

INHOUD

- De restauratie van de Maartensbrug te Utrecht
- Het plan 'Kop van Zuid'
- De rolwipbrug over de Cellesluis te Kampen
- Berichten
- De Doesbrug te Leiderdorp

NBSNIEUWS

Nieuwsbulletin van de Nederlandse Bruggen Stichting.

Het bulletin verschijnt vier maal per jaar.

Redactie

Ir. G.J. Arends, ing. B.H. Coelman, ing. H.M.C.M. van Maarschalkerwaart, prof.ir. J. Oosterhoff en A.A. van der Vlist.

Redactieadres:

Ir. G.J. Arends,
Gebouw voor Bouwkunde, Kr. 7.01a
Berlageweg 1, 2628 CR Delft
Tel. (015) 78 48 86 of (01820) 2 09 35
per 24 juli: (01820) 3 73 27

Grafische verzorging en druk: Stichting BetonPrisma, 's-Hertogenbosch

ISSN 0929-1849

De restauratie van de Maartensbrug te Utrecht

In Nederland zijn nog vele stenen bruggen aanwezig. Zij komen vooral voor in de oude steden. Een deel ervan stamt nog uit de Middeleeuwen. Steen is een sterk materiaal. Dat geldt zeker voor de baksteen waarvan de meeste Nederlandse bruggen zijn gebouwd. Natuursteen was, in vergelijking met het buitenland, bij ons een veel minder gebruikelijk materiaal. Meestal werd het alleen toegepast voor de versterking van de hoeken van pijlers en landhoofden of voor borstweringen. De aantasting van natuursteen is afhankelijk van de soort maar ook dit materiaal gaat lang mee. Stenen bruggen zijn dus duurzaam maar dat betekent niet dat ze vrij van onderhoud zijn. De zwakke punten in een steenconstructie zijn de mortelvoegen en ook worden stenen bruggen nogal eens bedreigd door het verzakken van de fundering.

Ook de stad Utrecht heeft vele aanzienlijke stenen bruggen in de oude binnenstad. Bij een aantal ervan baart de onderhoudstoestand zorg. In 1987 werd door de Grontmij in opdracht van de Dienst Openbare Werken een inspectie verricht die in 1991 werd aangevuld. Voor een aantal

1. De scheuren in de zuidelijke frontwand van de Maartensbrug. (Foto Dienst Stadsbeheer Utrecht)



bruggen bleek een onderhoudsbeurt dringend noodzakelijk. Besloten werd om de Maartensbrug, gelegen tussen de Zadelstraat en de Servetstraat over de Oudegracht, als eerste aan te pakken.

De Maartensbrug is zonder twijfel de oudste brug van Utrecht als daarbij wordt betrokken dat er reeds in 934 melding wordt gemaakt van een toegangsbrug tot het Romeinse castellum op de plaats waar thans de Maartensbrug ligt. De huidige stenen brug, die een rijksmonument is, kwam in 1404 tot stand. Zij is genoemd naar de beschermheilige van de stad. In 1906 vond de meest ingrijpende wijziging plaats, een verbreding aan de zuidzijde.

De brug heeft twee openingen, een hoofdopening van 5,7 m en een zijopening van 4,2 m. De middenpijler is circa 1 m dik. De bogen hebben beide de vorm van een halve cirkel. Het brugdek heeft gemiddeld een breedte van 14 m (in plattegrond heeft het dek de vorm van een trapezium). De gewelven zijn van baksteen van het formaat Utrechts plat (ongeveer 4 cm dik) met een gewelddikte van circa 40 cm. Ook de landhoofden en de pijler zijn van deze baksteen gemaakt met bij de waterlijn bekledingen van natuursteen. Zij zijn gefundeerd op staal (een vakterm die aangeeft dat de onderkant van de steenconstructie rechtstreeks op draagkrachtige grond rust zonder tussenkomst van palen of dergelijke). Het funderingsniveau ligt op 1,5 à 2 m onder het grachtpeil. Pijler en landhoofden zijn aan de voet nauwelijks verbreed. Bij de verbreding van de brug in 1906 zijn in plaats van voeten van baksteen betonnen voeten gemaakt.

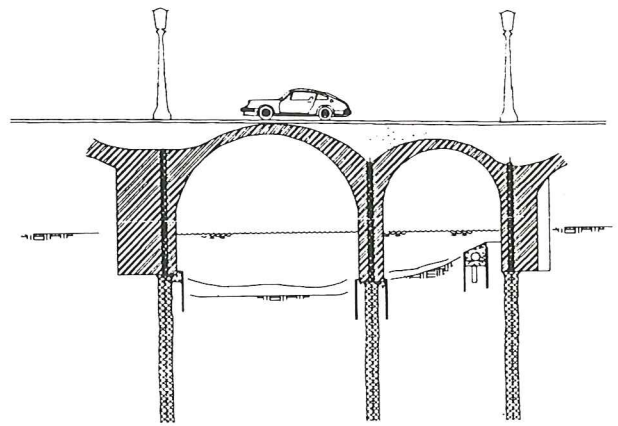
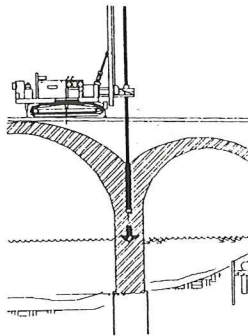
De inspectie van de Maartensbrug leverde het beeld op van verscheidene scheuren in de gewelven (onder andere aan de zuidzijde in de frontmuur een horizontale scheur met een breedte van ongeveer 4 cm), verticaal doorgaande scheuren in de gewelven en uitgespoelde voegen, de laatste vooral aan de oostzijde. Zorgelijk was verder de verzakking van het zuidelijke gedeelte (van 1906) dat losgescheurd is van het noordelijke deel. Overigens zakt ook het noordelijke gedeelte en is de mate van zakking voor de beide delen thans dezelfde. De conclusie was in hoofd-

lijnen dat de fundering, vooral die van de middenpijler, niet meer voldoende draagkrachtig is en dat het metselwerk aan ingrijpend herstel toe is. Over de oorzaak van de schade kan nog worden gezegd dat de verzakking van de fundering te wijten is aan het gewijzigde scheepvaartverkeer. De bouwers van de brug konden in 1404 niet weten dat in de 20ste eeuw de schepen zouden worden voortbewogen door krachtige motoren waarvan de schroeven de grachtbodem loswoelen en ontgroning van de brugfunderingen veroorzaken. Ook kan het inheien van damwanden voor naburige rioleringswerkzaamheden een ongunstige invloed hebben gehad. Voorts zijn de belastingen door het verkeer en het dynamische karakter ervan in de 20ste eeuw sterk toegenomen.

