

BRUGGEN

Jaargang 22
Juni 2014

2

Eerste NBS Bruggendag een succes!

- Romeinse bruggen in Nederland - deel 3
- Kunstwerken in de Oude IJssel - deel 2

NBS
NEDERLANDSE BRUGGEN STICHTING

Bestuur

Hans Binkhorst, Jan de Boer,
Hans de Haan, Cees Heiden,
Jan van den Hoonaard,
Gert-Jan Luijendijk, Dick Schaafsma,
Joris Smits, Leo Wagemans.
erelid: Hein Klooster

Directeur

Rob Lutke Schipholt

Raad van Advies

Arcadis Nederland, Antea Group,
Arup Nederland, DIVV Amsterdam,
Haasnoot Bruggen, IV-Infra, Janson
Bridging, Mammoet, Mobilis TBI Infra,
Movares, ProRail, Rijkswaterstaat,
Spanbeton, Vereniging SNS Staalbouw
BRUGGEN

Het tijdschrift BRUGGEN verschijnt vier
maal per jaar. Abonnement € 30,00 per
jaar. Gratis voor begunstigers van de
Nederlandse Bruggen Stichting.

Losse nummers: € 8,50

Kopij

Ingezonden bijdragen worden alleen in
behandeling genomen als zij digitaal
worden aangeleverd. Alle bijdragen
dienen voorzien te zijn van naam, adres
en telefoonnummer van de inzender.
Inzendingen kunnen zonder opgaaf van
redenen worden geweigerd.

Advertenties

Aanvragen per e-mail aan:
redactie@bruggenstichting.nl

Redactie

Jan Arends, Michel Bakker,
Elisabeth van Blankenstein,
Fred van Geest, Boy Huisinga,
Hein Klooster, Frans Remery,
Hans Rhee, Arie Romeijn,
Wils van Soldt, Pieter Spits,
Joop Zoutendijk

Redactieadres

NBS - Gebouw Rijkswaterstaat
Lange Kleiweg 34, 2288 GK Rijswijk
tel: 070-3366671 e-mail: nbs@rws.nl

Hoofdredacteur

Fred van Geest, Annaplaats 1,
2713 AK Zoetermeer.
tel. 079 3160 168 of 0623 229 836
e-mail: redactie@bruggenstichting.nl

Website

www.bruggenstichting.nl

Grafische verzorging

C&C Design, Zegveld

Opplage

500

ISSN 1571-4586

Inhoud

Van de redactie	Fred van Geest	3
Eerste bruggendag NBS een succes		4
• Ontwerpwijzer Bruggen oor langzaam verkeer		6
Lezing van Hillie Talens		
• Nieuwe bruggen in Nijmegen		8
Lezing van Rene Duifhuizen		
• Langzame verkeersbruggen: kansen en bedreigingen		10
Lezing van ir. Jaco Reusink		
• Vezelversterkte kunststof bruggen: de nieuwheid voorbij		12
Lezing van ir. Jan Peeters		
Romeinse bruggen in Nederland, deel 3	Frans Remery	14
Kunstwerken in de Oude IJssel, deel 2	Wils van Soldt	20
Inpassingspuzzel fietsbrug Heerhugowaard <i>bericht</i>		30
opgelost		

Foto cover : Bruggendag op 27 maart in Utrecht, zie pagina 4 e.v.

Foto's hieronder en volgende pagina: Bruggendag 2014 (foto's: C. Klooster)





Van de redactie

Fred van Geest

Van een belangrijk bruggenevenement geen verslag doen is voor een blad als BRUGGEN natuurlijk geen optie. En de eerste, in maart door de Bruggenstichting georganiseerde bruggendag is zo'n evenement. Een bijzonder geslaagd evenement met als thema Bruggen voor langzaam verkeer. We leveren dan ook graag ruimte hiervoor in.

Een ander heuglijk feit: Hans de Haan, onze voorzitter, heeft zijn hartoperatie goed doorstaan en is weer een heel eind op de weg terug naar een volledig herstel. Vanaf deze plaats onze felicitaties!

In het bestuur is er aandacht besteed aan de mogelijkheid tot het oprichten van een werkgroep 'Footbridges'. Aanleiding hiervoor waren niet alleen de contacten die er tijdens de voorbereidingen op de Bruggendag zijn gelegd, maar ook een driedaags congres dat in juli over dit onderwerp in Londen wordt gehouden en waaraan het tijdschrift Bridges, IABSE, het RIBA (Britse architecten) en het Engelse instituut voor Constructeurs hun medewerking verlenen. Wellicht kunnen we in de toekomst een dergelijk congres naar Nederland halen.

De poging om te komen tot een uitgave met alle bruggen over de Maas, van oorsprong tot Noordzee, bevindt zich in de moeilijke eerste fase van het vinden van de juiste contacten in dit project, waar meerdere landen bij betrokken zijn. Er worden vorderingen gemaakt.

De initiatieven om van de Bruggenstichting een kennisinstituut te maken, hebben de volle aandacht en moeten dit jaar tot zichtbare resultaten leiden. Kortom, de Bruggenstichting is een actieve club van mensen die de verworvenheden van het verleden willen vastleggen, maar vooral ook de hedendaagse bruggenbouwer van dienst wil zijn.



BEGUNSTIGER

Belangstellenden voor het werk van de NBS kunnen begunstiger worden, als particulier of als bedrijf/organisatie.

U ontvangt dan viermaal per jaar het NBS-tijdschrift 'BRUGGEN' en begunstigers kunnen advies krijgen van de NBS en ontvangen korting op NBS-activiteiten en op bestaande en nieuwe boekuitgaven.

De NBS is door de Belastingdienst erkend als culturele ANBI = Algemeen Nut Beogende Instelling. Dat betekent dat particulieren de jaarlijkse bijdrage voor de belasting kunnen aftrekken voor 125% en bedrijven/organisaties voor 150%. Voor 2014 is de minimumbijdrage voor particulieren € 30,- en voor bedrijven en instellingen € 110,- per jaar (geen BTW).

U kunt zich aanmelden door het overmaken van de bijdrage op ons rekeningnummer 58975 (IBAN: NL82INGB0000058975) t.n.v. de NBS te Rijswijk.

Aanmelden is ook mogelijk via de website www.bruggenstichting.nl > begunstiger worden.



Eerste Bruggendag NBS een succes!

Dagvoorzitter Joris Smits



Op 27 maart jl is op verzoek van Rijkswaterstaat door de Nederlandse Bruggenstichting een bruggendag georganiseerd, dat als thema Fiets- en Voetbruggen heeft meegekregen. Op deze dag is er niet alleen aandacht voor ontwerp- en regelgeving, maar ook voor nieuwe materialen voor dit type kunstwerk. Het thema heeft tevens wat meer breedte gekregen door aandacht te besteden aan de bruggen in en om Nijmegen, alsmede het trillingsgedrag van bruggen is uitgebreid aan de orde gekomen. Deze dag is ook aangegrepen om het eerste exemplaar van de CROW-publicatie 'Bruggen voor langzaam verkeer' te overhandigen aan het bestuur van de Bruggenstichting. In deze aflevering wordt uitgebreid stil gestaan bij de publicatie, alsmede de andere presentaties.

Niet alleen het programma heeft garant gestaan voor het succes van de dag, ook de deelname aan de middag was goed te noemen. De uitwisseling van de onderlinge contacten tussen de diverse disciplines heeft dit zeker bevorderd, wat, naast de kennisoverdracht, de bedoeling van deze bijeenkomst is. Een goede leeftijdsopbouw van de ca 150 deelnemers heeft daar zeker toe bijgedragen. En natuurlijk is het gebouw van Rijkswaterstaat naast de Galecopperbrug een inspirerende omgeving voor zo'n bijeenkomst.

Bruggen voor langzaam verkeer worden steeds meer als landmark voor een bepaald gebied of stad gebruikt.

De aandacht voor de vormgeving lijkt dan ook groter dan voor wat oneerbiedig met de huis en tuin viaducten kan worden aangeduid.

Dagvoorzitter Joris Smits, bestuurslid van de Bruggenstichting, architect bij Royal HaskoningDHV en lector aan de TU-Delft, besteedde in zijn introductie ruime aandacht aan de vormgeving van bruggen. Het ontwerp van bruggen speelt zich af in het spanningsveld tussen schoonheid, functionaliteit en duurzaamheid en komt tot stand in een wisselwerking tussen opdrachtgever, vormgever en constructeur.

Voorbeelden van hoe het wel en niet zou moeten, passeerden de revue. (afb.1a en 1b)

Ook werd het begrip 'leuningjeuk' nader toegelicht. De leuning is een karakteristiek onderdeel van een brug voor langzaam verkeer en is voor vormgevers een item waar de ontwerphanden van gaan jeuken. Het resultaat is vaak opmerkelijk en draagt zeker bij tot de brug als beeldbepalend element in een stedelijke of landschappelijke omgeving.

Voorbeelden van leuningontwerp: afb. 2 functionaliteit en vormgeving vullen elkaar aan; afb. 3 gedurfd fraai ontwerp over de Dommel in Eindhoven.

In de inleiding is ook plaats ingeruimd voor het gebruik van VVK (vezelversterkt kunststof) een bouw materiaal dat specifiek in deze sector van de

bruggenbouw furor maakt en speciale mogelijkheden voor de vormgeving biedt.

Op vier lezingen gaan we in dit bruggennummer verder in:

- Ontwerpwijzer Bruggen voor langzaam verkeer, Hillie Talens, CROW
- Nieuwe bruggen in Nijmegen, René Duifhuizen, Gemeente Nijmegen
- Langzaam verkeersbruggen: kansen en bedreigingen, Jaco Reusink, Gemeente Rotterdam
- Vezelversterkt Kunststof: de nieuwheid voorbij, Jan Peeters, FiberCore

Het was bestuurslid Jan de Boer die de aanwezigen erop attent maakte dat er in juli in Londen een driedaags congres wordt gehouden over verleden, heden en toekomst van voetgangersbruggen. Wellicht een idee voor de NBS in Nederland om een platform Voetbruggen te vormen om deze verworvenheden verder onder de aandacht te brengen.





afb. 1b Zo is het beter



afb. 2 Leiden



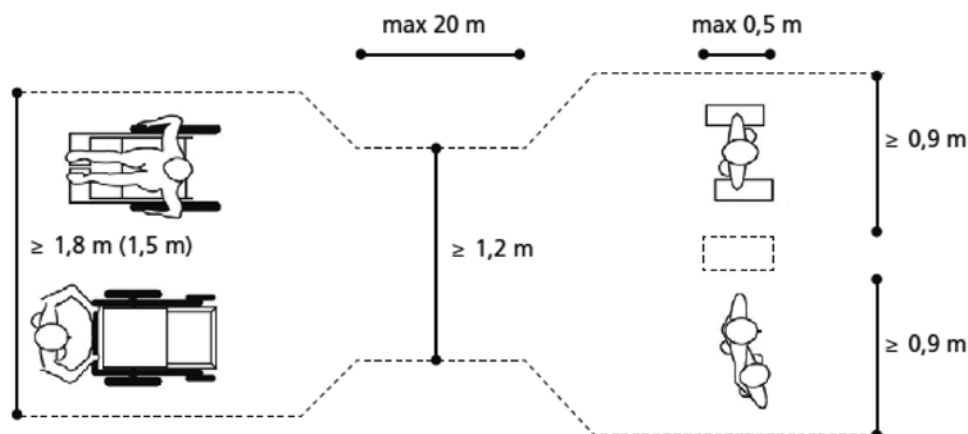
afb. 3 Dommeltuynbrug, Eindhoven



afb. 4 Dragonfly, Harderwijk - ontwerp van RoyalHaskoningDHV en Delft Infra Composites

Ontwerpwijzer Bruggen voor langzaam verkeer

Redactioneel verslag van de lezing van Hillie Talens, CROW



figuur 1 richtlijnen benodigde ruimte voetgangersbrug

In de afgelopen jaren zijn er veel vragen over ontwerpaspecten van bruggen voor langzaam verkeer bij de helpdesk van CROW binnengekomen. Ook de ontsluiting van recreatiegebieden, de ontwikkeling van veel stadsuitbreidingen aan gene zijde van (natuurlijke) barrières (Nijmegen, Amersfoort) en de vraag naar snelle fietsroutes hebben veel ontwerp vragen opgeworpen. Reden voor het CROW om publicatie samen te stellen waarin de huidige kennis op het gebied van bruggen voor langzaam verkeer is gebundeld.

De publicatie is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met een breed samengestelde werkgroep. In deze werkgroep waren, naast Rijkswaterstaat, diverse gemeenten en het waterschap ook de Bruggenstichting, de Fietsersbond en Veilig Verkeer Nederland vertegenwoordigd. Het ingenieursbureau ipv Delft heeft de bestaande informatie verzameld met als randvoorwaarden zich te beperken tot bruggen die uitsluitend voor voetgangers of voor een combinatie van fietsers en voetgangers bestemd zijn en die over water- en (spoor)wegen, dan wel over vijvers en singels voeren. Allereerst wordt in de publicatie ingegaan op de context van de brug. Hierbij komen vragen aan de orde zoals: Wat is de exacte locatie voor de brug? Hoe past de brug in het wegennet en de belangrijkste routes?

Wie gaan gebruik maken van de brug? Er overheen en er onder door? Wat is het budget nu en in de toekomst? Vervolgens zijn de gebruikers van langzaam verkeerbruggen in kaart gebracht.

Men maakt een onderscheid in:

- Reguliere gebruikers: naast (brom) fietsers en voetgangers is er ook aandacht voor bijzondere gebruikers in deze categorie, zoals kinderen en minder validen;
- Incidentele gebruikers, zoals motorvoertuigen van hulpdiensten en onderhoudsvoertuigen;
- Onbedoelde gebruikers, zoals (niet incidentele) motorvoertuigen, ruiters en (recreatieve) bruggenspringers, maar ook (brom)fietsers voor bruggen, bestemd voor louter voetgangers;
- Overige gebruikers, zoals kabels en leidingen van nutsbedrijven, maar ook flora en fauna.

