

Dankzij industriële standaardtandwielkasten werd op kosten bespaard

Rolbrug Bruinisse vermindert files o

Sinds juni dit jaar is Nederland een bijzondere brug rijker, 'den Ysere Ryve' in Bruinisse. De brug is bijzonder omdat het hier om een rolbrug gaat. Nog nooit eerder vertoond in Nederland! Er is echter wel goed gekeken naar de reeds twintig jaar probleemloos functionerende rolbrug over de 68 meter brede sluis François Premier in Le Havre (F). De rolbrug in Bruinisse is een mooi samenspel van staalbouw in combinatie met elektrische, mechanische en hydraulische aandrijftechniek en besturingstechniek.

Paul Quaedolieg

samenwerking tussen de provincie Zeeland, Rijkswaterstaat Directie Zeeland en de Bouwdienst Rijkswaterstaat. Als hoofdaannemer werd Hakkers in Werkendam aangesteld. Dit bedrijf zorgde vooral voor de bouwkundige werkzaamheden zoals baggeren, zand aanbrengen, damwanden plaatsen, betonconstructies maken et cetera. De feitelijke stalen brug en aandrijvingen werden door Hakkers uitbesteed aan de combinatie De Boer Dintelmond (Heijningen)/ Mercon Steel Structures (Gorinchem) en Vector Aandrijftechniek (Rotterdam) voor de elektrische en mechanische aandrijftechniek alsmede A.P. van den Berg Hydraulics (Heerenveen) voor de hydraulische hefinstallatie. De gehele elektrotechnische- en besturingsinstallatie werd verzorgd door Istimewa Elektro (Vlissingen).

Standaardtandwielkast

"De gehele cyclus van open- of dichtgaan behoort volgens de besteisen van Rijkswaterstaat (RWS) 120 seconden te duren", legt C. Adriaanse, projectleider bij De Boer Dintelmond uit. "Het complete verplaatsbare deel heeft een massa van zo'n 950 000 kg (950 ton) en wordt verplaatst dankzij acht elektromotoren van elk 4 kW. Dat is natuurlijk alleen te doen met een speciale tandwieloverbrenging."

In het werkbesteding van RWS stonden behoorlijk strenge eisen met betrekking tot de tandwielkast. Er werd door RWS

Al vele jaren zorgt de kruising van het wegverkeer en het scheepvaartverkeer bij de Grevelingensluis bij Bruinisse voor lange files en onveilige situaties, zowel op de weg als op het water. Tijdens de zomerse hoogtijdagen rijden er ruim 20 000 voertuigen per dag over de N59. Maar dan gaan er ook vele honderden plezierjachten door de sluis. Hierdoor stond de bestaande hefbrug per keer

zo'n 15 minuten open met alle nare gevolgen van dien. Met de gerealiseerde 'bypass' en een tweede brug over de sluis kan het weg- en scheepvaartverkeer onafhankelijk van elkaar en non-stop worden afgewikkeld. De brug werd afgelopen zomer op 25 juni officieel geopend door Minister van Verkeer en Waterstaat Karla Peijs. Het gehele project kwam tot stand door



De bogie is gebaseerd op het ontwerp van de rijaandrijving van grote havenkranen



Elk wiel wordt via een industriële SEW-tandwielkast en een flexibele koppeling aangedreven door een 4 kW-motor

Op weg en water



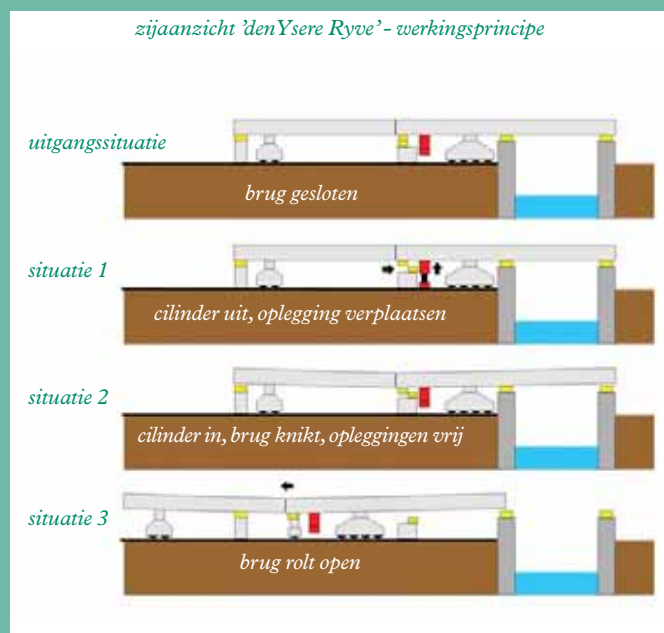
De nieuwe rolbrug van de Grevelingenluis bij Bruinisse 'den Ysere Ryve' is laag gebouwd en 'rolt' horizontaal open (foto's: Paul Quaedvlieg)