Toetsingscriteria

Voordat er door de Dienst Openbare Werken een restauratie-ontwerp werd gemaakt, bezon men zich op de criteria waaraan de restauratie zou moeten voldoen. Hiervoor werden de volgende toetsingstermen geformuleerd.

- *Vorm.* De uitwendige vorm van de brug dient te worden gehandhaafd.
- *Locatie.* De brug mag niet op een andere plaats herbouwd worden.
- *Kleur.* Na een restauratie zal er een kleurverschil zijn ten opzichte van de oude toestand. Dit verschil mag niet zodanig zijn dat de brug niet meer als authentiek wordt ervaren.
- *Materiaal.* Het oude materiaal moet zoveel mogelijk worden gehandhaafd. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen het zichtbare en het niet zichtbare materiaal. Beide worden beschermenswaardig geacht maar niet in dezelfde mate. Indien het gebruik van nieuw, vreemd materiaal niet kan worden vermeden moet de toepassing ervan weloverwogen plaats vinden.
- *Functie.* De brug moet haar verkeersfunctie blijven behouden.
- *Omkeerbaarheid* (reversibiliteit). Het is wenselijk om de mogelijkheid open te laten dat latere generaties veranderingen kunnen aanbrengen die passen bij dan geldende restauratieopvattingen (bijvoorbeeld het terugrestaureren).
- *Relatie tussen de maker en het gemaakt.* Deze relatie is tijdsafhankelijk. Vroeger gebruikte men andere uitvoeringsmethoden dan tegenwoordig.
- *Geheim.* Hoewel er veel over een monument bekend is, blijft van de volledige waarheid altijd iets verborgen. Naarmate het herstel van een monument met zich meebrengt dat alles wordt blootgelegd, wordt het geheim aangetast.



2. De funderingsverbetering van de Maartensbrug met groutkolommen. (Rapport Over-Bruggen, Gemeente Utrecht, p.8)

Bij deze criteria dient te worden opgemerkt dat de termen 'Relatie tussen de maker en het gemaakte' en 'Geheim' nauwelijks bruikbaar zijn voor de toetsing van een restauratieplan.

Ontwerpvarianten

Voor de restauratie werden drie variant-ontwerpen gemaakt.

- a. De draagfunctie voor de verkeerslast wordt van de baksteengewelven overgenomen door een voorgespannen of gewapend betonconstructie boven de gewelven die onder de bestaande landhoofden en middenpijler een aparte fundering krijgt. De baksteenconstructie behoeft dan nog slechts zichzelf te dragen.
- b. De baksteengewelven blijven hun draagfunctie vervullen. Hierbij worden hogere eisen gesteld aan het herstel van het metselwerk en de fundering.
- c. Een combinatie van de varianten a en b waarbij de toegevoegde betonnen draagconstructie volgens a en de baksteengewelven gaan samenwerken. De complicatie hierbij is dat het moeilijk is vast te stellen welk aandeel de beide constructies in het opnemen van de belasting hebben.

Bij alle varianten was het herstel van het metselwerk noodzakelijk en was het voornemen om de grondaanvulling boven de gewelven te vervangen door een lichter materiaal.

Uiteindelijk, na toetsing aan de hiervoor genoemde criteria, werd gekozen voor de variant b, het handhaven van de gewelven als draagconstructie met een funderingsverbetering van de landhoofden en de middenpijler, waarbij de belangrijkste overweging was dat hierbij de authenticiteit van de brug het best wordt gehandhaafd.

De funderingsverbetering

Voor de noodzakelijke verbetering van de fundering van de landhoofden en de middenpijler is gekozen voor de Very High Pressure (VHP)-grouting. Hierbij worden in het metselwerk verticale gaten geboord. In een boorgat wordt een stalen buis met kleine diameter (circa 9 cm) geplaatst waardoor onder hoge druk een watercementmengsel (grout) in de grond wordt gespoten. Door de hoge druk wordt de grond losgewoeld en vermengd met het cement waarmee hij verhardt. Zo wordt in de grond een groutkolom gevormd. De groutkolommen gaan de brug dragen. De methode is trillingsvrij zodat direct naast bestaande constructies kan worden gewerkt. Zij werd in Nederland nog slechts spaarzaam gebruikt. De eerste toepassingen ervan waren in het begin van de zestiger jaren in Pakistan en Groot-Brittannië terwijl rond 1965 in Japan speciale machines ervoor werden ontwikkeld. Onder de Maartensbrug werden op onderlinge afstanden van circa 1,8 m groutkolommen aangebracht tot een niveau van 6 à 7 m onder de onderkant van de oude fundering. Het werk werd uitgevoerd door de Belgische firma Smet-Boring. Het eerste gat voor de groutkolommen werd op 30 maart 1993 geboord door staatssecretaris De Graaff-Nauta. De funderingsverbetering werd binnen twee maanden voltooid.

De restauratie van het metselwerk

Van de gewelven worden de aangetaste delen uitgehakt en wordt nieuw metselwerk aangebracht. Daarvoor is een hoeveelheid nieuwe stenen van het formaat Utrecht plat gebakken. Een belemmering bij het herstelwerk was het feit dat het metselwerk vrij hard was en dat de oude stenen niet ongeschonden los konden worden gebikt. Klaarblijkelijk zijn de gewelven in de 19de eeuw ook al gerestaureerd waarbij gebruik is gemaakt van cementmortel en ook het metselwerk uit 1906 heeft cementmortelvoegen. Op grond van deze ervaring is aan de cementmortel kalk toegevoegd om het voegwerk zachter



3. Het werk in uitvoering, mei 1995. (Foto NBS)

te maken teneinde mogelijke toekomstige restauraties te vergemakkelijken. De onderzijde van de gewelven wordt vertind (voorzien van een dunne laag mortel, met de borstel gestreken) en daarna gekijmd (kijm is een muurverfsoort). De bovenzijde van de gewelven wordt waterdicht gemaakt door een met glasvlies versterkte bitumenlaag. Voor de afvoer van regenwater op het brugdek zijn de oude spuwvers vernieuwd. Voor het herstellen van de gewelven moest een steigerwerk worden aangebracht dat de brugopening afsluit. De westelijke opening (de doorvaartopening) werd daarom in het winterseizoen gerestaureerd en voltooid voor het begin van het vaarseizoen (april 1995). Thans is men bezig met de oostelijke opening. Over het materiaal voor de aanvulling boven de gewelven is nog geen besluit genomen. In verband met de thans sterkere fundering is bij nader inzien het verminderen van het gewicht niet een eerste voorwaarde meer en geldt vooral dat de vele leidingen, die onder het brugdek liggen, gemakkelijk bereikbaar moeten zijn. Vermoedelijk zal met zand worden aangevuld. Het restauratiewerk wordt uitgevoerd door het Aannemingsbedrijf Hussen BV te Culemborg.