Opmerkelijk is, dat landbouwvoertuigen niet tot de gebruikers worden gerekend; deze worden tot de reguliere gebruikers van verkeersbruggen gerekend en dus niet tot de 'onbedoelde gebruikers'. Bruggen reserveren voor alleen fietsen, is een utopie: altijd zullen bromfietsers de brug blijven gebruiken.

De fietsers worden aan een nadere beschouwing onderworpen. Bij fietsen moet men zich realiseren dat het een evenwichtsvoertuig zonder vering is, dat met spierkracht wordt voortbewogen in de open lucht en tevens een activiteit is die men veelal met elkaar doet (naast elkaar rijden), de eenzame fietser buiten beschouwing gelaten.

Daarna is het gedrag van de voetganger bestudeerd. In de vier grote steden blijken de verplaatsingen van mensen voor zo'n 30% uit voetgangers te bestaan, een niet te verwaarlozen aantal, dat bijzondere maatregelen rechtvaardigt. Ook voor voetgangers geldt dat er spier-

kracht in het geding is, zij zich veelal in de open lucht bevinden en dat er sprake is van een sociale activiteit. Voetgangers kunnen alle kanten uitgaan en zijn daarmee erg flexibel in hun gedrag.

Wat gehandicapten betreft wordt er onderscheid gemaakt tussen visueel en motorisch gehandicapten. Bij de eerste groep wordt aangesloten bij bestaande richtlijnen ten aanzien van de vrije ruimten naast (natuurlijke) gidslijnen en geleidelijnen. (zie fig. 3)

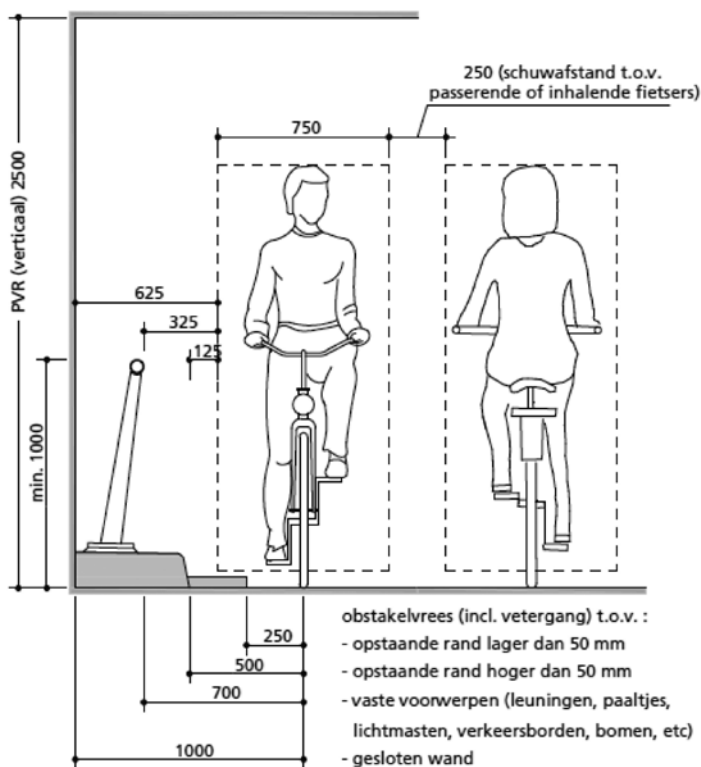
Bij de motorisch gehandicapten zijn er alleen eisen ten aanzien van de dwarshelling ($\leq 1:50$).

Bij langshellingen zijn het hoogteverschil en de lengte van de helling bepalend voor het hellingspercentage van de oprit. (zie fig. 4) Deze eis geldt overigens niet alleen voor gehandicapten, maar ook voor fietsers in het algemeen.

Maar naast al deze technische aspecten, moeten we natuurlijk niet vergeten dat het ontwerp van een langzaam verkeersbrug een visitekaartje kan zijn van een gemeente, een plek een meerwaarde kan geven, waarbij alle mogelijkheden als omgevingsplek moeten worden benut. Al met al is met deze publicatie een richting gegeven voor alle betrokkenen bij het ontwerp en uitvoering van dit type brug.

Publicatie:

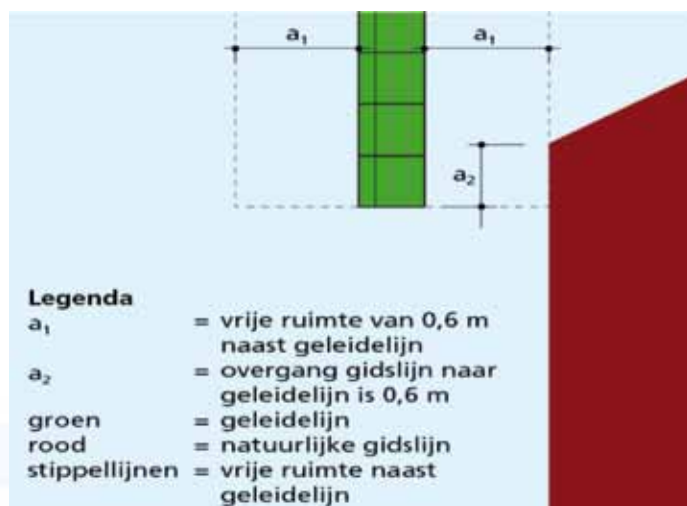
Ontwerpwijzer bruggen voor langzaam verkeer, CROW Publicatie 342, 208 pagina's, prijs € 72,- (ex. 6% BTW). Bestellen via www.crow.nl/342



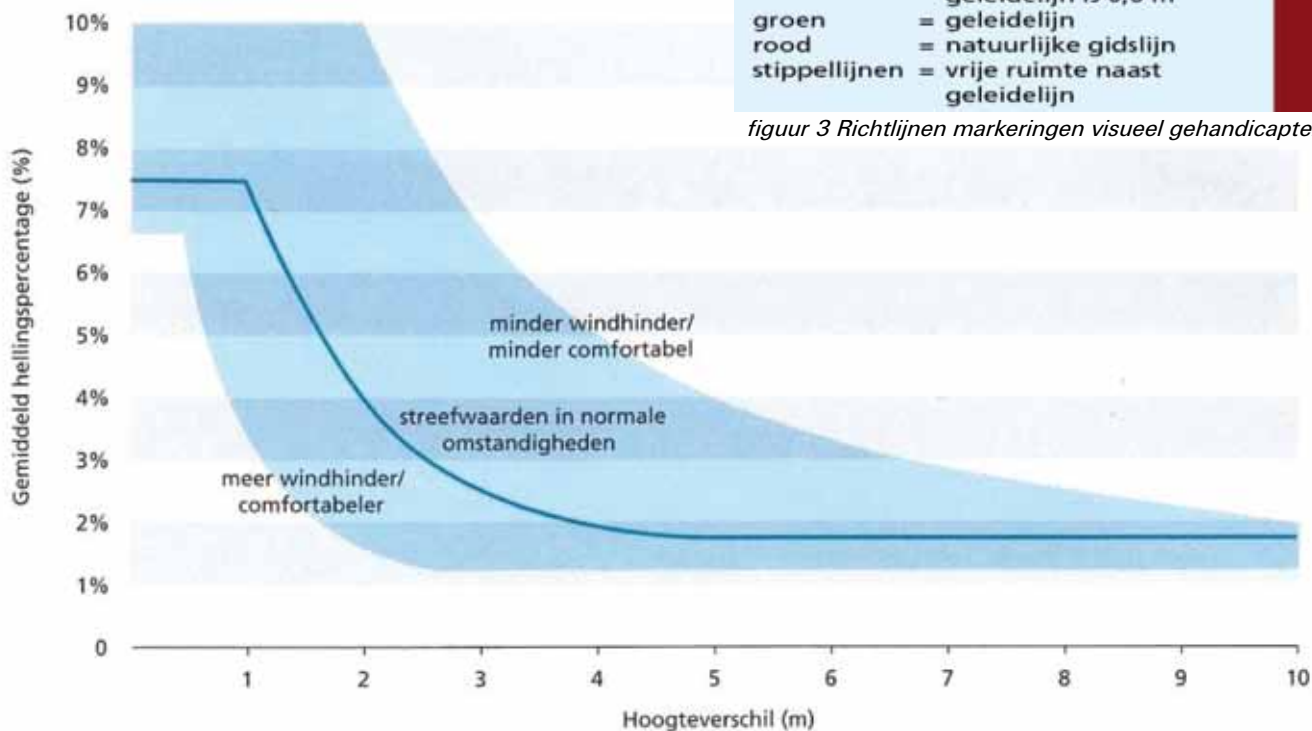
figuur 2 Benodigde ruimten fietsers

Aspect	Voetgangersbrug	Fietsersbrug	Combinatiebrug
Ballustrade	1,0 m hoog met valbescherming	1,4 m hoog met valbescherming	1,4 m hoog met valbescherming
Wegbreedte	> 1,80 m	2,5 – 3,5 m	> 3,50 m
Brugdek	voldoende stroef		
Drainage	geen plasvorming		
Verlichting	- loop-/rijroute te overzien - gezichten te herkennen		
Scheiding Bewegings-richtingen	nvt	nvt	Geen bij geringe verkeersintensiteit of korte/smalle brug
			Markering bij matige intensiteit, lengte of breedte
			Hoogteverschil bij hoge intensiteit of lange of brede brug.

tabel: Samenvatting eisen



figuur 3 Richtlijnen markeringen visueel gehandicapten



figuur 4 Bandbreedte hellingspercentages

Nieuwe bruggen in Nijmegen

Redactioneel verslag van de lezing van René Duifhuizen, Projectmanager stadsbrug 'De Oversteek' - Nijmegen



In het project 'Ruimte voor de Waal' wordt bij Nijmegen de rivier aanmerkelijk verbreed door de uiterwaarden ter plaatse van de stad meer afvoercapaciteit te geven. Een diepe geul moet de waterafvoer ten tijde van hoogwater garanderen, waarmee er een einde komt aan de flessenhals, die de meander bij Nijmegen vormt.

Dit biedt tevens de mogelijkheid om dit gebied meer te ontsluiten en toegankelijk te maken voor recreatie en bewoning. Dit resulteerde weer in de noodzaak tot een aantal nieuwe bruggen. De 'Snelbinder' [3], de fiets-/voetgangersbrug die aan de spoorbrug is bevestigd, was een

eerste maatregel om het noordelijk stadsdeel voor fietsers te ontsluiten. Daarna is de meest westelijke brug 'De Oversteek' [1] onlangs gerealiseerd, waaraan al eerder uitgebreid aandacht is besteed. De andere bruggen zijn:

- De voetgangersbrug 'Ooypoort' [6], ontwerp van Olaf Gipser Architecten;
- De Citadelbrug [2], ontwerp van Next Architects;
- De Promenadebrug [4], ontwerp van Ney en Partners;
- Het project Verlengde Waalbrug [5], ontwerp van Zwarts en Jansma.

De voetgangersbrug 'Ooypoort' [6]

In februari is de voetgangersbrug "Ooypoort" officieel geopend. (zie afb.2) De brug verbindt ter plaatse het zuidelijke landhoofd van de Waalbrug [5] Nijmegen met de Ooypolder over 't Meertje. Wandelaars kunnen nu het natuurgebied in de uiterwaarden van de Waal bereiken. De draagconstructie bestaat volledig uit glasvezelversterkt kunststof (VVK). Met zijn vrije overspanning van 56 meter is dit de grootste VVK-brug ter wereld.

Vanwege de afmetingen is ervoor gekozen om de brug in drie segmenten in de fabriek te vervaardigen om vervolgens buiten tot één brug samen te stellen. De brug is daarna per binnenschip naar Nijmegen getransporteerd en in november 2013 op de reeds aanwezige landhoofden

geplaatst. In de weken daarna zijn de leuningen geplaatst, en is de brug verder afgewerkt met een slijtlaag. De brug is zo ontworpen dat de woonboten die in de zijtak van de Waal liggen, ook bij hoogwater onder de brug door zouden kunnen wegvaren voor onderhoud. Bij extreem hoge waterstanden kan de brug ook nog tijdelijk van de landhoofden gehesen worden om de woonboten te laten passeren. Passend binnen de nieuwe aanpak om de rivieren weer meer de ruimte te geven, is de brug zo ontworpen dat hij bij een hoge rivierstand deels onder water kan komen te staan. Delft Infra Composites tekende voor het constructief ontwerp en realisatie; de fa. Meerdink Bruggen heeft de brug gefabriceerd.

De Citadelbrug [2]

Het westelijk deel van het eiland wordt met de uiterwaarden op de vaste noordoever verbonden door de 'Citadelbrug'. (zie afb.3) De brug overspant als een slingerend pad de nevengeul. De brug gaat zodoende 'natuurlijk' over in het uiterwaardenlandschap, waarbij de toegang tot de brug een avontuurlijke uitstraling krijgt. De brug is zo'n vijf meter breed en bedoeld voor fietsers en wandelaars. Incidenteel kan de brug ook worden gebruikt voor bevoorradings- en calamiteitenvoertuigen, als er evenementen op het eiland plaatsvinden.