Werking

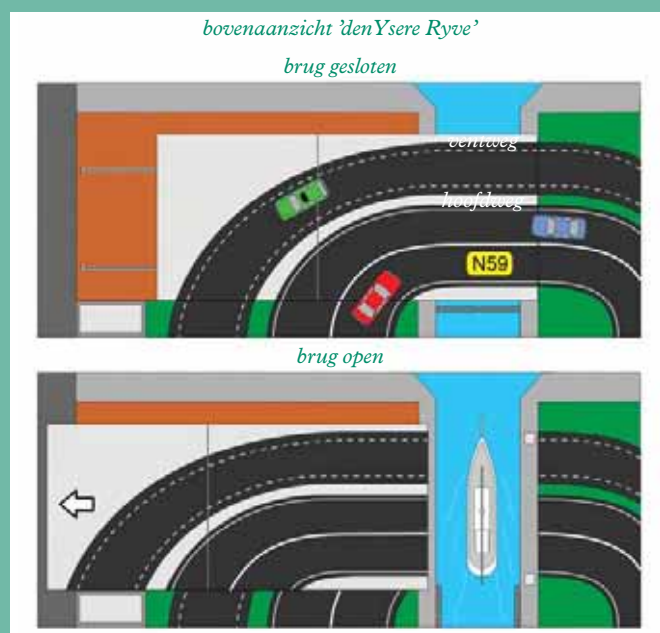
De werking van de brug is relatief gezien eenvoudig. Vanuit een gesloten positie worden de twee hydraulische hefcilinders aangestuurd om de brug, vlakbij het knikpunt, ongeveer 5 mm op te vijzelen (situatie 1). Hierdoor komt de brug vrij van de twee beweegbare opleggingen. De twee opleggingen worden elk middels een elektrisch aangedreven lineator verschoven (situatie 2). De twee hefcilinders

laten het brugdeel weer zakken, waardoor de normaal zwevende loopwielen nu op de rails komen. De brug knikt en alle oplegpunten van de twee brugdelen komen vrij te liggen (situatie 3). Dan worden via twee frequentieregelaars de acht elektromotoren (vier per bogie) aangestuurd en wordt de brug over een lengte van 18 m verplaatst (situatie 4) (illustraties: Paul Quaedvlieg).

zij aanzicht 'den Ysere Ryve' - werkingsprincipe



bovenaanzicht 'den Ysere Ryve'





Elk van de twee hefcilinders levert een maximale drukkracht van 1900 kN om de brug 5 mm op te tillen

vanuit gegaan dat een standaardtandwielkast niet zou kunnen voldoen, want in het bestek stond: "Waarschuwing: Indien voor de prijsvorming of bestelling op basis van de in lid 1 opgegeven representatieve koppels een tandwielkast zonder meer gekozen zou worden uit de catalogus van een willekeurige fabrikant, zal deze in het algemeen *niet* voldoen aan de in dit bestek gestelde eisen". Adriaanse: "Een op maat gemaakte tandwielkast lag daarom het meest voor de hand, maar dan kregen we ook te maken met hoge kosten. Via Vector Aandrijftechniek in Rotterdam kregen we informatie over de serie industriële tandwielkasten van SEW. De bogie (het treinstel) van de rolbrug is namelijk afgeleid van grote havenkranen en daar heeft Vector, net als met meer gebruikelijke brugaandrijvingen, al de nodige ervaring mee."