J.O.

Bronnen

- Ph. Salm, Over-Bruggen. Rapport ter gelegenheid van de rondvaart van de Raadscommissie Verkeer, Vervoer en Milieu van de gemeente Utrecht op 21 juni 1991, Utrecht 1991.
- St. Maarten in de wolken met aardgas. Restauratie van de Maartensbrug in Utrecht, rapport Dienst Openbare Werken Utrecht, Utrecht 1993.
- Mondelinge informatie van de Dienst Stadsbeheer Gemeente Utrecht (M.M. van Veen).

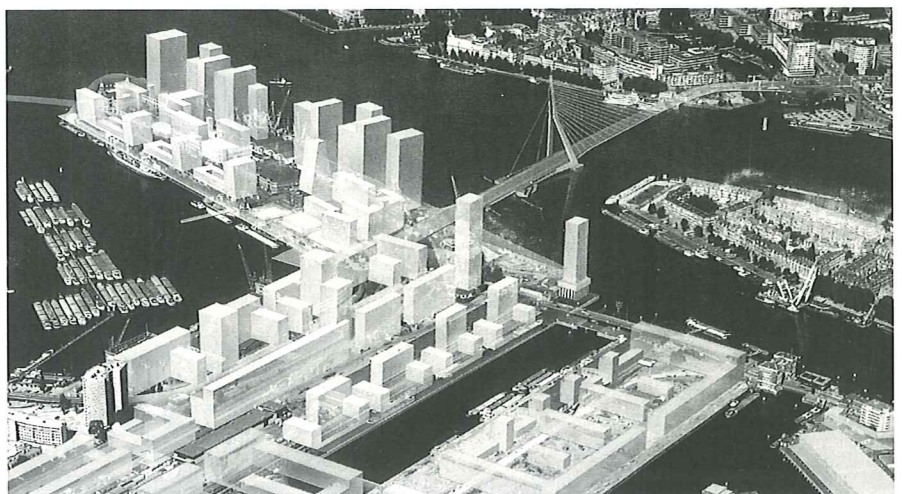
Het plan 'Kop van Zuid'

In het vroege voorjaar van 1986 logeerden kopstukken van de Nederlandse stedenbouw en landschapsarchitectuur in kasteel Moermond bij Renesse op Schouwen-Duiveland ter gelegenheid van een expositie met als onderwerp 'Nieuw Nederland'. Tijdens deze bijeenkomst werd uit het contact tussen Riek Bakker, directeur Stadsontwikkeling, en Teun Koolhaas het idee geboren voor een 'samenhangende stedelijke structuur aan het waterfront'.

Als lokatie voor het plan werd het gebied rond de Binnenhaven en Spoorweghaven op de zuidoever van de Nieuwe Maas aangewezen. Havenexpansie had er reeds toe geleid dat deze uit het eind van de 19e eeuw daterende havens waren verworpen tot lighavens met nog weinig echte havenactiviteiten. Deze activiteiten hadden zich sedert de tweede wereldoorlog steeds verder zeewaarts verplaatst naar nieuwe, grotere havens in het Botlekgebied en op de Maasvlakte.

De aangewezen ontwikkelingslokatie ligt tegenover het stadshart op de linker Maasoever, in het verlengde van de Coolsingel. Het eerste plan voor een nieuwe oeververbinding om beide stadsdelen te verbinden liet dan ook niet lang op zich wachten. Er werd een ambitieus stedenbouwkundig plan ontwikkeld dat in december 1986 aan de politiek werd gepresenteerd (afb. 1). Door met name het geestdriftig optreden van Bakker raakte het project in een stroomversnelling. Voor de financiering van de brug was echter subsidie van het rijk noodzakelijk. Pas

1. Het stedenbouwkundig plan 'Kop van Zuid', momenteel in uitvoering. Op de voorgrond de oude Binnenhaven en Spoorweghaven.



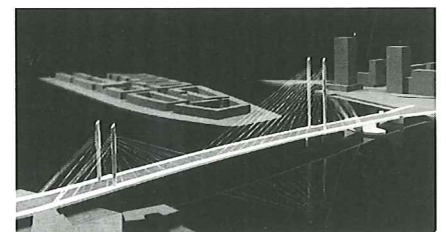
eind 1988 kwam het licht voor de brug definitief op groen met de ter beschikking gestelde 218 miljoen rijkssubsidie door de ministeries van VROM en Verkeer en Waterstaat.

Inmiddels was projectarchitect Maarten Struijs van Gemeentewerken belast met de uitwerking van het idee van de brug. Er werden door hem twee visies uitgewerkt, een éénpyloons tuibrug, als beeldend kunstwerk, en een asymmetrische vier 'stokken' (pylonen) variant, als constructief kunstwerk (afb. 2). Het beschikbaar gestelde krappe bouwbudget stond echter alleen uitwerking van de goedkopere vier stokken variant toe.

In de discussie over de keuze van beide Struijs-varianten werd begin 1990 de externe adviseur prof. Krijgsman van het ABT benaderd. Op zijn beurt liet hij zich bijstaan door de esthetisch adviseurs Quist en Van Berkel. Na vele ontwikkelingen werd in november 1991 door de raad het besluit genomen een alternatief voorstel van laatstgenoemde adviseur, de veel duurdere tuibrug met één geknikte pylon, uit te voeren. De esthetische kracht van de vorm won het in dit geval wél van de financiën, het extra bouwbudget van 40 miljoen werd in de gemeentekas gevonden. Begin 1995 kreeg de ruim 800 m lange brug zijn naam: de Erasmusbrug, i: de volksmond: 'de zwaan'.

De bouw van de Erasmusbrug staat niet op zichzelf maar maakt deel uit van een groot

2. Sobere ontwerpvariant van M. Struijs voor de stadsbrug.



geheel aan nieuwe infrastructuur in het Kop van Zuid gebied, zoals onder meer de vernieuwing van de Binnenhavenbrug en de Spoorweghavenbrug en de ombouw van de Stokkenbrug, de bouw van het Varkenoortse viaduct, het metrostation Wilhelminaplein. Alle nieuw te bouwen beweegbare bruggen zijn voorzien van afstandsbediening en zullen in de toekomst vanaf een nieuw te bouwen brugwachtershuis ter plaatse van de Spoorweghavenbrug worden bediend.