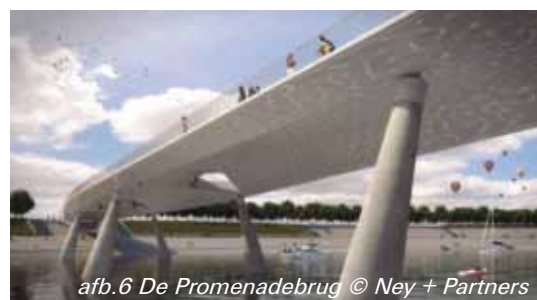
De werkzaamheden zijn in het voorjaar van 2014 gestart.



afb.4 De verlengde Waalbrug © Zwarts en Jansma



afb.5 Bastion



afb.6 De Promenadebrug © Ney + Partners

De Promenadebrug [4]

Deze brug verbindt de kade op de noordoever van de nevengeul naar het eiland Veur-Lent. Deze 'Promenade'-brug (zie afb.6) is de hoofdtoegang naar het eiland, bestemd voor zowel wandelaars, fietsers terwijl de auto slechts te gast is. Interessant aan het ontwerp is dat ter plaatse van de middensteunpunten van de brug de voetpaden worden verbonden door middel van een passerelle, waardoor er vanaf de onderkant van de brug zicht is op de nevengeul. (zie afb.7) De as van de brug is gericht naar de uit het centrum opgetilde kerk van Nijmegen. De lengte van 220 meter wordt overbrugd in vijf overspanningen van respectievelijk 30, 52, 56, 52 en 30 meter. Om deze overspanningen te maken, is het betonnen brugdek tot een Ω -vorm geplooid om zo een grotere constructiehoogte te verkrijgen wat zorgt voor een ideale krachtwerking. Het brugdek wordt als het ware naar het midden toe ontubdeld zodat zowel boven als onder de brug een verblijfsruimte ontstaat. De zijvlakken zijn matig hellend zodat deze gebruikt kunnen worden voor de opstelling van tijdelijke tribunes of kraampjes. De brug is een sculptuur waarvan de 'binnenruimte' even belangrijk is als het 'bovendek'. De brug heeft vier perforaties in de hellende zijvlakken waardoor twee passerellen onder de brug doorgaan in deze 'binnenruimte'. Deze passerellen fungeren tevens als trekkers voor het brugdek. Het voorgespannen betonnen brugdek wordt ondersteund door vier paar taps toelopende betonnen pijlers. Alle straatmeubilair, leuningen en verlichting zijn geïntegreerd in het brugdek. Het brugdek is afgewerkt met straatbaksteen voor een continuïteit van de bestrating op de Kade.

Het project Verlengde Waalbrug [5]

Dit project (zie afb.8) bestaat uit drie onderdelen: de Verlengde Waalbrug (zie afb.4), de Parmasingelbrug (zie afb.10) en het Bastion. (zie afb.5) De werkzaamheden zijn 1 augustus 2013 gestart.

Verlengde Waalbrug

Aan de noordzijde van de Verlengde Waalbrug ligt het landhoofd voor de toekomstige nieuwe harde kade, aan de zuidzijde maakt het landhoofd deel uit van het Bastion. De brug vereist een bijzondere bekistingsconstructie, een waar kunststukje waar 18 maanden aan is gewerkt door DURA Vermeer Infra. (zie afb.9)

Parmasingelbrug

De Parmasingelbrug is de brug die de bestaande Prins Mauritssingel met de Verlengde Waalbrug verbindt en daarbij de Watersingel kruist.

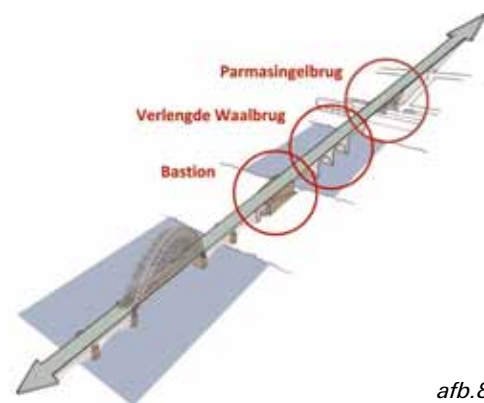
Bastion

Het Bastion ligt ten zuiden van de Verlengde Waalbrug. Het Bastion is een gebouw waarvoor nog een bestemming moet worden gevonden. Aan weerszijden van het Bastion komen trappartijen met fietsgoten, daarnaast komt aan de westzijde van het Bastion een afrit voor nood- en hulpdiensten, maar die voor overig verkeer gesloten is. De gevels bestaan uit metselwerk en aluminium puien.

Nijmegen heeft in het Project 'Ruimte voor de Waal' een aanleiding gezien om de noordelijke Waaloever een enorme stimulans te geven om het woon- en recreatieklimaat te verbeteren. Bruggen spelen hierbij een belangrijke rol.



afb.7 De Promenadebrug © Ney + Partners



afb.8



afb.9 Bekistingsconstructie © Infra Dura Vermeer



afb.10 De Parmasingelbrug

Langzame verkeersbruggen: kansen en bedreigingen

Redactioneel verslag van de lezing van ir. Jaco Reusink RO, Gemeentewerken Rotterdam



Brug in UHSB in Rotterdam.

In de lezing zijn onderstaande aspecten in het perspectief van de langzame verkeersbrug aan de orde gekomen:

- Contracteren en asset management
- Vormvrijheid of vormdwang
- Constructiematerialen
- Beweegbare bruggen
- Grote overspanningen
- Dynamisch gedrag
- Valkuilen

We zullen nu op enkele van bovenstaande aspecten wat nader ingaan.

Contracteren en asset management

Bij het ontwerp en realisatieproces van een brug door een extern team moeten er afspraken worden gemaakt ten aanzien van de eisen van Life Cycle Costing (LCC), of wel de methode om de kosten van een object over haar gehele levenscyclus vast te stellen en te optimaliseren door het vergelijken van alternatieven die financieel zijn onderbouwd.

Hetzelfde geldt voor het begrip duurzaamheid en de daarmee samenhangende kosten van onderhoud en vervangbaarheid en van welk risicoprofiel er uitgegaan wordt. Wat zijn de wensen ten aanzien van de beschikbaarheid van de brug en wat is de storingsgevoeligheid? Hoe moet de vandalismegevoeligheid worden meegewogen? Hoe is de brug aan te passen aan mogelijk toekomstige ontwikkelingen?

Dat betekent dat bij het uitbesteden aan de markt door de overheid van

ontwerp, uitvoering en onderhoud van bruggen er heel veel antwoorden moeten worden gegeven op bovenstaande aspecten.

Dit wordt er allemaal niet makkelijker op als men bedenkt dat in vergelijking met 50 jaar geleden de ontwerptrajecten nu korter zijn, het aantal betrokken partijen groter, de ruimte waarin gewerkt moet worden steeds complexer is en de regelgeving er ook niet minder op is geworden.

Toch moet dit worden gerealiseerd met een krimpende overheid, die zich steeds harder en juridischer lijkt op te stellen.

Vormgeving

Gemeente Rotterdam heeft haar architectenbureau afgestoten en het ontwerp van een brug komt er via een prijsvraag of op uitnodiging. Men is erg gecharmeerd van functionele schoonheid.

Voordat de jury van een prijsvraag aan het werk gaat, is het erg nuttig om vooraf een toets op technische haalbaarheid en beheer uit te voeren en op de specifieke machinerichtlijnen bij beweegbare bruggen.

Verder is er een trend merkbaar dat er minder vakkennis aanwezig is dan voorheen; de maatschappelijke stroming van de managementstudie-varianten eist zijn tol.

Constructiematerialen

Wat de materialen voor langzaam verkeersbruggen betreft, wordt vermeld

dat als kansrijk worden gezien:

- Vezelversterkte kunststof (vvk), al of niet met natuurlijke vezels of grassen als wapening en al of niet met milieuvriendelijke harsen. (Zie artikel van ir. J.H.A. Peeters elders in dit nummer).
- Ultrahogesterktebeton (UHSB)
- Staal met hoge sterkte: voor beweegbare bruggen is staal favoriet. Verder vindt staal zijn toepassing in hybride constructies. Cortenstaal® is op dit moment gewild vanwege zijn esthetische uitstraling.
- Hout voor hoofdtraagsystemen.

Als kansarm moeten worden beschouwd hout voor brugonderdelen (dekken), evenals aluminium en roestvaststaal uit kostenoverwegingen. Glas is ook kansarm vanwege de ontbrekende regelgeving. Verder valt op dat het slim combineren van materialen (hybride constructies) nog in de kinderschoenen staat.

Het dynamisch gedrag van langzaam verkeersbruggen verdient aandacht. Niet alleen ten gevolge van de effecten van de wind (en regen) op slanke elementen in het algemeen en brugdekken in het bijzonder. We hebben allen weleens gehoord van de problemen met de Erasmusbrug, de Millenniumbrug in Londen en de voetgangersbrug over de Zouthaven in Amsterdam bij het Muziekgebouw aan het IJ.

Het geruststellende is, dat alhoewel het soms vooraf moeilijk te bepalen is of er trillingsproblemen ontstaan,



IBS-brug, Rotterdam.



Brug over A16 bij Rotterdam.

het probleem vaak met relatief kleine maatregelen weer is op te lossen. Het aanbrengen van een demper of guirlandes in en rondom tuien is goed mogelijk.

Wat minder bekend is de trillingsgevoeligheid van een wegdek ten gevolge zuiging van vrachtwagens in verticale zin. Het bleek dat de vrachtwagens in colonne op de speciale vrachtwagenstrook in de A16 bij Rotterdam het wegdek verticaal in een

beweging bracht die gevaarlijk dicht bij de eigen frequentie kwam.

Regelgeving is intussen beschikbaar ten aanzien van brugdekcomfort (NEN-EN 1990/1991 JRC) en voor de toetsing van de gevolgen van de dynamica van voetgangers (Eurocode JRC).

Samenvattend komt Jaco Reusink tot de volgende 'state of the art' voor langzaam verkeersbruggen:

- Er zijn veel kansen voor vormexpressie, maar voor beweegbare

bruggen geldt de machinerichtlijn als een beperkende factor;

- Het brugtype is geschikt voor innovatie op het gebied van materiaaltoepassingen;
- Comfortproblemen, gelegen in de trillingsgevoeligheid van voetgangersbruggen zijn oplosbaar;
- Het risico op door wind geïnitieerde trillingen blijft groot;
- Het risicoprofiel van brugontwerpen (zie asset management) is soms hoog en niet goed doordacht.

Vezelversterkte kunststof bruggen: de nieuwheid voorbij

Redactioneel verslag van de lezing van ir. Jan Peeters, Directeur R&D FiberCore-Europe, Rotterdam



afb. 1 Drijvend transport van een VVK-brug © FiberCore®

Vezelversterkt kunststof VVK blijkt samengesteld uit vezels en een thermoharder. De vezels in de vorm van een weefsel of legsel, kunnen van glas, koolstof of aramide gemaakt zijn. Vanwege de kosten worden meestal glasvezellegfels en polyesterhars gebruikt. Om het materiaal milieuvriendelijker te maken, kunnen de vezels van natuurlijke vezels of bamboe zijn gemaakt en kunnen er bioharsen worden toegepast.

Vezels en hars worden in een mal onder vacuüm met elkaar in contact gebracht waarmee sandwichachtige plaat- of doosconstructies worden gevormd.

Allereerst gaan we verder in op de belangrijkste materiaaleigenschappen van VVK, te weten het geringe eigen gewicht, het geringe onderhoud en de duurzaamheid.

Het voordeel van het geringe eigen gewicht werkt door in het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud. In de uitvoering wordt bespaard op transportkosten en kraankosten bij het plaatsen. Het transport kan zelfs drijvend in het water worden verzorgd. (zie afb. 1) Belangrijk is ook dat de fundatie en de landhoofden eenvoudiger kunnen zijn of zelfs worden weggelaten. Zettingen die eventueel later optreden, kunnen eenvoudig worden hersteld door de brug tijdelijk van zijn opleggingen op te tillen.

Bij beweegbare bruggen werkt het geringe eigen gewicht ook door in de grootte van het contragewicht en het vermogen van de bewegingsapparatuur. (zie afb. 4)

Onderhoud aan VVK is gering omdat weer en wind en chemicaliën geen invloed hebben op het materiaal. Toepassing in marine omgeving is dan ook geen bezwaar. (zie afb. 2 en 3)

Bij de vergelijking van de sterkte-eigenschappen van een typische VVK ten opzichte van staal valt op dat de treksterkte van staal 360 MPa is en dat VVK 600 MPa. Wanneer men echter de elasticiteitsmoduli vergelijkt, is de E van staal 210 GPa, tegen dat van VVK slechts 34 GPa. Dit betekent dat bij berekeningen van constructies in VVK de nadruk ligt op het voldoen aan de eisen ten aanzien van vervormingen en trillingen en niet op die van sterkte. Voor de berekening van verkeersbruggen wordt de Eurocode aangehouden, alsmede CUR-Aanbeveling 96.

Bij de berekening van langzaam verkeersbruggen (zie afb. 5) wordt typisch uitgegaan van een gelijkmatige verdeelde belasting van 5 kN/m², een aslast van 60 kN en een maximale doorbuiging van 1/250 x overspanning L. Voor verkeersbruggen geldt typisch een gelijkmatig

verdeelde belasting van 2,5 tot 9 kN/m² en een aslast van respectievelijk 100 - 300 kN, met twee aslasten per rijbaan. Voor de maximaal toelaatbare vervorming wordt 1/300 x L aangehouden. (zie afb. 6)

Dat Rijkswaterstaat een eventuele keuze voor VVK richting wil geven, blijkt wel uit de publicatie van een rapport hierover op haar website www.rijkswaterstaat.nl/rws/e-zine. (zie afb. 7) De kaft toont het viaduct over de A27 nabij Lunetten, waar in situ een VVK-dek is aangebracht. Twee extra middenpijlers konden hierdoor achterwege blijven. VVK pretendeert een duurzaam materiaal te zijn en dat is het ook. Het ontbreken van objectief vastgestelde milieucriteria en elkaar tegensprekende onderzoeksrapporten maakt een vergelijk met andere materialen echter moeilijk.

Tot slot iets over een door FiberCore® ontwikkelde doosconstructie, waartussen en waarover in diverse richtingen vezelmatten zijn aangebracht. De door slagbelasting ontstane schade zal zich ten gevolge van een rolbelasting daarna niet voortplanten, waardoor er geen zichtbare en constructieve schade ontstaat.

