeld en kan de brug op tweemaal drie motoren worden bewogen op gereduceerde snelheid.

De omschakeling van hoofdbedrijf naar noodbedrijf (zes motoren) moet gedaan worden door een storingsmonteur. De omschakeling is beveiligd d.m.v. het toepassen van een sleutelschakelaar.

De elektrotechnische deelinstallaties voor het besturen en aandrijven van de diverse bruginstallaties zijn ondergebracht in het elektragebouwtje dat naast de brugkuip is gebouwd. In dit gebouwtje is ook de noodbediening aangesloten. Deze bestaat uit een knoppendoos aan een circa 20 m lange kabel waardoor het voor de bedienaar, staande bovenop het landhoofd, mogelijk is de brug te laten bewegen.

De hoofdbediening vindt plaats vanuit het bestaande bedieningsgebouw. Dit gebeurt door middel van drukknoppen. Het is ook mogelijk om de brug te bedienen via het beeldscherm. Daartoe is de besturingsinstallatie voorzien van een SCADA systeem. Hiermee is het ook mogelijk de brug te bedienen vanaf de Krammersluizen. Met behulp van het SCADA systeem worden tevens de status van de brugbeweging en de storingen zichtbaar gemaakt. Via een CCTV installatie kan het verkeer naar en op de brug worden bekeken en kan ook het scheepvaartverkeer in de voorhaven in de gaten worden gehouden.

In het bestek waren voor de elektrotechnische- en besturingsinstallatie technische en functionele eisen opgenomen. De gehele elektrotechnische- en besturingsinstallatie is ontworpen en gebouwd door Istimewa Elektro uit Vlissingen-Oost.

#### Gebruik

Sinds de brug in gebruik is genomen, behoren de in de regio beruchte files tot het verleden. Wel hebben zich na ingebruikneming nog enkele kleine storingen voorgedaan - de brug is nog in de onderhoudsperiode - maar over het geheel genomen is iedereen zeer tevreden met deze brug.