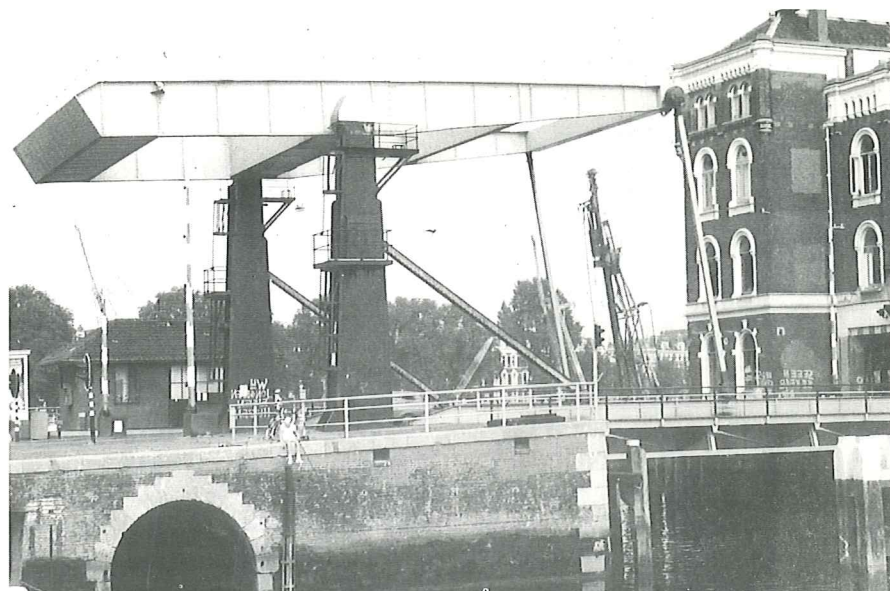
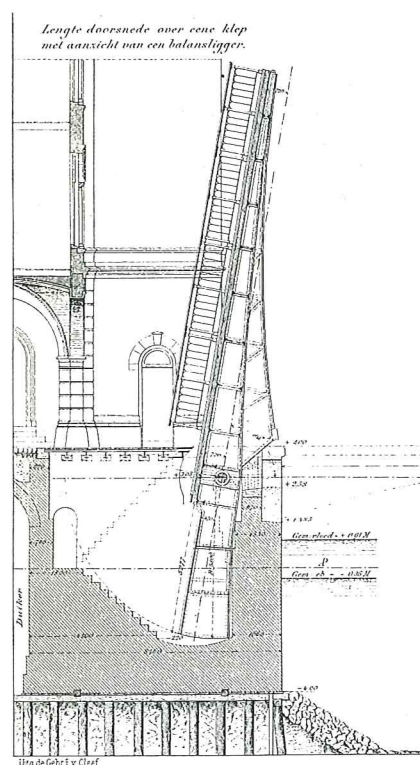
In het uitgewerkte stedenbouwkundig plan is besloten tot handhaving van de havens. Hierlangs is kadebebouwing geprojecteerd met hoogwaardige kantoorvoorzieningen en verder landinwaarts voorzieningen voor plm. 5000 woningen. Aanvullend werd voorzien in recreatieve ontwikkelingen als een jachthaven en een oriëntaalse markt.

Binnenhavenbrug

De eerste brug over de Binnenhaven, die uitmondt in de Koningshaven, dateert uit 1878. De dubbele basculebrug met 23 m tussen de pijlers, was 10,5 m breed en had een enkel treinspoor in de as van de brug (afb. 3). De brug werd aangedreven door een hydraulisch bewegingswerk aangesloten op de drinkwaterleiding.

In 1937 werd deze brug vervangen door een ophaalbrug met een breedte van 17 m (afb. 4). De doorvaartwijdte bleef gehandhaafd zodat een belangrijk deel van de onderbouw opnieuw kon worden gebruikt.

3. Binnenhavenbrug, dubbele basculebrug uit 1878.

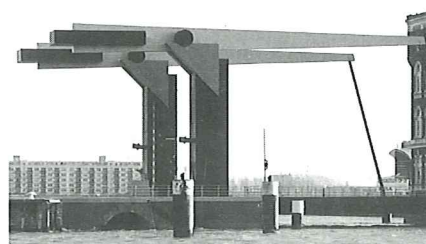


4. Binnenhavenbrug, ophaalbrug uit 1937.

De brug werd geflankeerd door het monumentaal Poortgebouw aan de westzijde en kwam daarmee enigszins in de windluwte te liggen. Na ingrijpende renovaties in 1968 en 1983 naar aanleiding van vermoeiingsscheuren werd aan het eind van de jaren tachtig besloten de ophaalbrug te vervangen. Er werd gevreesd dat de in slechte staat verkerende oude brug de grote hoeveelheid bouwverkeer voor de Kop-van-Zuid-activiteiten niet zou doorstaan.

Projectarchitect Marja Haring ontwierp de nieuwe ophaalbrug (afb. 5). Werd de oude ophaalbrug aangedreven door een mechanisch aandrijfwerk met een rechte heugel en een mechanische synchronisatie-as onder het wegdek, de nieuwe brug

5. De nieuwe Binnenhavenbrug met het Poortgebouw



6. Spoorweghavenbrug, vakwerkdraaibrug uit 1878

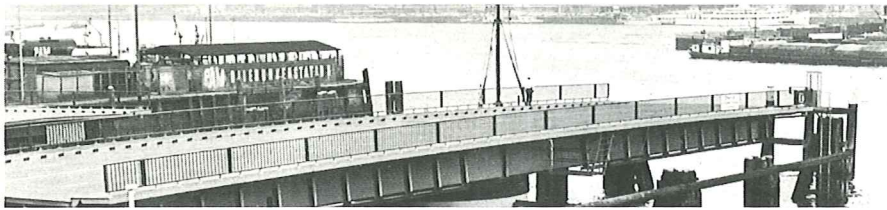


heeft een electro-hydraulisch aandrijfwerk, geheel in de beide hameestijlen ingebouwd waardoor deze relatief robuust tonen. Bij het ontwerp van de nieuwe brug bleek het Poortgebouw een complicerende factor, allereerst werd hierdoor de ruimte voor de gewenste wegverbreding beperkt maar belangrijker was dat het gebouw een beperkte onderdoorrijhoogte had waardoor het regelmatig is aangereden. Besloten werd het wegdek niveau ter plaatse te verlagen waardoor de beschikbare constructiehoogte voor de nieuwe brug werd beperkt en de brug bij hoogwater met zijn liggers in het water staat. De nieuwe Binnenhavenbrug is gebouwd door de Schelde Offshore te Vlissingen en is in het voorjaar van 1993 opgeleverd. De brug zal in de toekomst voornamelijk gebruikt worden voor de ontsluiting van de in de Entreporthaven geplande jachthaven.

Spoorweghavenbrug

De eerste brug over de Spoorweghaven dateert uit 1878 en omvat een symmetrische vakwerkdraaibrug met aan weerszijden als boog uitgevoerde aanbruggen (afb. 6). Deze brug werd in 1954 verbreed van 10 naar 14,5 m waarmee de doorvaartopeningen van 20,5 tot 18,3 m reduceerden. In de loop der jaren werd de brug veelvuldig aangevaren zodat de welijzeren constructie duidelijk de sporen van reparaties droeg.