Al met al is VVK een materiaal dat zijn verdiende plaats in de civiele bouw zal gaan innemen.



De Romeinse brug bij Cuijk

deel 3

Frans Remery



In de eerste jaargang (1993) van NBS-Nieuws, de voorganger van ons huidige tijdschrift BRUGGEN, werd melding gemaakt van de vondst van resten van drie pijlers van een Romeinse brug die in de vierde eeuw na Chr. tussen Cuijk en Mook over de Maas moet zijn gebouwd. Al eerder waren in de vaargeul van de Maas eikenhouten palen gesignaleerd die enige decimeters boven de bodem uitstaken. Verder werden op de bodem van de rivier zandsteenblokken, werktuigen en aardewerk aangetroffen. Tussen de steenblokken bevonden zich ook enkele zuilfragmenten en sokkels van standbeelden, niet meteen typische onderdelen van een brug. In de mededeling werd aangegeven dat er pogingen zouden worden ondernomen om tot een reconstructie van de brug te komen.

Nu, 20 jaar later, is het hoog tijd over het verloop van die pogingen te rapporteren. Ik ben daarbij geholpen door informatie van de heer Jantinus Koeling, woonachtig in Cuijk, amateurarcheoloog en één van de initiatiefnemers tot het onderzoek naar de Romeinse brug.



Archeologisch onderzoek in Cuijk

Uit eerder onderzoek was bekend dat er aan de linker Maasoever op de plaats van het huidige Cuijk een castellum, een fort uit de Romeinse tijd, heeft gelegen. De stichtingsdatum daarvan dateert uit de eerste eeuw na Christus. Vermoedelijk was het een houten fort. Rondom het castellum was ook sprake van burgerlijke bewoning. Aan zo'n Romeinse vestiging viel natuurlijk wel het nodige te leveren en te verdienen! Of de Romeinen gedurende de daaropvolgende eeuwen steeds ter plaatse zijn gebleven, is niet duidelijk. Wel is er in de vierde eeuw de nodige bouwactiviteit en komt er een castellum met stenen torens en muren tot stand [5].

Cuijk werd in de oudheid vermoedelijk Ceuculum genoemd. Die naam komt voor op een middeleeuwse kopie van een oude Romeinse reiskaart uit de derde tot vierde eeuw. De kopie is bekend onder de naam Tabula

Peutingeriana en omvat wegen en wateren in het Romeinse Rijk, van Groot-Britannië, Spanje en Noord-Afrika in het westen tot de rivier de Ganges in het oosten [6]. Topografisch klopt de kaart totaal niet: hij is maar heel smal zodat hij opgerold kan worden meegenomen, maar geeft wel informatie over de te volgen weg van A naar B; ook staan er bij een aantal wegen afstanden tussen de verschillende plaatsen vermeld. Het karakter van de kaart wordt wel vergeleken met een moderne kaart van een metronetwerk.

Op de kaart ligt Ceuculum, kort onder Noviomagi = Nijmegen. Er staat daar een rivierovergang getekend, die niet echt bij Ceuculum lijkt te horen. Misschien was het wel een doorwaadbare plaats. Dit brengt ons op het karakter van de Maas als regenrivier. De rivier was in die tijd nog niet gekanaliseerd, dus de natuur ging haar gang. In pe-



Een dramatisch beschadigde routekaart die in de Middeleeuwen werd nagetekend van een oudere kaart uit de Romeinse tijd. De kaart was 38 cm hoog en 682 cm lang en bestond uit 12 bladen, waarvan er één verloren is gegaan.

Even links van het midden ligt Noviomagi (= Nijmegen) en schuin rechts daaronder Ceuculum (= Cuijk)

bron: Museum Ceuculum, foto auteur

onder: Model van het castellum in Cuijk; op de voorgrond de brug over de Maas

bron: Museum Ceuculum, foto auteur



rieden van droogte waren er ongetwijfeld plekken waar de rivier zonder veel moeite kon worden overgestoken. Een betrouwbare verbinding was het echter niet; een paar maanden later stonden er meters water en had de rivier er een grote stroomsnelheid.

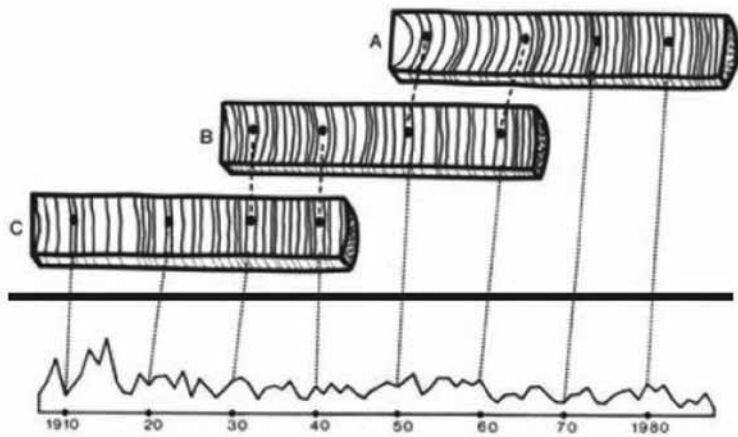
Ceuculum lag op een knooppunt van wegen. De weg van Nijmegen via Maastricht naar Tongeren passeerde er, evenals de weg naar Xanten langs de Niers. Zowel Nijmegen als Xanten waren in de Romeinse tijd belangrijke centra van militaire macht en bestuur. De weg tussen beide steden moest ergens de Maas oversteken. De kruising van wegen en de mogelijkheid hier de rivier over te steken verleenden aan Cuijk een strategische betekenis die de Romeinse militairen en wegenbouwers zeker niet is ontgaan [5].

In 1969 vond in Cuijk een grote archeologische opgraving plaats. Bij die gelegenheid werden ook enkele duikpogingen in de Maas ondernomen, omdat er al langer berichten waren dat daar Romeinse resten te vinden zouden zijn. Inderdaad werden er palen en stenen op de Maasbodem aangetroffen. In eerste instantie werd

daarvan gedacht dat de resten iets te maken hadden met het castellum. Mogelijk was een deel van het castellum door een stroomverlegging in de loop van de eeuwen in de rivier terecht gekomen. De technische mogelijkheden voor werken onder water in de snelstromende rivier en met zeer beperkt zicht lieten gedetailleerd onderzoek in die tijd niet toe en het archeologisch onderzoek bleef dan ook beperkt tot de resten van het castellum op het land. Langzaam verdween de belangstelling voor de Romeinse resten in de Maas....

Een brug gevonden

Het waren uiteindelijk amateurarcheologen en sportduikers die in 1989 op een geërodeerde plek op de Maasbodem tegenover Cuijk een woud van zware, houten palen en bewerkte steenblokken aantreffen. Hun vondst wekte de belangstelling van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB), thans onderdeel van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE). Deze dienst startte een archeologisch onderzoek naar de Maasresten waarbij nauw werd samengewerkt met Rijkswaterstaat en de al eerder genoemde sportduikers en amateurarcheologen. Bij het onderzoek bleken zich over de hele



Door houtmonsters uit houten balken (of beelden) van bekende datum te nemen kan steeds ouder hout worden geanalyseerd.

bron: Onroerend Erfgoed Vlaanderen

breedte van de Maas in en op de bodem houten palen en stapels stenen te bevinden die bovendien duidelijk langs een rechte lijn in groepen geconcentreerd waren. Deze constatering leidde tot de conclusie dat het hier om overblijfselen van een brug ging, waarbij de palen voor de fundering en de stenen voor de pijlers hadden gediend. Met veel moeite werd een aantal stenen en funderingspalen boven water gehaald. Maar ging het nu om een brug uit de Romeinse tijd?

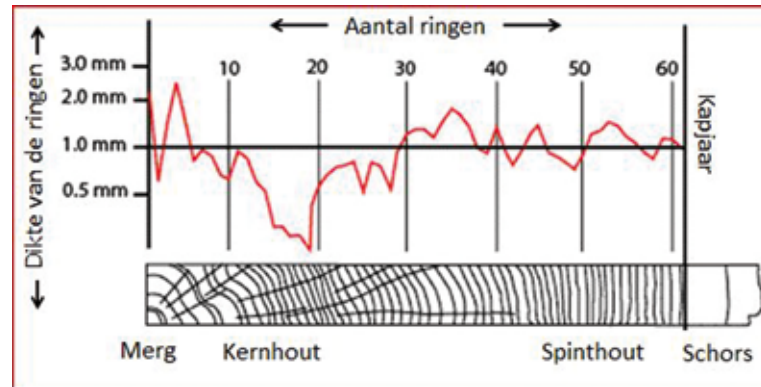


Eikenhout bron: Wikipedia

Leeftijdsbepaling

Wij kennen geen geschriften uit de Romeinse tijd waarin de bouw van een brug bij Cuijk wordt beschreven en weten dus ook niet wanneer hij is gebouwd. Aan de gevonden stenen (zandsteen, tufsteen) is de ouderdom niet afleesbaar; wel kunnen we zeggen dat zulke steen niet uit Nederland afkomstig kan zijn. Aangetroffen werden onder andere Nievelsteiner zandstenen die voor de pijlers zijn gebruikt en tufsteen uit de Eifel die in de fundering van de pijlers is verwerkt [3].

Het hout van de funderingspalen en de bovenbouw van zo'n brug was ongetwijfeld wél uit de omgeving van de brug afkomstig. Vroeger zou de leeftijd van het



Door ringen te tellen en hun dikte te meten, uitgaande van het bekende kapjaar, ontstaat een grafische voorstelling die karakteristiek is voor (eiken)hout uit de betreffende regio in de betreffende jaren.

bron: <http://telescript.denayer.wenk.be>

gebruikte hout zijn bepaald met de C-14 methode, maar dat is een ruw stuk gereedschap in vergelijking met een veel slimmere techniek, de dendrochronologie. Hiermee is de leeftijd van het gebruikte hout tegenwoordig heel precies te bepalen. Deze techniek is gebaseerd op het feit dat bomen jaarringen ontwikkelen die een weerspiegeling zijn van de weersomstandigheden in de verschillende jaren. In een droog en koud jaar zullen de bomen weinig groeien, leidend tot smalle jaarringen, terwijl de groei (en daarmee de diametertoename) in een warm en nat jaar veel groter zal zijn. In de loop van de jaren is een jaarringenreeks van diverse houtsoorten, in het bijzonder van eikenhout uit onze streken samengesteld door monsters van bewaard gebleven ouden bomen of houten balken uit historische gebouwen met een bekend bouwjaar te onderzoeken en hun jaarringenpatroon vast te leggen. Het op en in de Maasbodempalen gevonden hout is eikenhout. Met gegevens uit het dendrochronologisch onderzoek bleek het in een aantal gevallen zelfs mogelijk de precieze kapdatum van het gebruikte hout te bepalen en daarmee een duidelijk beeld te krijgen van de ouderdom van de brugresten.

Uit het dendrochronologisch onderzoek van een aantal palen bleek de oudste kapdatum van het hout te liggen tussen 334 en 357 na Chr. Aangenomen wordt dat hiermee de bouwdatum van de brug is gevonden. Daarna moeten reparaties zijn uitgevoerd, want er werd hout gevonden uit het jaar 368, alsmede uit de periode 387 – 398 [4].

Hoogstwaarschijnlijk heeft de brug gefunctioneerd tot aan het begin van de vijfde eeuw. Toen de Romeinse troepen in 402 naar Italië waren teruggeroepen, duurde het niet lang voordat de Germanen en Franken de Rijn grens overstaken. Vanaf die tijd ontbrak het aan een bestuurlijk apparaat om de brug in stand te houden.

Wij beschikken niet over beschrijvingen van de manier waarop de Romeinen hun bruggen bouwden. Als enige kennen we het handboek Bouwkunde van Vitruvius die ten tijde van keizer Augustus (dus rond het begin van de jaartelling) onder andere schrijft over het maken van fundaties voor gebouwen en havenwerken. Analyse van gevonden funderingen uit de Romeinse tijd toont aan



*Romeinse brug over de Moezel te Trier met pijlers die nog uit de Romeinse tijd stammen.
bron: www.strijdbewijs.nl*

dat de beschreven methode ook werd gebruikt bij het maken van brugfundaties.

Een mogelijk meer gedetailleerde beschrijving van de bruggenbouw hadden we kunnen vinden in een boek dat Apollodorus van Damascus rond het jaar 110 na Christus heeft geschreven naar aanleiding van de bouw van de Donaubrug die in opdracht van keizer Trajanus werd gebouwd ten behoeve van de oorlog in Dacië. Dat boek is, voor zover bekend, echter verloren gegaan en ook kopieën zijn nooit opgedoken.

Reconstructie van de brug

Op basis van het onderwateronderzoek is geconcludeerd dat de resten op de bodem van de Maas bij Cuijk moeten worden toegeschreven aan een brug met een aantal pijlers. De uit de bodem stekende houten palen moeten de funderingspalen zijn geweest, waarop ooit stenen pijlers hebben gerust. Het is een wonder dat de grillige Maas al die eeuwen na de bouw van de brug ongeveer op haar plaats is blijven liggen. Wel is duidelijk dat het rivierbed lokaal is geërodeerd: sommige palen steken twee meter boven de bodem uit, terwijl ze er bij de bouw geheel ingeheid moeten zijn.

Zulke bruggen hebben de Romeinen ook elders in Europa gebouwd. Natuurlijk kennen we de fraaie boogbruggen van de Romeinen. Ze waren gefundeerd op rots, erg zwaar en in feite onverwoestbaar. De bruggen over de Noord-Europese rivieren konden over het algemeen niet op rots worden gefundeerd. In Maastricht, Koblenz, Mainz, Keulen en Trier hebben bruggen gelegen waarvan de constructiewijze waarschijnlijk sterk overeenkwam met die van de brug bij Cuijk. De bruggen kregen een paalfundering van hout en de stenen pijlers kwamen te staan op een houten onderbouw. Op de stenen pijlers kwam een houten bovenbouw te liggen. Dit leidde tot

een snelle bouw en een lichtere constructie dan bij een stenen boogbrug het geval zou zijn. Een dergelijke constructie was bovendien aanzienlijk minder gevoelig voor zettingen van de pijlerfundaties.