Geert van der Kamp, Technisch adviseur Industrial Gears bij Vector Aandrijftechniek vult Adriaanse aan: "Om RWS ervan te overtuigen dat de industriële tandwielkasten van SEW ook konden voldoen, moesten we een complete VOBB-berekening doorvoeren." VOBB staat voor Voorschriften voor het Ontwerpen van Beweegbare Bruggen oftewel NEN 6786. Van der Kamp: "In de VOBB-berekening wordt de complete tandwielkast doorberekend: de sterkte van de tandwielen, de assen en de lagers, de scheefstand van de wielen door de buiging van de assen, de hoekverdraaiing door torsie van de assen en cetera. Dit alles in het kader van veiligheid en levensduur. De complete berekening telt dan ook ruim 130 pagina's naast de lange lijst met eisen die in het bestek stonden."

Dankzij de uitvoerige berekening kon er

toch gekozen worden voor de standaard industriële SEW-tandwielkasten van het type Compact met een motorreductor als voortrap. Het uitgaand toerental is 5 min^{-1} en de overbrengingsverhouding $i = 270$. Door te kiezen voor een standaardtandwielkast in plaats van een op maat gemaakte tandwielkast werden de kosten voor de aanschaf gehalveerd. Maar ook de beschikbaarheid van eventuele reserveonderdelen met korte levertijden kan Vector garanderen.

Levensduur

Een andere eis met betrekking tot de tandwielkast was een oneindige levensduur. Nu wordt de tandwielkast onder de rolbrug niet echt zwaar belast. Maximaal wordt de tandwielkast 8 minuten per uur belast ($4 \times$ per uur, 2×120 seconden). Volgens het bestek moest er ook sprake zijn van een gedwongen smering van de tandwielkasten middels een pomp en elektromotor. Maar uiteindelijk zijn de SEW-tandwielkasten, met goedkeuring van RWS, voorzien van een badsmering, waarbij de bovenste as (de kasten zijn verticaal gemonteerd) half onder de olie staat. Natuurlijk voldoet de olie voor buitentemperaturen van $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ tot $-15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ook de constructie van de bogie lag bestekmatig vast. Adriaanse: "De wielen hebben een onderhoudsvriendelijke laging die bestaat uit Orkot-bussen in combinatie met vetsmering. Deze zijn eenvoudiger te monteren en te demonteren dan andere lagertypen. Bijkomend



Links: Het hydraulisch aggregaat bevindt zich in een afgesloten ruimte die onder de brug hangt.

Onder: De twee hydraulische pompen leveren elk een maximale druk van 350 bar en een opbrengst van $95 \text{ dm}^3/\text{min}$



In gesloten toestand rust de brug op de opleggingen (foto boven). Voor het verplaatsen van de brug moeten de opleggingen eerst door de lineatoren worden verschoven zodat de brug kan knikken en vrijkomt van de overige opleggingen (foto onder)



Het verkeer op de N59 kan nu dankzij de rolbrug altijd blijven rijden, hetzij over de oude hefbrug (foto links), hetzij over de nieuwe rolbrug (foto rechts)



De aansturing van de in totaal acht elektromotoren gebeurt door één frequentieregelaar. De andere regelaar is redundant geschakeld. Bovenop zijn de transformatoren te zien voor de stroomverdeling naar de motoren

voordeel is dat Orkot-bussen zijn gemaakt voor scheepvaarttoepassingen en niet vatbaar zijn voor het agressieve zeeklimaat.”