De brug heeft dienst gedaan tot 1963 waarna op de bestaande onderbouw een

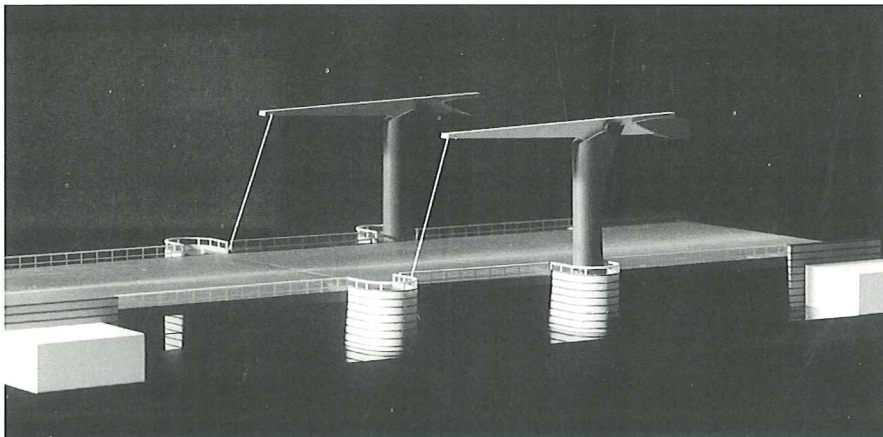


7. Spoorweghavenbrug, plaatlijger-draaibrug uit 1963

nieuwe draaibrug werd geplaatst (afb. 7). Deze werd uitgevoerd als volledig gelaste orthotrope plaatconstructie. Door toepassing van een laaggelegen draagconstructie kon de rijvloer worden verbreed van 7 naar 11,5 m bij gelijkblijvende brugbreedte. De toename van de mobiele belasting van de brug werd gecompenseerd door een laag constructiegewicht van slechts 250 kg/m², zodat de pijler niet zwaarder werd belast. De brug werd aangedreven door een hydraulisch bewegingswerk met een speciaal ontwikkelde mechanische pompverstelling. Zij werd niet aan de uiteinden opgezet maar voor het draaien ter plaatse van de spil met een hefcilinder 23 cm opgetild. Voor de brugbeweging heeft de brug twee draaicilinders.

Als gevolg van de herinrichting van het gebied wordt de nog in goede staat verkerende Spoorweghaven-draaibrug momenteel vervangen door een ophaalbrug met een brugdekbreedte van 26 m (afb. 8). Omdat de Spoorweghaven de bestemming van lighaven heeft en ten behoeve van bouwactiviteiten voor de helft is gedempt, kan worden volstaan met een enkele doorvaartopening van 14,4 m. Het beweegbare deel wordt geflankeerd door twee zijoverspanningen uitgevoerd in voorgespannen beton. Hoewel ontworpen door dezelfde projectarchitect als tweelingzus van de Binnenhavenbrug zijn enkele markante verschillen waarneembaar. Allereerst is een aanzienlijk slanker ogende

8. De nieuwe Spoorweghavenbrug, ophaalbrug gereed in 1995



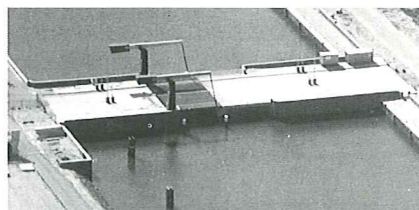
hameestijl toegepast. Dit werd mogelijk doordat het bewegingswerk, behoudens de cilinder, is opgesteld in een in de pijler uitgespaarde ruimte. Daarnaast is het hoofd draaipunt onder de onderflens van de hoofdliggers aangebracht. Bij een kortere hoofdoverspanning draait de brug toch vrij uit de doorvaart.

De nieuwe brug wordt gebouwd door de combinatie Structon (Maarsse) en Grimbergen (Alphen a/d Rijn) en zal medio 1995 in gebruik worden genomen.

Lodewijk Pincoffbrug

Als gevolg van de bouw van de Binnenhavenbrug is de Zalmhaven in 1994 gedempt. Voor de zich aan de monding van de Zalmhaven bevindende Stokkenbrug werd een nieuwe lokatie gevonden halverwege de Binnenhaven nabij de 'Peperklip' (afb. 9). De staalconstructie van de uit 1973 daterende brug werd geheel gestraald en geconserveerd en het hydraulisch bewegingswerk werd gereviseerd voordat de 11,6 bij 19,6 metende brug in 1994 op zijn nieuwe lokatie omgedoopt werd tot Lodewijk Pincoffbrug. Bij de keuze van de kleurstelling van de brug is aansluiting gezocht bij de andere bruggen in het gebied.

9. De Lodewijk Pincoffbrug over de Binnenhaven



Erasmusbrug-tuibrug

De door Van Berkel ontworpen asymmetrische tuibrug met één geknikte pyloon is het meest in het oog springend deel van de Erasmusbrug met een hoofdoverspanning van 278 m (afb. 10). De oorspronkelijk als 150 m hoge, in beton, uitgedachte pyloon zonder achtertuien bleek in een haalbaarheidsstudie voorafgaand aan het raadsbesluit van november 1991 niet uitvoerbaar. In samenwerking met het Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam wijzigde Van Berkel zijn ontwerp tot de huidige vorm met een in staal uitgevoerde bovenbouw. De positie van de achtertuien en de knik en de toe te passen achtertuisvoorspanning werden in belangrijke mate bepaald door het verloop van de druklijnen in de pyloon. Voor het uitwerken van de gecompliceerde doorsneden van pyloon en achterlijger is gebruik gemaakt 3D-CAD pakketten. Dit bleek een omvangrijk karwei omdat bij alle ruimtelijke aansluitingen van verstijvingen, bordessen en wandplaten er nauwelijks sprake is van evenwijdige of loodrechte verbindingen. Om de plaatdiktes in de pyloon, met name ter plaatse van de knik, nog enigszins in de hand te houden, is het thermo mechanisch gewalste staal met verhoogde rekgrens S460ML toegepast.

Na een engineeringfase van slechts één jaar waarin het architectonische hoogstandje was omgevormd tot een technisch verantwoord ontwerp, werd de bouw van de brug in de zomer van 1993 na een openbare aanbestedingsprocedure gegund aan de aannemerscombinatie Grootint en C.F.E./M.B.G. (België).