Zestienhonderd jaar is natuurlijk een ontzettend lange tijd en van alle genoemde bruggen zijn alleen van de brug in Trier – natuurlijk na vele herstellingen – de pijlers en hun fundaties nog altijd in gebruik. Op de pijlers is een nieuwe bovenbouw aangebracht.

Met uitzondering van de brug in Trier is van geen van de andere genoemde bruggen zo veel vastgelegd als van de Romeinse brug in Cuijk. Veelal ontbrak het bij de andere bruggen aan mogelijkheden, waren de beschikbare technieken ontoereikend, werden vondsten niet bewaard of werden de gegevens onvoldoende vastgelegd.

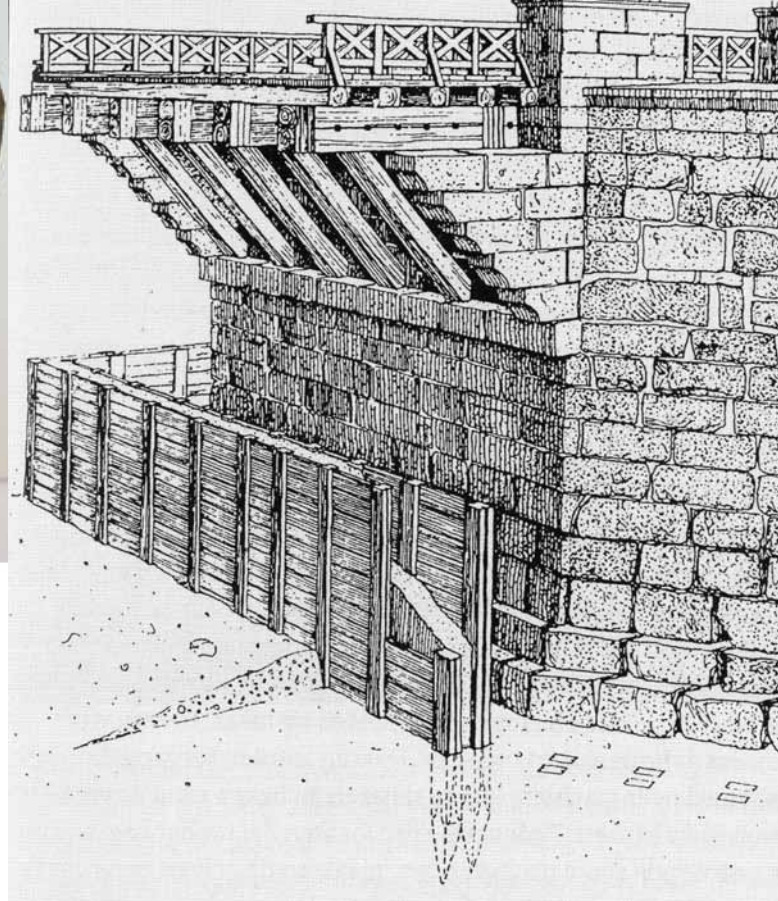
Ook het onderzoek en de latere reconstructie van de brug bij Cuijk kenden vele moeilijkheden. Door de kanalisering komt de waterstand van de Maas nooit meer zo laag dat waarnemingen vanaf het wateroppervlak mogelijk zijn. En het waarnemen onder water werd sterk bemoeilijkt door het slechte zicht ($\leq 0,50$ m). De Maas is een druk bevaren rivier. Werken tussen de scheepvaart door is veel te gevaarlijk, dus er moest in de stille uren ('s nachts) worden gedoken.

De waarnemingen van het duiken zijn systematisch vastgelegd. De locatie van elke gevonden paal of blok steen werd gemeten ten opzichte van vooraf uitgezette vaste punten, terwijl ook nog eens de onderlinge ligging van de verschillende onderdelen werd vastgelegd. Het resultaat kon met behulp van een computerprogramma tot logische funderingsplattegronden worden herleid. In totaal werd een zestal pijlerfunderingen ontdekt, maar vermoedelijk waren er meer en zijn deze in de loop der eeuwen onder aanslibbingen geraakt.



*Boven: Heel karakteristieke onderdelen van de aangetroffen funderingspalen zijn de smeedijzeren paalschoenen die werden aangebracht om de punt van de heipaal te beschermen bij het inheien in het zand- of grindbed van de rivier. Opnamen gemaakt in Museum Ceulclum te Cuijk
bron: Museum Ceulclum, foto's auteur*

*Rechts: Idee van de pijleropbouw binnen een bekisting, waarbinnen droog gewerkt kon worden
bron: NBS - Bruggen in Nederland 1800-1940 deel II*



De brug bij Cuijk lag recht over de rivier op stenen pijlers met een hart-op-hart afstand van 19,2 meter. De breedte van de pijlers was 4,5 meter en de lengte ca. 6,8 meter. Aangezien de Romeinen als standaardmaat de voet gebruikten (ca. 0,3 meter), moeten de gebruikte afmetingen daarop zijn terug te voeren. Het bijzondere van het onderzoek bij de Romeinse Maasbrug bij Cuijk is dat hier ondanks het beperkte aantal gegevens toch een volledige reconstructie van de brug is gemaakt. Dit is des te knapper, wanneer men bedenkt dat de brug eeuwenlang als steengroef is gebruikt. Vóór de kanalisatie van de Maas leidde haar grillige karakter ertoe dat de oude pijlers geregeld tot de voet toe droog stonden. Dat maakte het winnen van goede natuursteen wel erg gemakkelijk. De stenen die nu nog zijn gevonden, vormen slechts een fractie van de stenen waaruit de pijlers van de brug destijds hebben bestaan. Ze moeten bij het afbreken van de pijlers in het water zijn gevallen of zijn bij grote rivierafvoeren uit het pijlerlichaam losgescheurd. De stenen in de pijlers waren met ijzeren doken aan elkaar verankerd; er werd geen mortel gebruikt. Ze lagen dus los op elkaar. Steen is kostbaar in ons land. Elke steen is ooit aangevoerd uit andere streken. Zo kwam de gevonden tufsteen die in de fundering van de pijlers werd verwerkt, waarschijnlijk uit de Eifel. De pijlers waren opgebouwd uit op maat gekapte steen, veelal zandsteen, maar er werden ook stukken kalksteen (marmer) aangetroffen. Opmerkelijk bij veel van de gevonden stenen is dat ze sporen van hergebruik vertonen. Zo werden er stenen aangetroffen die waren ontstaan na splijting van grotere stenen die vóór de aanpassing voor het gebruik in de brugpijlers al deel uitgemaakt van een andere constructie, wellicht een tempel of ander gebouw. Er zijn zelfs stenen gevonden die mogelijk als voetstuk van een beeld hebben gediend.

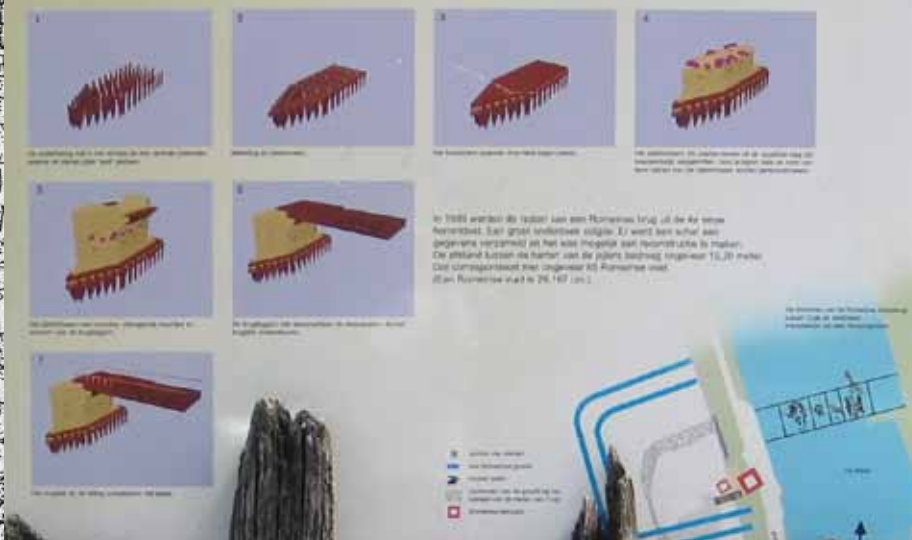
Brugonderdelen

De brug bij Cuijk over de Maas uit de 2e helft van de vierde eeuw is een relatief laat exemplaar in een hele serie soortgelijke Romeinse rivierbruggen in Europa waarvan resten zijn aangetroffen. Voorbeelden daarvan zijn bruggen bij Maastricht (Maas, 1e eeuw), Mainz (Rijn, 1e eeuw), Koblenz (Rijn, 1e eeuw), Trier (Moezel, 2e eeuw), Keulen (Rijn, begin 4e eeuw).

Het archeologisch onderzoek aan de resten van de verschillende bruggen is door allerlei oorzaken heel verschillend van kwaliteit geweest. Alleen van de brug in Trier zijn heldere onderzoeksresultaten beschikbaar. Toch was alle informatie over de bouwwijze van dergelijke bruggen erg behulpzaam bij het op papier reconstrueren van de brug bij Cuijk.

De waarnemingen in Cuijk bevestigen wat ook al bij onderzoek aan andere Romeinse bruggen in Europa was opgevallen. De bruggen bestonden uit stenen pijlers op een houten paalfundering en hadden een houten bovenbouw. De fundering werd kennelijk bij (zeer) lage rivierstand gemaakt en bestond uit rijen houten aangepunte palen die op vaste onderlinge afstanden in de bodem werden geheid. Ter bescherming van de paalpunten bij het heien waren ze van een smeedijzeren paalschoen voorzien. Rond de funderingspalen werd een kistdam aangebracht, kennelijk om een droge werkruimte te creëren. Binnen de voormalige bouwkuip werd tussen de palen de blubber weggegraven tot een schone zand- of grindlaag werd bereikt. Hierop werd een funderingslaag van steen aangebracht; bij de brug in Cuijk bleek dat vooral tufsteen te zijn die mogelijk uit de Eifel werd aangevoerd. Op de palen kwam binnen de bouwkuip een balkenlaag te liggen, die behalve op de palen ook op het steenpakket rustte. Al het gebruikte hout was eikenhout, dat in die tijd volop aanwezig moet zijn geweest. Op deze ondergrond werd de pijler opgebouwd.

Reconstructie Romeinse Maastricht



Linksboven: Reconstructie Romeinse brug bij Cuijk; op de voorgrond enkele funderingspalen, 1600 jaar oud

bron: Museum Ceulcum, foto auteur Onderschriften foto's van boven naar beneden

Rechtsboven: Reinigen van de boven water gehaalde steenblokken. Afbeelding museum Ceulcum

Linksonder: Reconstructie van de brug bij Cuijk. Afbeelding museum Ceulcum

Rechtsonder: Stenen van de pijleropbouw met bewerking. Afbeelding auteur

De pijler bestond uit op elkaar pasgemaakte steenblokken die los gestapeld waren en onderling met ijzeren doken waren verbonden. Doordat men de kistdam liet zitten, was de pijler beschermd tegen onderloopsheid. Voor de stroomgeleiding kreeg de pijler aan stroomopwaartse zijde een punt en aan de achterzijde (vermoedelijk) een afronding zoals bij andere pijlers van Romeinse bruggen is geconstateerd.

Met een hart-op-hart afstand van de pijlers van 19,2 meter waren erg lange en dus dikke eiken stammen nodig geweest. Met een pijlerdikte van 4,5 meter was de afstand tussen de pijlers ca 15 m. Door gebruik te maken van schoren onder de consoles aan weerszijden van de pijlers kon de benodigde liggerlengte worden gereduceerd tot ca. 12 m. Daarvoor zijn nog altijd dikke balken nodig, maar de dikte kon verder worden gereduceerd door dünnere balken met deuvelds op elkaar te bevestigen. Vermoedelijk is dat systeem gebruikt. De schoren werden vermoedelijk beschermd tegen de kracht van de rivier en drijvende bomen bij hoge waterstanden door stenen muurtjes die uitkragend uit de pijler onder de consoles werden aangebracht. Op de langsbalken tussen de pijlers werden vervolgens dwarsbalken bevestigd, die het dubbele houten dek droegen. Dit laatste bestond uit planken in langsrichting met daarop planken in dwarsrichting. Naar Romeins gebruik kwamen er bovenop het houten dek leuningd bestaande uit een houten hekwerk met diagonale kruisen [3].

Resultaat

Hoewel er bij voortgezet onderzoek slechts resten van een zestal pijlers zijn aangetroffen, denkt men dat de brug minstens 150 en mogelijk 450 meter lang is geweest en heeft bestaan uit twee landhoofden en 7 tot 22 pijlers

[4]. Aan de linkeroever bij Cuijk is als vast punt weinig veranderd, maar aan de overzijde, de binnenbocht van de rivier, is sprake van een grote aanslibbing; daar kunnen best nog pijlerresten onder zitten.

Na de Romeinse brug bij Maastricht is de brug bij Cuijk de tweede Romeinse brug met een stenen onderbouw waarvan het bestaan onomstotelijk is vastgesteld aan de hand van gevonden resten en de datering van de gebruikte houten onderdelen. Hoewel na zestien eeuwen veel van de brug verloren is gegaan, is het toch mogelijk gebleken een duidelijk beeld van de brug te vormen. Het uitgevoerde onderzoek heeft een belangrijke bijdrage aan de kennis van de Romeinse bruggenbouw in onze streken geleverd.