Hydrauliek

De hydraulische installatie van de rolbrug is ontworpen en geleverd door A.P. van den Berg Hydraulics. Ook hier lag alles vast in het bestek en moest de installatie voldoen aan de NEN 6786, inclusief bijlage 'Eisen voor hydraulische bewegingswerken', en NEN 6787 'Het ontwerpen van beweegbare bruggen – veiligheid'. Op zich verzorgt de hydraulische installatie alleen het heffen en het laten zakken van de brug over een afstand van maximaal 205 mm. Maar het gehele proces van schakelen, opvijzelen en de opleggingen verschuiven mocht niet langer dan 30 seconden duren. Ook de snelheid van het neerkomen van de brug op de opleggingen en van de zwevende wielen op de rails was gelimiteerd tot maximaal 15 mm/s. "Elke cilinder heeft zijn eigen hydraulische plunjerpomp die een maximale druk levert van 35 MPa (350 bar) en met een opbrengst van 95 dm³/min", legt Louis Hooghiemstra, System Engineer en Service Manager bij A.P. van den Berg Hydraulics, uit. "Het hydraulisch aggregaat, met een geïnstalleerd vermogen van 2 x 22kW, is onder meer uit standaardcomponenten van Parker opgebouwd. Bijzonder is de extra trillingsdemping tussen de elektromotoren van de pomp en de grondplaat. Verder zit er een aparte filterset op met een 3 µm-filter om de kwa-

liteit van de olie optimaal te houden." Het aggregaat is in Heerenveen ontworpen en gebouwd. De hefcilinders zijn uitbesteed aan Eaton Hydrowa in Eindhoven, omdat dit bedrijf veel ervaring heeft met hydraulische cilinders in een maritieme omgeving. "De zuigerstangen van de cilinders zijn voorzien van een keramische HVOF-coating in verband met het zeeklimaat", legt Hooghiemstra uit. "Verder hebben de cilinders instelbare mechanische eindschakelaars voor de begin- en eindstand." Elke cilinder heeft een boring van 320 mm, een stangdiameter van 200 mm, een maximale drukkracht van 1900 kN en een maximale slag van 360 mm. In verband met de stabiliteit van de cilinder mag de zuigerstang zich niet geheel in de maximale eindstand bevinden bij het opvijzelen van de brug. A.P. van den Berg Hydraulics zorgde ook voor het ontwerp van de lineatoren. Deze componenten zorgen er voor dat de verplaatsbare opleggingen worden verschoven. Het verschuiven gebeurt middels een elektromotor en een spindel. De uitgaande stang van de lineator is, net als de zuigerstangen van de hydraulische cilinder, voorzien van een keramische coating. De lineatoren zijn tevens voorzien van instelbare mechanische eindschakelaars.

Besturing

De complete besturing en de elektro-technische installatie werd verzorgd door Istimewa Elektro. Voor het bedienen van de rolbrug activeert de sluiswachter via een PC met scada-systeem het proces van open- en dichtgaan. De PC communiceert via Ethernet met een Siemens-PLC S7 300 waarin het gehele programma voor wat betreft de bedie-

ning van de verkeerslichten, slagbomen en de brug zelf is opgeslagen. Via een hub in de schakelkast kan eventueel ook een laptop met hetzelfde scada-systeem worden ingeplugd bij bijvoorbeeld servicewerkzaamheden. De PLC stuurt ook één van de twee VLT 5052-frequentieregelaars van Danfoss aan. De andere frequentieregelaar van hetzelfde type is redundant aangesloten, en kan gebruikt worden als de eerste regelaar buiten gebruik is voor servicewerkzaamheden. Bovenop de schakelkast van de frequentieregelaars bevinden zich twee transformatoren, per regelaar één transformator. Deze zorgen er voor dat het vermogen van de frequentieregelaar gelijkmatig verdeeld wordt over de acht elektromotoren voor het verschuiven van de brug. Al met al is 'den Ysere Ryve' bij de Grevelingensluis te Bruinisse een mooi voorbeeld van samenwerking van diverse Nederlandse bedrijven met de nodige elektromechanische en hydraulische aandrijftechniek. ■ADT

Inlichtingen:

A.P. van den Berg Hydraulics BV,
NL-Heerenveen, tel.: (0513) 63 32 22,
www.apvdberg.nl;
De Boer Dintelmond BV,
NL-Heijningen, tel.: (0167) 52 53 34,
www.deboer-group.org;
Istimewa Elektro BV, NL-Vlissingen,
tel.: (0113) 61 28 40, www.istimewa.nl;
Vector Aandrijftechniek BV,
NL-Rotterdam, tel.: (010) 446 37 00,
www.vector.nu.

Enkele filmpjes over de werking van de rolbrug bij Bruinisse zijn te zien op: www.zibb.nl/industrie/aandrijven/nieuws_zoom/asp/artnr/1069062/versie/1/index.html.