Van de onderbouw zijn de drie rivierpijlers in een bouwdoek in Antwerpen geprefabriceerd en vervolgens over zee naar de bouwlocatie gesleept. De caissons zijn pneumatisch afgezonken tot een diepte van ruim NAP -20 m. Voor de basculekelder, tevens trekverankering voor de achtertuien, met afmetingen van circa 60 x 30 m is met combiwanen in de Nieuwe Maas een bouwkuip gerealiseerd. De stalen rijdeksecties, totaal 28 stuks, elk met een gewicht van ongeveer 170 ton zijn vervaardigd in de constructiewerkplaats van Grootint te Dordrecht. De 11 pyloonsecties en 8 achterlijgersecties zijn gebouwd in de grote hal van Heerema Havenbedrijf te Vlissingen. Na gestraald en geconserveerd te zijn werden de secties van achterlijger (inclusief 6 over water aangevoerde rijdeksecties vanuit Dordrecht) en pyloon op de werf tot 2000 resp. 1800 ton zware brugdelen samengebouwd. Op 11 maart 1995 werd de pyloon in het Calandkanaal onder grote belangstelling rechtop op de achterlijger geplaatst door de offshore barge DB102 (afb. 11). Een maand later



10. De Erasmusbrug (Poster Cas Schook)

volgde het transport naar de bruglocatie in Rotterdam. Hiermee is het meest spectaculaire deel van de bouw achter ons en resteert de uitbouw van de resterende deksecties, elk met een lengte van 15 en een breedte van 33 m.

Basculebrug

Visueel minder, maar technisch zeker even interessant is de bouw van het beweegbaar brugdeel, uitgevoerd als basculebrug met een enkele stalen klap. De brug bevindt zich aan de westelijke ingang van de Koningshaven en krijgt een doorvaartwijdte van 50 m, gelijk aan die van de Koninginnebrug en de van Brieneoordbrug. Omdat verkeer en scheepvaart elkaar niet loodrecht maar onder een hoek van 67,8° kruisen heeft de brug een scheefval van 52,3 bij 35,8 m. In geopende stand reikt de klap tot 63 m hoogte, even hoog als de pyloon van de Willemsbrug.

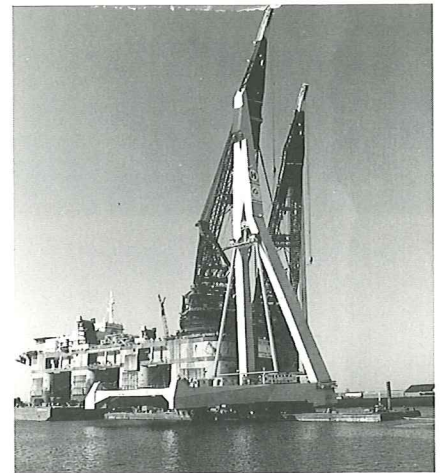
12. Composiet aanbrug van de Erasmusbrug in aanbouw



Gebruik door tram en bus leidde tot de eis van een korte openingstijd van twee minuten. Om aan deze eis te kunnen voldoen werd een elektro-hydraulisch bewegingswerk met een nominaal motorvermogen van 880 kWh en met vier aandrijfcilinders toegepast. In mei 1994 is de opdracht voor de bouw gegund aan de laagste inschrijver, de aannemerscombinatie Ravestein bv te Deest en Noell GMBH te Würzburg. Nadat de 24 secties van de staalconstructie zijn gebouwd, gestraald en geconserveerd, worden deze in de montagehal van Ravestein op een ponton samengebouwd en voorzien van draaipunten en cilinders. Vervolgens wordt de brug in januari 1996 naar Rotterdam gevaren en door drie bokken op zijn plaats gehesen. Hierna kan het dak van de kelder worden aangebracht en kan de brug worden afgebouwd.

Composiet-aanbrug

Vermeldenswaard is nog de staal-beton aanbrug tussen de beweegbare brug en de linker Maasoever (afb. 12). Met een



11. Hijzen pyloon Erasmusbrug

overspanning van 41 m en een verlopende breedte van 32 tot 42 m is de brug met drie hoofdliggers en tussengelaste dwarsdragers uitgevoerd in het hoge rekgrens staal S460ML. Esthetische wensen resulteerden in een constructiehoogte rechtlijnig verlopend in langsrichting van 1,3 naar 3,4 m. Het viaduct is door de niet evenwijdige hoofdliggers en schuine aansluiting van dwarsdragers geometrisch gecompliceerd, en door de grote stijfheidsgradienten (verschillen in stijfheid) en montagevoorvorming technisch uitdagend. De 1800 ton zware brug wordt in zijn geheel, inclusief betondek, op de werf bij Grootint geprefabriceerd en vervolgens per ponton naar de bouwlocatie vervoerd.

J.H. Reusink, Gemeentewerken Rotterdam

In *Bouwen met Staal 126* van oktober 1995 wordt in aansluiting op dit artikel ruim aandacht besteedt aan de ontwerpen en de uitvoeringsaspecten van de verschillende delen van de Erasmusbrug.

Bron: Gemeentewerken Rotterdam
Fotowerk: Harm Brokije

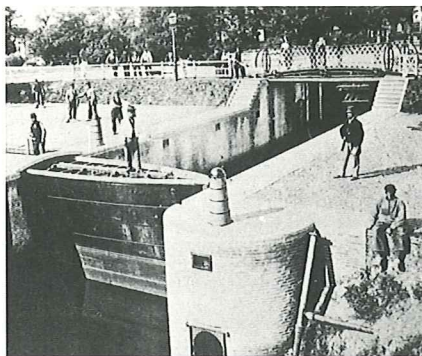
Betaling donatie/begunstigers-gelden

Vorige maand zijn de acceptgirokaarten verzonden. Mocht u nog niet hebben betaald, dan verzoeken wij u uw bijdrage zo spoedig mogelijk over te maken.

De rolwipbrug over de Cellesluis te Kampen

In het vorige nummer werd een bericht opgenomen over de bijzondere draaibrug over de Oude Arne bij Arnhem. Een merkwaardige brug werd ook geplaatst over het buitensluishoofd van Cellesluis te Kampen. Deze in 1868 gebouwde uitwaterings-schutsluis neemt een belangrijke plaats in in de ontwikkeling van de sluisbouw. In het benedenhoofd werd namelijk de eerste ijzeren roldeur ter wereld toegepast. Omdat men de veiligheid van deze deur eerst in de praktijk wilde beproeven, werden in het buitensluishoofd, dus in de primaire waterkering, nog een stel ebeduren en een stel vloeddeuren toegepast. Ontwerper van de sluis en de brug was de plaatselijke 'Directeur van Gemeentewerken' J. Swets, die ook betrokken was bij de bouw van een aantal sluizen met ijzeren deuren te Nieuwdiep bij Den Helder. De uit 1868 daterende brug is evenals de sluis al lang verdwenen, maar het brugtype is het waard om er enige aandacht aan te besteden.