Bronnen

1. NBS-Nieuws, jg. 1, nr. 3, december 1993
2. Michiel Hegener: 'Op het spoor van Romeinen en Bataven; Nederland 2000 jaar geleden', Kosmos-Z&K Uitgevers, Utrecht / Antwerpen, 2003
3. Joost Mioulet / Carin Barten: 'De Romeinse brug tussen Cuijk en Middelaar; Van ontdekking tot reconstructie', Uitgeverij Matrijs, Utrecht, 1994
4. B. Goudswaard, R.A.C. Kroes, H.S.M. van der Beek: 'The late Roman Bridge at Cuijk' in Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek nr. 44
5. Harry van Enckevoort en Jan Thijssen: 'Cuijk, een regionaal centrum in de Romeinse tijd', Uitgeverij Matrijs, Utrecht, 2002
6. www.wikipedia.org/Tabula_Peutingeriana
7. Vitruvius, 'De architectura', in het Nederlands vertaald als 'Handboek Bouwkunde' Atheneum - Polak & Van Gennep, Amsterdam, 1997

KUNSTWERKEN IN DE OUDE IJSSEL

deel 2

Wils van Soldt



afb. 19. Wijnbergsebrug © WvS

In het vorige nummer van BRUGGEN is deel 1 van dit artikel gepubliceerd. Een totaaloverzicht is gegeven in tabel 1. De betonnen bruggen in de N338 en de A18 zijn niet beschreven, omdat het hier vaste bruggen betreft.

In dit artikel wordt onder doorvaartbreedte verstaan de maximale breedte van de schepen die de brug kunnen passeren, dus niet de maat tussen de landhoofden/pijlers

Herinnert u zich de oproep van de redactie om uw eigen watergang in uw omgeving op een gelijksoortige manier te beschrijven? redactie@bruggenstichting.nl wacht op uw reactie!

Red.

11. De Wijnbergsebrug

De Wijnbergsebrug in de Bedrijvenweg te Doetinchem verbindt de bedrijventerreinen Wijnbergen en Verheulswede die door de Oude IJssel zijn gescheiden.

De naam van de brug en het gelijknamige industrieterrein refereren aan het buurtschap Wijnbergen aldaar. De brug heeft één hameistijl met een prismatische kokerdoorsnede; het val is met slechts één hangstang verbonden met de balanspriem.

De brug wordt hydraulisch aangedreven waarbij de cilinder zich in de hameistijl bevindt en aangrijpt onder de balanspriem voor het draaipunt. (hangstangzijde) Het val heeft twee rijstroken en een afzonderlijk rijwielpad.

Het hydraulisch aggregaat omvat een tweelingpomp met respectievelijke opbrengsten van 138 en 81 liter/min. De pompen worden aangedreven door een draaistroommotor met een vermogen van 30 kW bij 1475 rpm. Tevens is er een suppletiepomp die is gekoppeld aan een draaistroommotor met een vermogen van 2,2 kW bij 2870 rpm.

De brug is in december 2006 in gebruik genomen en heeft een doorvaartbreedte van 12 m. Het val heeft een lengte van 13 m en een breedte van 15 m. In de besturingsinstallatie van de brug bevindt zich een opnemer voor de positiemeting van de brugklap. Op een apparatenkast in de brugkelder is een display aangebracht voor de presentatie van de stand van het val. Voor de bediening vanaf de Oude IJsselbrug in Doetinchem zijn

camera's en een omroepinstallatie aangebracht. De lokale bediening van de brug voorziet in een bedieningskast aan een kabel met de benodigde drukknoppen en signaallampjes voor het activeren van o.a. de landverkeerseinen, de afsluitbomen, de scheepvaartseinen en de brugbeweging.

12. De Spoorbrug Doetinchem

De spoorlijn Zevenaar – Winterswijk is officieel in gebruik gesteld op 5 juli 1885. Hieruit kan worden afgeleid dat de Spoorbrug over de Oude IJssel is gebouwd in de periode tussen 1880 en 1885. De brug was toen een ongelijkarmige draaibrug met middenpijler. Door het oorlogsgeweld was de Spoorbrug ernstig beschadigd.

In 1946 verleende het voormalige Waterschap van de Oude IJssel vergunning aan de NS om de brug te herstellen. De brug moest mechanisch beweegbaar zijn en het openen en sluiten mocht ten hoogste twee minuten duren. Voor de oeververbinding van het spoor is toen voor een hefbrug gekozen. De huidige portaalconstructie met val dateert uit 1947 en is gebouwd met de middelen waarover men in die tijd kon beschikken. Deze middelen waren echter beperkt omdat de Marshallhulp pas op gang kwam in april 1948.

De vervanging van de vernielde draaibrug door een hefbrug bracht extra werkzaamheden met zich mee zoals de bouw van een nieuwe pijler, de sloop van de oude pijler en de verplaatsing van het portaal. Het val met portaal is

Rectificatie:

In deel 1 moet het volgende worden aangepast:

3. De stuw Ulft

‘De eerste stuw op deze plaats’..... moet zijn: ‘De eerste stuw..... is gebouwd in 1889.....’;

‘even voorbij de plaatsin de in de Oude IJssel.’ moet zijn: ‘even vóór de plaatsin de Oude IJssel’.

9. De brug Terborg, midden 2e alinea

‘Om beheerst te kunnen versnellen van de brugaandrijving’ vervangen door:

‘Om beheerst te kunnen versnellen en vertragen (retarderen) in elke stand van het val wordt de motor gevoed door een frequentieomzetter. Dit apparaat functioneert op basis van variatie van de frequentie en de grootte van de voedende motorklemspanning. Voor het dissiperen van de remenergie is er een remweerstand aangebracht in de elektrische installatie van de brugaandrijving.’

Tabel 1 is verbeterd opgenomen in dit artikel.

gelegen tussen twee aanbruggen. Deze aanbruggen zijn Unit Construction Railway Bridges (UCRB), Britse militaire noodbruggen voor 16/18 ton British Standard (BS).

In de jaren ‘50 hing er aan de noordzijde van de brug een voetpad, maar die is met de komst van de naastliggende Saap Roelofsbrug gedemonteerd.

Het brugportaal bestaat uit vier heftorens die via dwarsverbanden met elkaar zijn verbonden. De hefhoogte van het val bedraagt 7,73 m en de doorvaarthoogte bij gesloten brug bedraagt 2,1 m. De brug heeft per hoekpunt een contramassa van 3 ton en een bijbehorend omloopwiel. Het val, met een lengte van 10,3 m en een massa van 15 ton, omvat een enkel spoor. De doorvaartbreedte van de brug bedraagt 9,45 m. Aan de zijden van de opleggingen bevindt zich een grendelconstructie waarmee het val wordt vergrendeld en dus na een brugcyclus weer veilig berijdbaar is.

Boven op het portaal aan de westzijde bevindt zich de aandrijfmotor van het val. Deze motor is een draaistroommotor van 3,7 kW bij 960 rpm die via een rem-koppelingsmechanisme een wormwielkast aandrijft. De kast heeft twee uitgaande assen met aan elk asuiteinde een rondsel voor het aandrijven van een kabeltrommel. Vanaf elke trommel lopen kabels naar de hoekpunten van het val. Aan de brugzijde waar de motor is opgesteld bevinden zich dus korte bewegingskabels, de tegenoverliggende brugzijde aan de andere kant van de rivier heeft aanmerkelijk langere kabels. Voor een dergelijke aandrijfwijze van het val is geen rechthoudinrichting nodig. Het moge duidelijk zijn dat de invloed van de lange en de korte haalkabels door rek- en temperatuurvariatie merkbaar is. De bediening van de brug geschiedt op afstand vanaf de Oude IJsselbrug in Doetinchem, waarvoor camera's zijn aangebracht. Verder is er een lokale bediening die zich aan de oostzijde van de brug bevindt.

13. De Saap Roelofsbrug

De Saap Roelofsbrug is een hydraulisch aangedreven basculebrug die de oversteek van de Oude IJssel verzorgt voor wielrijders van en naar onder meer het hoofdspoorwegstation in Doetinchem. De brug ligt naast de Spoorbrug Doetinchem, is gebouwd in 1997 en heeft een doorvaartbreedte van 9,80 m.



boven afb.20. Spoorbrug Doetinchem o/d Oude IJssel © WvS

onder afb.21. Saap Roelofsbrug © WvS
inzet afb.22. Hydraulische cilinder Saap Roelofsbrug © WvS

Voor de aandrijving van de brug bevindt zich onder de noordelijke hoofdligger van de brug in de basculekelder een cilinder. De plunjerstang in de cilinder is voorzien van een standopnemer zodat op elk moment de positie van de plunjer, c.q. de brugklap, bekend is. Het hydraulisch aggregaat is uitgerust met hoofdpomp met variabele opbrengst tot maximaal 43 liter/minuut. De pomp wordt aangedreven door een draaistroommotor met een vermogen van 11 kW bij 1455 rpm. Daarnaast bezit het aggregaat nog een kleine, starre pomp die een opbrengst heeft van 3,7 liter/minuut. De aandrijfmotor van deze pomp heeft een vermogen van 1,1 kW bij 1410 rpm.

Voor de bediening op afstand vanaf de Oude IJsselbrug zijn een omroepinstallatie en de benodigde camera's aangebracht. Voor de lokale bediening bevindt zich in de brugkelder een draagbare knoppenkast met kabel, die is voorzien van drukknoppen voor het sluiten van de afsluitbomen en het bewegen van de brugklap.

Tevens is er in de kelder nog een vast aangebrachte bedieningskast met druktoetsen voor onder andere het openen van de afsluitbomen alsmede het bedienen van de landverkeerseinen en de hoogtelichten van de brug.



afb.23. Oude IJsselbrug Doetinchem 1929 © Gelderland in woord en beeld

afb.24. Oude IJsselbrug mei 1940 © EAL

afb.25. Nieuwe Oude IJsselbrug 1951 © EAL

14. De Oude IJsselbrug Doetinchem

Volgens de geschiedenis van Doetinchem is er kort na 1809 een brug over de Oude IJssel gebouwd met steun van Lodewijk Napoleon. In 1874 was deze brug aan vervanging toe. Provincie en Rijk wilden beide in de kosten bijdragen mits geen tol zou worden geheven (de tol bracht f 825,- per jaar op). Het is een nieuw geluid in deze geschiedenis. Veel van de eerste wegen waren via concessies tot stand gekomen en tolheffing paste in dit systeem.

Voor de tweede wereldoorlog lag er over de Oude IJssel in Doetinchem een ophaalbrug waarvan de hameijstijlen en de balansconstructie uit vakwerkconstructies bestonden.



Uit archiefmateriaal van het Erfgoedcentrum Achterhoek Liemers (EAL) blijkt dat de ophaalbrug van de afbeelding 23 is vervangen door een hefbrug die op 4 december 1937 werd geopend. De hefbrug is op 4 mei 1940 in de vroege ochtend opgeblazen door het Nederlandse Leger in een poging de opmars van de Duitse troepen te stoppen. Reservekapitein Voltelen werd door deze actie dodelijk getroffen door een stuk staal. Mogelijk is hij het eerste Nederlandse slachtoffer van de Tweede Wereldoorlog. Om de rivieroversteek te herstellen is de licht beschadigde brug in de oorlogsjaren daarna provisorisch hersteld zodat fietsers en voetgangers konden passeren. Aan het einde van de oorlog werd de hefbrug door terugtrekkende Duitse troepen opgeblazen en onherstelbaar beschadigd. Tevens werd het historisch centrum van de stad beschadigd door vergissingbombardementen van de Britse Luchtmacht op 19, 21 en 23 maart 1945. Eigenlijke doelen waren de plaatsen IJsselburg en Anholt in Duitsland die door een vergelijkbare ligging aan de Oude IJssel werden verward met Doetinchem.

Voor het herstel van de verbinding over de rivier is toen door de geallieerden in 1945 een baileybrug geplaatst. In 1946 is deze brug voorzien van een hefbaar midden-deel naar ontwerp van het toenmalige ingenieursbureau J. van Haselt & De Koning, en wel met name van ir. R. Ver Loren van Themaat sr..

Omdat de beperkte doorvaarthoogte van een hefbrug bezwaarlijk werd geacht voor passerend baggermateriaal is na de tweede wereldoorlog de baileybrug vervangen door een ophaalbrug die op 31 januari 1951 werd ge-



afb.26. Oude IJsselbrug in het centrum Doetinchem anno 2014 © WvS

inzet: afb.27. Centrale bediening in de Oude IJsselbrug © WvS

opend. Deze brug is gebouwd naar het voorontwerp van ir. R. Ver Loren van Themaat sr. van het eerdergenoemde ingenieursbureau.

Tot ver in de jaren '50 van de vorige eeuw reed er over de brug een smalspoor stoomtram die Zutphen via Doetinchem en 's-Heerenberg met Emmerich in Duitsland verbond. Als herinnering hieraan heeft men bij de sloop van dit spoortraject nog een tweetal stukken spoorrails in takt gelaten in de aanbuggen van de huidige ophaalbrug. De ophaalbrug vormt heden ten dage slechts een fiets- en voetgangersverbinding van het stadscentrum met onder meer de woonwijken 't Weerdje, de Hoop, Wijnbergen, de Huet en Dichteren.

In 2009 is de elektrische installatie van de brug gerenoveerd en geschikt gemaakt voor een eventuele afstandsbediening. In het naastgelegen bedieningshuis van de brug worden nu de Wijnbergsebrug, de Spoorbrug Doetinchem met naastliggende fietsbrug, de Saap Roelofsbrug, de Europabrug en de Energiebrug bediend. De signaaltransmissie geschiedt hierbij via glasvezeltechniek.

De brug heeft een kleine machinekamer die nabij de beide hameistijlen via een luik toegankelijk is. De aandrijving van de brug geschiedt elektromechanisch met een draaistroommotor die via een rem-koppelingsmechanisme een tandwielkast aandrijft.

Deze kast heeft twee uitgaande assen waarvan er één de bovenstaande hameistijl in gaat; de tweede as loopt naar een hoekkast onder de andere hameistijl. In de hameistijlen drijven de verticale assen via een haakse tandwieloverbrenging de panamawielen aan in de beide heugelstangen van de brug. De aandrijvende elektromotor met een vermogen



afb.28. Lokale bedieningslessenaar © WvS

afb.29. Panamawiel aandrijving val © WvS

afb.30. Handaandrijving van de brug © WvS

van 11 kW bij 1420 rpm maakt deel uit van een regelbare aandrijving, uitgevoerd als frequentieomzetter. De elektrische aandrijving is voorzien van een remweerstand voor het dissiperen van de bewegingsenergie.

De bediening van de Oude IJsselbrug geschiedt met de lokale bedieningslessenaar in het bedieningshuis. De bediening van de overige bruggen in Doetinchem vindt plaats met een beeldschermbedieningssysteem dat eveneens daar is opgesteld.

De brug kan ook met de hand worden bewogen. Daartoe is er een handwiel aanwezig dat moet worden geplaatst op een asstomp die uit de zuidelijke hameistijl steekt. Onder in het bedieningshuis zijn de besturingskasten ondergebracht alsmede een kast voor de communicatie van de brug met de overige bruggen in Doetinchem. Als laatste valt nog te vermelden dat de doorvaartbreedte 9,8 m is.



boven: afb.31. Europabrug © WvS

onder: afb.32. Machinewerk Europabrug © WvS

afb.33. Noodmotor en voetbediende rem © WvS

15. De Europabrug

De Europabrug is een basculebrug over de Oude IJssel in de Europaweg in Doetinchem. Deze weg maakt deel uit van de provinciale weg N316 die de verbinding verzorgt van 's-Heerenberg, via Zeddam, Doetinchem en Hengelo (Gld) naar Vorden. De brug heeft twee rijbanen met voor de noordelijke rijrichting twee rijstroken voor rechtdoor en één voor rechtsafslaand verkeer; voor de zuidelijke rijrichting is één rijstrook beschikbaar. De brug heeft een doorvaartbreedte van 11 m.

De basculebrug dateert uit 1978 en wordt elektromechanisch aangedreven met een panamawiel aan weerszijden onder het contragewicht. Het machinewerk van de brug omvat een hoofdmotor, uitgevoerd als draaistroommotor, die via een rem-koppelingsmechanisme een tandwielkast aandrijft. De twee uitgaande assen van de tandwielkast zijn aan de uiteinden elk voorzien van een rondsel dat ingrijpt in de vertanding van het panamawiel. De hoofdmotor heeft een vermogen van 15 kW bij 970 rpm en wordt gevoed door een frequentieomzetter. Hierdoor is het beheerst versnellen en vertragen (retarderen) van de klap vanuit elke brugstand mogelijk.

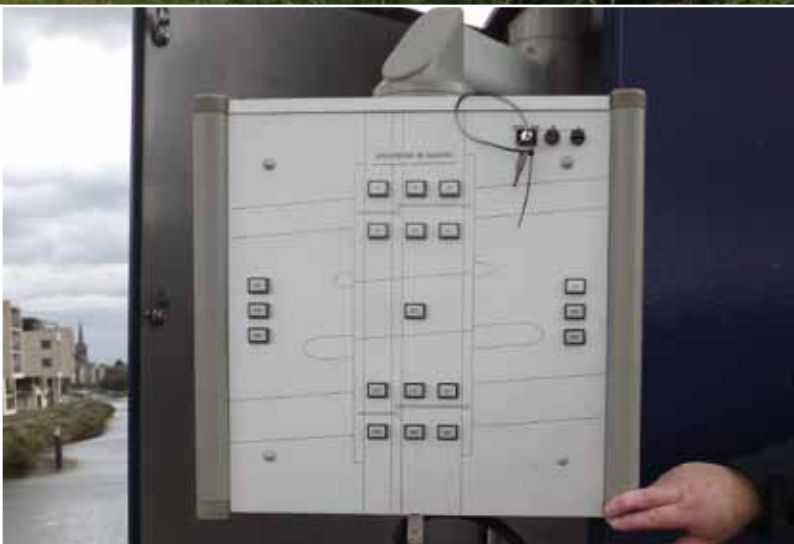
De elektrische aandrijving is voorzien van een remweerstand voor het dissiperen van de bewegingsenergie.

Verder bezit de aandrijfinstallatie nog een noodmotor met een vermogen van 1,5 kW bij 930 rpm. Zowel de hoofd- als de noodmotor zijn van het niet meer bestaande fabrikaat Heemaf.

De noodmotor is gekoppeld met een kleine tandwielkast, die met een handbediende klauwkoppeling kan worden verbonden met de tandwielkast waarmee ook de hoofdmotor is gekoppeld. Tenslotte is het nog mogelijk om de brug met de hand te bewegen. Daarvoor bezit de tandwielkast van de hoofdmotor een uitgaande as met een slingervierkant voor het plaatsen van een handslinger. Om handbeweging mogelijk te maken is nabij het handbewegingswerk een mechanisme om de rem met de voet te lichten.

De lokale bediening van de brug vindt plaats vanaf een met een kap afsluitbaar paneel dat is opgesteld buiten aan de zuidzijde op de brug naast het draaipunt van de klap. Het paneel is o.a. uitgerust met de benodigde bedieningselementen voor de landverkeerseinen, de afsluitbomen, de scheepvaartseinen en de brugbeweging.

De Europabrug wordt gewoonlijk op afstand bediend vanaf de Oude IJsselbrug. De brug is daartoe voorzien van camera's en een omroepinstallatie. De elektrische installatie van de brug is in 2011 gerenoveerd.



boven: afb.34. Energiebrug © WvS
 onder: afb.35. Hydraulisch aggregaat © WvS

afb.36. Lokale bediening © WvS

16. De Energiebrug

De Energiebrug is een ophaalbrug over de Oude IJssel in de Energieweg die onderdeel is van de westelijke randweg in Doetinchem. Deze weg maakt deel uit van de provinciale weg N317 die de verbinding verzorgt van Doetinchem, via Langerak, Laag Keppel en Drempt naar Doesburg. De brug voorziet in een rijbaan met één rijstrook voor elke rijrichting en een rijwielpad.

De brug heeft een doorvaartbreedte van 11 m. Om architectonische redenen zijn de hameistijlen enigszins verdraaid opgesteld t.o.v. de wegas waardoor het val niet een zuivere rechthoek is. De brug dateert uit 2000 en wordt hydraulisch aangedreven met een cilinder onder iedere balanspriem boven in elke hameistijl. Voor de synchrone loop van de beide cilinders is voorzien in een gelijklooppinstallatie werkend op basis van positiemeting

van de pluniers in de hydraulische cilinders (CIMS). Het hydraulisch aggregaat van de brug omvat twee hoofdpompen met variabele opbrengst van 11 tot 156 liter/minuut. De pompen worden gezamenlijk aangedreven door één draaistroommotor met een vermogen van 55 kW bij 1475 rpm. Daarnaast zijn nog twee filterpompen geïnstalleerd met een opbrengst van 8,6 liter/minuut die elk worden aangedreven door een draaistroommotor met een vermogen van 2,2 kW bij 2700 rpm.

De Energiebrug wordt op afstand bediend vanaf de Oude IJsselbrug en is daartoe voorzien van een omroep- en CCTV-installatie. De lokale bediening geschiedt met een uitdraaibaar bedieningspaneel uit een kast aan de hameistijl voor de bediening van de landverkeersseinen, de afsluitbomen en de scheepvaartseinen. Een draagbare knoppenkast is er voor het activeren van de beweging van het val.



17. Brug Laag-Keppel

De ophaalbrug bevindt zich in de wegverbinding tussen Wehl en Laag Keppel, ook bekend als de N814. Het huidige object stamt uit 1953, is geëlektrificeerd in 1957 en gerenoveerd in 2006.

De ophaalbrug is gesloten voor vrachtverkeer en wordt gewoonlijk automatisch bediend door de scheepvaart. Daarnaast kan de brug lokaal en op afstand worden bediend vanuit Doesburg. Voor de bediening op afstand bezit de brug een omroepinstallatie en zijn er de benodigde camera's nabij de brug opgesteld. De brug bezit voor iedere rijrichting één rijstrook.

Voor de lokale bediening is bij één hameestijl een bedieningspaneel aangebracht in een afsluitbare kast. Het paneel voorziet in bedieningselementen en signaallampjes om de landverkeerseinen, de afsluitbomen, de scheepvaartseinen en de brugbeweging te activeren. Het is ook mogelijk om de brug met de hand te bewegen. Daarvoor moet een slinger worden aangebracht in de achterzijde van de motor. Gelijktijdig moet de rem van de remmotor met de hand worden gelicht door het aanbrengen van een remhandel in de motor.

De elektrische besturing van de brug is ondergebracht in kasten die zijn opgesteld in het voormalige brugwachtershuis nabij de brug.

Voor de automatische bediening wordt het val aan elke zijde van de doorvaart, met een breedte voor de scheepvaart van 9,75 m, gescand op aanwezigheid van verkeer op de brug. Daartoe bevindt zich op iedere aanbrug tussen de afsluitbomen een scanner voor detectie van landverkeer op de aanbruggen en het val.

Voor het veilig bewegen van de brug zijn er aan weerszijden van de brug ter hoogte van het draaipunt en de

afb.37. Brug Laag Keppel © WvS

oplegging van het val lichtschermzenders en -ontvangers geplaatst.

Voor het veilig kunnen sluiten van het val zijn in de doorvaart onder het val vijf lichtschermen met bijbehorende ontvangers aangebracht. Tevens is er naast de brug aan de westzijde nabij de hameestijl in de doorvaart nog een scanner opgesteld. De brug voldoet hiermee aan veiligheidsklasse 4.

Voor de automatische bediening van de brug staan er camera's op de brug die het wateroppervlak naast de brug monitoren en het beeld aan de computer toevoeren. Deze computer beschikt over software (Imix) dat in staat is om objecten in een zeker gebied te detecteren en te herkennen als een schip. Het functioneert dus als een scheepvaartdetectiesysteem. Als volgens een aantal criteria definitief is vastgesteld dat een schip wil passeren, wordt het brugproces geactiveerd, te beginnen met het scannen van het val op aanwezigheid van verkeer en vervolgens het ontsteken van de landverkeerseinen, het afsluiten van de brug en het openen ervan.

De brugaandrijving geschiedt met een draaistroomrem-motorreductor van 5,5 kW bij 1430 rpm in de linker hameestijl. De reductor drijft in de hameestijl een haakse tandwieloverbrenging aan die op zijn beurt een rechte heugel met pennenbaan laat bewegen. De heugel is voorzien van een veerbuffer voor het verkrijgen van de juiste oplegdruk. Om veiligheidsredenen is het val voorzien van een hydraulische grendel.

De elektromotor wordt gevoed door een frequentieomzetter van 9 kVA voor het retarderen in elke stand van het val. Voor het dissiperen van de remenergie is er een remweerstand aangebracht in de elektrische installatie van de brugaandrijving.



18. Brug Hoog-Keppel – ophaalbrug Mulra

In 1880 lag hier een vaste, houten brug. Die was particulier bezit en lag dus niet in een openbare weg. Na 1890 werd de brug omgebouwd tot draaibrug.

In 1884 ontwierp ingenieursbureau Van Hasselt & De Koning, nu HaskoningDHV, voor Mulra een ophaalbrug. Er werd anders besloten en er kwam toch een draaibrug. Aan het eind van de Tweede Wereldoorlog werden alle bruggen over de Oude IJssel vernield en werd brug Mulra herbouwd als ophaalbrug. In 1951 kreeg de brug een nieuwe onderbouw.

De ophaalbrug is gelegen in de Jonker Emilweg en bezit slechts voor één rijrichting een rijstrook. De huidige brug dateert dus uit 1951 en is gerenoveerd in 2006.

De brug wordt gewoonlijk automatisch bediend door de scheepvaart. Tevens kan de brug lokaal en op afstand worden bediend vanuit Doesburg. Voor de bediening vanuit Doesburg zijn de nodige camera's nabij de brug opgesteld. Voor het aanroepen van het verkeer is er een omroepinstallatie op de brug. Voor de lokale bediening is er nabij de linker hameistijl een bedieningspaneel aangebracht in een afsluitbare kast. Het paneel voorziet in bedieningstoetsen en signaallampjes om de landverkeerseinen, de afsluitbomen, de scheepvaartseinen en de brugbeweging te activeren.

Het is ook mogelijk om de brug met de hand te bewegen. Daarvoor moet een slinger worden aangebracht in de achterzijde van de motor. Gelijktijdig moet de rem van de remmotor met de hand worden gelicht door het plaatsen van een remhandel in de motor.

afb.38. Brug Hoog-Keppel © WvS

De elektrische besturing van de brug is ondergebracht in kasten die zijn opgesteld in het voormalige brugwachtershuis nabij de brug.

Voor de automatische bediening zijn er eveneens scanners en lichtschermen met ontvangers geplaatst op de brug. Het automatische bedieningsproces van de brug geschiedt op dezelfde wijze als is beschreven voor de brug Laag-Keppel. De brug Hoog-Keppel, met een doorvaartbreedte van 9,50 m, heeft een smallere val. Daarom zijn er voor het veilig kunnen sluiten van de brug in de doorvaart onder het val vier lichtschermen met bijbehorende ontvangers aangebracht. Dit in afwijking van de brug Laag-Keppel waar er vijf zijn geplaatst. Ten slotte is naast de brug aan de westzijde nabij de hameistijl in de doorvaart nog een scanner opgesteld waardoor de brug eveneens voldoet aan veiligheidsklasse 4.