2. Tekening van de rolwipbrug met zijaanzicht van de brug en doorsnede over het buitensluishoofd, dwarsdoorsnede met windkast en aandrijfwerk (middenonder) en bovenaanzicht van de wipbomen (rechts onder)



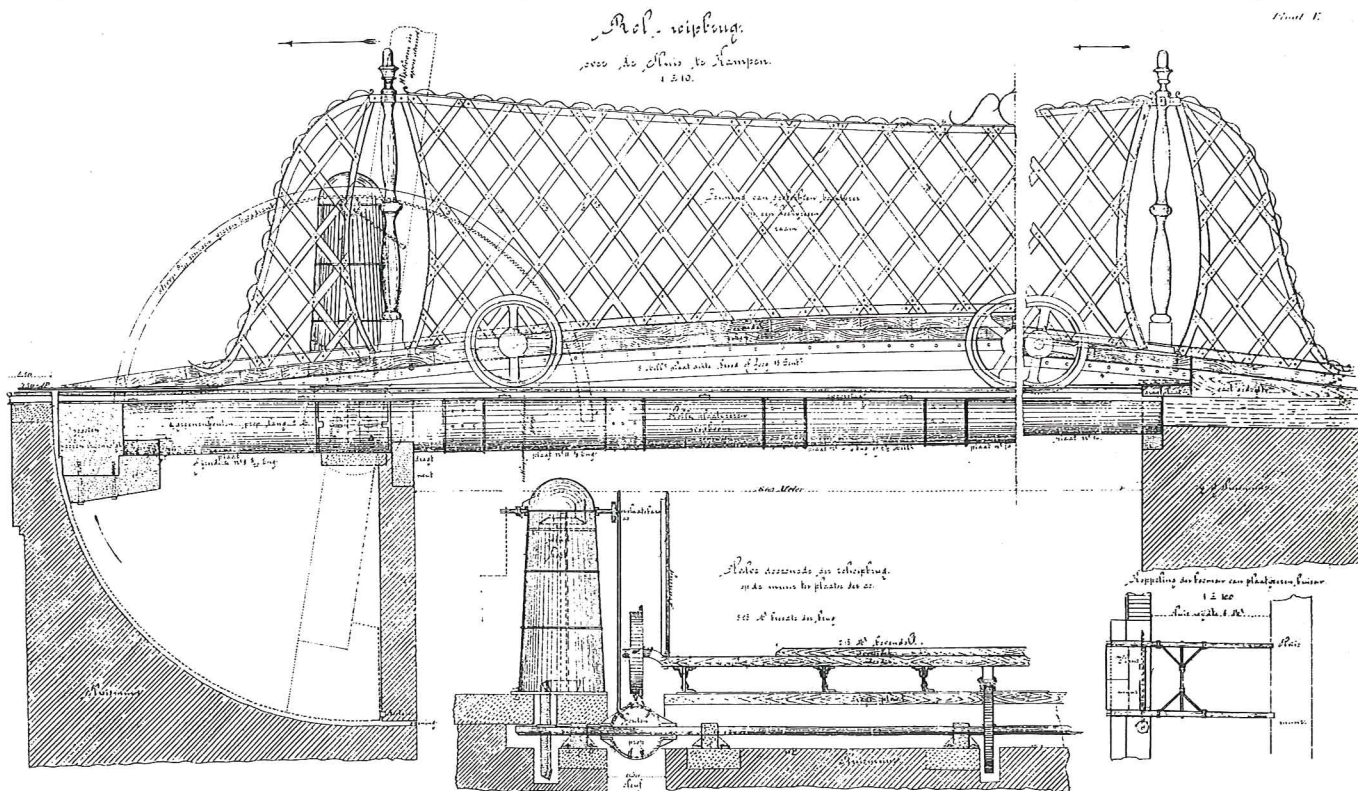
1. Cellesluis te Kampen met op de achtergrond de rolwipbrug

Over het buitensluishoofd moeste een beweegbare brug worden geplaatst. Uit een vergelijking van verschillende typen beweegbare bruggen kwam de ophaalbrug als meest geschikte brugtype naar voren. Swets kwam echter met een ontwerp van een nieuw type brug, de rolwipbrug, waarvan de koasten nog niet de helft van die van een ophaalbrug. Deze brug bestond uit een rolbrug die over twee holle ijzeren 'wipbomen' liep (afb. 2). de rolbrug kon daardoor veel korter worden - volgens Swets zelfs de helft korter - en ook veel lichter worden uitgevoerd.

De wipbomen bestonden uit geklonken buizen van dun plaatijzer. Zij draaiden om een horizontale as ter plaatse van één van de sluishoofdwanden. In de sluishoofdwand was daartoe een sleuf uitgespaard. De bomen waren taps uitgevoerd, met een verloop van 25 cm middellijn bij de draai-

punten en 15 cm bij de oplegging op de andere sluishoofdwand. Ter plaatse van de draaipunten was in de holle cilinder een houten prop aangebracht, terwijl voor het evenwicht van de bomen aan het uiteinde boven de sluishoofdwand bij het draaipunt een gietijzeren contragewicht was bevestigd. Boven op de cilinder had men een spoorstaaf gemonteerd, waarover de wielen van de rolbrug liepen. De beide bomen waren onderling gekoppeld door een framework van buizen (afb. rechts onder). De spoorwijdte bedroeg 3,5 m. Aanvankelijk had Swets in plaats van wipbomen kraanliggers willen toepassen, met een verticale draaias, zoals in die tijd werden toegepast bij kraanbruggen. Deze hadden echter een aantal bezwaren. Zo zou het doorvaartprofiel van een gesloten brug met kraanliggers kleiner zijn dan bij toepassing van wipbomen. Ook bestaat de mogelijkheid dat bij onzorgvuldige sluiting van de kraanliggers de rolbrug knontsporen. Bij wipbomen is dat niet mogelijk, omdat deze eerst gesloten moeten zijn voordat de rolbrug kan worden verplaatst.

De rolbrug zelf was 3,25 m breed. De hoofdconstructie bestond uit zes enigszins omhooggebogen liggers van 15 cm hoogte. Deze waren samengesteld uit aan elkaar geklonken hoek- en plaatijzers. Onderling waren de samengestelde liggers aan beide uiteinden gekoppeld door een ijzeren strip aan de onderzijde, terwijl over de liggers een grotendeels dubbel uitgevoerd houten dek was aangebracht. Aan weerszijden van de brug was een



leuning geplaatst in de vorm van een geklonken tralieligger tussen twee gietijzeren balusters. De beide vleugels aan de voorzijde van de brug zijn bevestigd op het landhoofd en bewegen bij het openen van de brug dus niet mee. De rolbrug liep met zes gietijzeren wielen (aan weerszijden drie) over de op de wipbomen gemonteerde rails.