De brugaandrijving geschiedt met een draaistroomremmotorreductor van 4 kW bij 1430 rpm in de linker hameistijl. De reductor drijft in de hameistijl een haakse tandwieloverbrenging aan die op zijn beurt een rechte heugel met pennenbaan laat bewegen. De heugel is voorzien van een veerbuffer voor het verkrijgen van de juiste oplegdruk. Om veiligheidsredenen is het val voorzien van een hydraulische grendel.

De elektromotor wordt gevoed door een frequentieomzetter van 9 kVA voor het beheerst versnellen en vertragen van het val in elke stand. Voor het dissiperen van de remenergie is er een remweerstand aangebracht in de elektrische installatie van de brugaandrijving.



afb.39. Stuw- en sluiscomplex Doesburg © WvS

inzet: afb.40. Centrale bediening Stuw- en sluiscomplex Doesburg © WvS

19. Stuw- en sluiscomplex Doesburg

De Oude IJssel mondt uit in de IJssel via een stuw- en sluiscomplex, ook wel bekend onder de naam Ir. Ver Loren van Themaat sr. Het huidige complex is in 1952 in bedrijf genomen en omvat:

- een uitlaatwerk met vijf elektromechanisch bewogen schuiven voor lozing van het water van de Oude IJssel in de IJssel;
- een uitlaatwerk met een schuif die door twee rechte heugels elektromechanisch wordt bewogen voor lozing van het water uit het naast stromende Broekhuizerwater in de IJssel;
- een sluis uitgerust met twee puntdeuren per hoofd die hydraulisch/mechanisch worden bewogen via rechte tandheugels. De kolk lengte voor de scheepvaart bedraagt ca. 55 m, de kolk breedte ca. 7,80 m;
- een ophaalbrug over het sluishoofd aan de IJsselszijde van de sluis die slechts aan de sluiszijde van de brug eenzijdig wordt aangedreven door een hydraulisch bewogen pluinerstang. De brug heeft een doorvaartbreedte conform de kolk breedte van 7,80 m. Het val is ingericht voor een rijstrook voor iedere rijrichting, een rijwielpad voor twee rijrichtingen en een voetpad. Aan de voorhar bevindt zich een grendel voor het fixeren van het val in gesloten toestand;

- een bedieningshuis naast de sluis aan de IJsselszijde voor de bediening van het complex en de overige objecten van de Oude IJssel met uitzondering van die in Doetinchem.

Het complex ligt in de Barend Ubbinkweg en geeft toegang tot het oude stadsdeel van Doesburg. De beide puntdeuren in de sluishoofden van één sluiszijde zijn voorzien van een hydraulisch aggregaat. Elke sluisdeur is uitgerust met een hydraumotor die via een rondsel de rechte tandheugel van een sluisdeur aandrijft. Het aggregaat bezit een hoofdpomp met een vermogen van 5,5 kW bij 1440 rpm en een filterpomp met een vermogen van 0,78 kW bij 1360 rpm.

De brugaandrijving heeft een hydraulisch aggregaat met een hoofdpomp van 15 kW bij 1440 rpm en een filterpomp met een vermogen van 0,14 kW bij 1360 rpm.

De bediening van de kunstwerken in de Oude IJssel, behalve die in Doetinchem, geschiedt met een beeldschermbedieningssysteem in het centrale bedieningsgebouw. Ter ondersteuning van de bediening zijn een CCTV-installatie en een omroepinstallatie aangebracht. Naast de gebruikelijke beeldschermbediening van de ophaalbrug en de sluis is er ook een lokale bediening met drukknoppen. Deze bedieningselementen voor brug en sluis zijn uitgerust met signaleringsunits en zijn ondergebracht in een afsluitbare kast aan de linker hameistijl van de brug.

In het kader van de centrale afstandsbediening van de objecten aan de Oude IJssel is in 2006 een nieuw centraal bedieningsgebouw naast de sluis gebouwd. Hierin zijn eerst in 2007 de automatisch werkende bruggen Hoog- en Laag-Keppel voor afstandsbediening opgenomen. In een later stadium (2011) zijn de objecten de Pol en Terborg toegevoegd. Het transport voor besturings-, audio- en videosignalen geschiedt met telefoonlijnen.

nr	type	naam	Ligging over de Oude IJssel	lengte – breedte [m]	Bijzonderheden bewegingswerk	bijzonderheden
1	brug	Voetgangersbrug Gendringen/Engbergen	Gendringen/Engbergen	32,0 – 2,0		Houten vakwerkbrug
	brug	betonnen brug	Engbergseweg		vaste brug	Niet beschreven, vaste brug voor langzaam verkeer
2	brug	Voetgangersbrug Het Hoge Vonder	Engbergen-Gendringen	15,1 – 2,0	geen	Gewelfde brug in azobé met trekstangen
3	stuw	Uift	400 m stroomopwaarts Ulf-terbrug	Nvt	nvt	Verving in 1948 de stuw uit 1889; kan met schutkolk worden uitgebreid
4	brug	Ulf-terbrug	Uift	7,90 - ?	gedemonteerd en opgeslagen	Niet meer direct functionerende hefbrug In 2011 gerestaureerd
5	brug	Voetgangersbrug Uift	Uift, rijwielpad naar Silvolde en Terborg	44,0 – 2,5	geen	Azobé liggerbrug, 3 velden
6	brug	Baileybrug	Nabij Drufabriek	35,0 – 3,3	geen	In 2010 gerestaureerd m.m.v. de Genie
7	brug	Nieuwe vaste brug te Uift	Nieuwe, vaste brug nabij Dru-Cultuurfabriek	36,0 – 2,5	geen	2011 geplaatst. Stalen brug met vvk-rijdek
8	brug	Melkvonder	In rijwielpad tussen Uift en Silvolde			Stalen liggerbrug met azobé-dek
	brug	betonnen brug	N317		vaste brug	Brug in zgn. Slingerparallel – niet beschreven
9	brug	Brug Terborg	Ettensestraat, die Etten en Terborg verbindt	9,9 - ?	ophaalbrug	Sinds 1947 ophaalbrug; in 2011 gerestaureerd
10	Stuw + sluis	De Pol	Gaanderen		nvt	Sluiskolk 55m x 6,8m. In 2011 gerestaureerd
	brug	betonnen brug	Provinciale weg N317		vaste brug	Brug in zgn. Slingerparallel – niet beschreven
	brug	betonnen brug	Rijksweg A18		vaste brug	niet beschreven
11	brug	Wijnbergsebrug	Bedrijvenweg, Doetinchem	13,0 – 15,0	ophaalbrug	Één hameistijl met diagonale balanspriem met prismatische kokerdoorsnede uit 2006
12	brug	Spoorbrug Doetinchem	In spoorlijn Zevenaar - Winterswijk	9,45 - ?	hefbrug	Type Unit Construction Railway Bridges uit 1946
13	brug	Saap Roelofsbrug	Naast spoorbrug Doetinchem	9,80 - ?	basculebrug	Hydraulische beweging uit 1997
14	brug	Nieuwe Oude IJssel-brug Doetinchem	Doetinchem, verbindt centrum met woonwijken 't Weerdje, e.a.	9,8 - ?	ophaalbrug sinds januari 1951	Bevatte tot eind 50-er jaren smalspoor in de lijn Zutphen-Emmerich
15	brug	Europabrug	Europaweg, Doetinchem (N 316)	11,0 - ?	basculebrug	1978
16	brug	Energiebrug	Energieweg, Doetinchem (N 317)	11,0 - ?	ophaalbrug	2000; hydraulische hefcilinders
17	brug	Brug Laag-Keppel	Weg tussen Wehl –en Laag Keppel (N 814)	9,75 - ?	ophaalbrug	Herstel 1953 – 2006; geen vrachtverkeer
18	brug	Brug Hoog-Keppel Ophaalbrug Mulra	Jonker Emilweg Landgoed 't Mulra	9,50 - ?	ophaalbrug	Herstel 1951 – 2006
	brug	Betonnen brug	N338		vaste brug	Provinciale Weg
19	Stuw/ sluis	Ir. R. Ver Loren van Themaat sr-complex	Bij uitmonding in de IJssel in de Barend Ubbinkweg, Doesburg	7,80 - ?	ophaalbrug	

Tabel 1 Overzicht kunstwerken Oude IJssel stroomafwaarts tussen Duitse grens en Gelderse IJssel

Geraadpleegde literatuur:

- Ver Loren van Themaat, Ir. R., De oude IJssel, de veelzijdige rol van het water, Misset, Doetinchem 1966;
- Rodermond, J. en Bourgoniën, K., Vuurvast en energie: 250 jaar DRU, Fonteyn & Andersen, Vaassen, 2004
- Boogman J.C. en Oosterhaven S., Geschiedenis van Doetinchem, Walburg Pers, Zutphen, 1986;
- Volker, I., Doetinchem in oorlogstijd: vijf jaar Duitse bezetting in Doetinchem en Gaanderen, Oudheidkundige Kring "Deutekom", 1996
- Beheerder Gemeente Oude IJsselstreek, Bericht Renovatie Ulf-terbrug en reconstructie Oversluis Uift, 2011

Informatiebronnen:

- Archief Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ);
- Erfgoedcentrum Achterhoek en Liemers, Doetinchem;
- Fa. Groot Lemmer B.V., Nijehasse;

- Medewerkers WRIJ, afdeling Vaarwegen, in het bijzonder dhr. J. Klein Essink;
- ProRail;
- www.meerdinkbruggen.nl

Fotoverantwoording:

- Hegei: Afb. 1;
- Meerdink Bruggen Winterswijk: afb. 5 en 14;
- Gemeente Doetinchem, afb. 3 en 18;
- Ir. R. Ver Loren van Themaat sr.: afb. 4;
- Gemeente Oude IJsselstreek, informatiebord t.p.v. Ulf-terbrug: afb. 8 t.e.m. 10;
- Gelderland in woord en beeld: Afb. 23;
- Erfgoedcentrum Achterhoek en Liemers: Afb. 24 en 25;
- Wils van Soldt: afb. 2, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 26 t.e.m. 40.



Inpassingspuzzel fietsbrug Heerhugowaard opgelost

Opdrachtgever:
Gemeente Heerhugowaard
Ontwerp en berekening:
ipv Delft
Uitvoering:
Ballast Nedam

Ondanks de zeer beperkte ruimte en het grote aantal betrokken partijen, ligt er sinds kort een fietsbrug over de N242 in Heerhugowaard: een slanke, grotendeels in het werk gestorte betonnen brug met comfortabele hellingbanen en een intrigerend hekwerk.

De brug ligt in het verlengde van de Stationsweg en verbindt de geplande nieuwbouwwijk Broekhorn met het station en de stad. Omdat de beschikbare ruimte beperkt werd door water en bebouwing enerzijds en een veendijk en het kanaal anderzijds, is eerst op verzoek van de gemeente een variantenstudie uitgevoerd. Daaruit bleek dat de bouw van een nieuwe brug haalbaar was en welk tracé de beste opties bood. Bij de keuze voor het tracé speelde gebruikerscomfort een grote rol, evenals het beschikbare budget en de zichtbaarheid van de bedrijven aan de Nijverheidsstraat, pal naast de brug.

Ontwerp

In drie maanden tijd is niet alleen het uiteindelijke ontwerp, maar ook het D&C contract met vastgelegd ontwerp opgesteld en is de instemming van alle betrokken partijen (gemeente, bewoners, bedrijven en waterschap) verworven. Uitgangspunten bij het ontwerp zijn een onderhoudsarme en een zo slank en transparant mogelijk brug.

De nieuwe brug houdt rekening met een eventuele toekomstige verbreding van de N242 en sluit aan op het regionale fietsnetwerk.

Het hekwerk is geheel van roestvaststaal en bestaat uit dunne buizen. Door de iets schuine plaatsing

(onderaan zijn de buizen in twee rijen geplaatst, bovenaan eindigen ze op één lijn) veranderen transparantie en verschijning van het hekwerk terwijl je over de brug fietst of

er onderdoor rijdt. Mede dankzij het transparante hekwerk zijn de bedrijven aan de oostkant van de N242 vanaf de weg goed zichtbaar. Verder is het voor bruggebruikers prettig dat de openingen in het hekwerk klein zijn.

De schuine plaatsing van de spijlen, gecombineerd met een kleine hart-op-hartafstand, maakt het hekwerk constructief efficiënt en relatief licht. Het benodigde aantal kilo's roestvaststaal blijft zo relatief laag, wat gezien de hoge kosten van het materiaal een positieve invloed heeft op de totale kosten. De brug ligt vrij dicht op de N242 en overbruggt zowel water als een drukke provinciale weg, dus een gevoel van veiligheid is voor hen erg belangrijk.

In het ontwerp zijn twee trappen opgenomen voor voetgangers. Zij hoeven dankzij de trappen niet het gehele tracé te volgen, maar kunnen een kortere route nemen.

Constructie en uitvoering

Het 150 meter lange tracé bestaat grotendeels uit een constructie van in het werk gestort beton. De hoofdoverspanning bestaat uit een prefab tussendeel en aan de kant van het kanaal ligt het tracé deels op een grondlichaam. Dankzij de keuze voor in het werk gestort beton zijn alle uitgangspunten gerealiseerd. Op de overgang met het prefab brugdeel in hogesterktebeton na, heeft de brug geen onderhoudsgevoelige voegovergangen. Het in één keer storten van de lange haarspeldbochten maakte de uitkragende bochten mogelijk met een relatief geringe dekhoogte. In de bochten is het brugdek (onder meer uit veiligheidsoogpunt) aanzienlijk breder dan op de rechte stukken, wat de brug van onderaf extra cachet geeft.

Het roestvaststaal van het hekwerk is met glasparels gestraald, waardoor het minder glanst dan gepolijst roestvaststaal en een fijnere structuur heeft.



RAAD VAN ADVIES



ARUP





Viaduct 't Groentje, Nijmegen ontwerp: Ney + Partners (afb. Ney + Partners)