Een windkast met conische tandwielen maakte het mogelijk de brug te bewegen (afb. 2 middenonder). Bij het openen moest eerst de rolbrug worden verplaatst. Onder de brug was daartoe een gietijzeren heugelbaan gemonteerd, die door middel van een rondsel werd verschoven. Dit rondsel bevond zich op een aandrijf-as, die tevens de draais van de bomen vormde (de beide bomen scharnierend om deze as). de aandrijf-as stond in verbinding met de windkast. Pas als de rolbrug geheel was geopend, konden, door de krukas van het windwerk circa 15 mm te verschuiven, de beide bomen worden geopend. Op de krukas was aan het uiteinde een tweede rondsel gemonteerd, dat na het verschuiven in een getand kwadrant ingreep. Dit kwadrant was met één van de beide wipbomen verbonden. De brug kon door één persoon in een minuut worden geopend of gesloten.

De bouw van het sluiscomplex met brug werd gegund aan de aannemer L. Krook uit Zwolle, die (als laagste) had ingeschreven voor een bedrag van f 41.250,-. Het ijzerwerk werd uitbesteed aan de 'fabriek de IJssel' te Kampen. Volgens Swets kostte de brug circa f 1.000,-, een derde van de prijs van een ophaalbrug. Het totale (droge) gewicht van de rolwipbrug bedroeg ruim 4600 kg (46 kN).

De sterkte van de brug werd bepaald door een proefbelasting. Een belasting van 80 kN gaf een doorbuiging van 5 mm, die verdween na ontlasting. Over de aard en de plaats van de proefbelasting wordt echter niets vermeld. Wel wordt opgemerkt dat zelfs bij zwaar beladen voertuigen geen doorbuiging werd waargenomen. Swats gaf toe dat de rolwipbrug minder geschikt is voor overbruggingen van drukke of brede vaarwegen. Volgens hem mag de doorvaartwijdte niet meer dan 7 m bedragen, wil toepassing nog zinvol zijn. De Cellesluis bezat een doorvaartwijdte van 6 m.

G.J.A.

Bron: J. Swets, *Nieuw uitgedachte schuivende sluisdeur en rolwipbrug te Kampen, Zwolle 1872.*

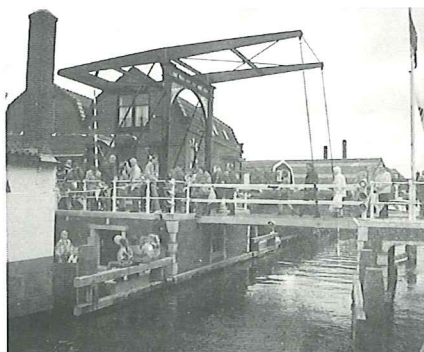
Berichten

De Doesbrug te Leiderdorp

In het eerste nummer van dit blad (*NBS Nieuws 1* (1993) nr. 1 p. 4) werd onder het kopje 'De ophaalbruggen van De Prins van Oranje' melding gemaakt van de uit 1887 daterende Doesbrug over de Does te Leiderdorp, die met sloop werd bedreigd. De buurtbewoners, daarin ondersteund door o.m. de NBS, hebben zich met succes ingezet voor behoud van deze zo kenmerkende brug. Zaterdag 10 juni j.l. werden we door het gemeentebestuur van Leiderdorp uitgenodigd om de opening van de gerenoveerde brug bij te wonen. De openingshandeling werd verricht door de heer Jansen, lid van Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland. Qua uiterlijk is het karakter van de brug weinig aangetast en is de sfeer van de brug grotendeels gehandhaafd.

Er zijn echter enkele belangrijke veranderingen aangebracht. Zo is de nog deels uit de 17de eeuw daterende onderbouw geheel vervangen. Ook is het val is vernieuwd en daarbij verlengd, waardoor de doorvaartwijdte is vergroot van 3,80 m naar 4,40 m. Dit werd door de provincie als voorwaarde gesteld voor het verstrekken van een subsidie. De achter de brug gelegen jachthaven is hierdoor voor grotere schepen bereikbaar geworden. Ook de balans is geheel vernieuwd. Bestond de oorspronkelijke balans uit aan elkaar geklonken (waarschijnlijk) smeedijzeren profielen, de nieuwe is van staal en geheel gelast. Van de brug is alleen de gietijzeren hameipoort nog oorspronkelijk, met uitzondering van de boogstukken met de ornamenten. Bij de oude brug waren deze boogstukken al lang geleden aangereden en inmiddels verdwenen. Er zijn nu nieuwe boogstukken gegoten en geplaatst. Als voorbeeld daarvoor diende een boogstuk van de in maart 1993 omvergereden Beijersche Brug bij Stol-

De gerenoveerde Doesbrug te Leiderdorp (Foto: NBS)



wijk, waarvan een mal is gemaakt. (Over het lot van de Beijersche brug is overigens op dit moment nog niets bekend). De nieuwe brug wordt door middel van een hydraulische cilinder aangedreven. Deze is bevestigd aan de onderzijde van het val en bevindt zich in een kelder onder de hameipoort. Hiermee is een ontsierende toevoeging aan de hameipoort voorkomen.

G.J.A.

Bron: L. van der Plas, IngenieursBureau Zuid-Holland.

De bruggen van Piet Kramer

Van 15 juli t/m 1 oktober 1995 wordt er in het Stedelijk Museum te Amsterdam een tentoonstelling gehouden over de bruggen van Piet Kramer (tel. 020-5732911). In een volgend nummer zal op deze tentoonstelling worden teruggekomen.

Begunstiger

De gelegenheid bestaat om begunstiger van de Nederlandse Bruggen Stichting te worden. Dit houdt in dat men in ieder geval de jaarverslagen van de stichting en vier maal per jaar de Nieuwsbrief zal ontvangen. Voorts zal de stichting bevorderen dat bij evenementen, die de Nederlandse bruggenbouw betreffen, begunstigers voordeel genieten bv. door deelnemen tegen een gereduceerde prijs. Dit zelfde geldt voor publicaties van de NBS. De begunstigersbijdrage is minimaal f25,- per jaar voor personen en f100,- per jaar voor instellingen. Voor aanmelding is het voldoende om een bedrag te storten op de postrekening van de stichting (postrekening 58975 t.n.v. de Penningmeester van de NBS, H. Dunantlaan 57, 2614 GK Delft) met vermelding van naam en adres. Ook kan men telefonisch contact opnemen met de secretaris van de stichting, ir. G.J. Arends, Gebouw voor Bouwkunde, Berlageweg 1, 2628 CR Delft, tel. 015-784 886 of 01820-20935, per 24 juli 01820-37327.