

# BRUGGEN IN DE SMALSPOORLIJN GOENDIH - SOERABAJA

ir. H.P. Klooster

De concessie voor de aanleg en exploitatie van een stoomtramweg tussen Goendih en Soerabaja werd in 1897 verstrekt aan de Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij.

De gehele lijn van 230 km ligt op een eigen baan, heeft een spoorwijdte van 1067 mm en is gebouwd volgens de grondslagen, die golden voor de aanleg van smal-spoorbanen op Java. De grootste helling bedraagt 0,5%, de minimum boogstraal is 200 m. Voor de bovenbouw van de bruggen is van een asbelasting van 8,4 ton uitgegaan.

Voor de in deze lijn voorkomende bruggen werden standaardontwerpen gemaakt voor overspanningen variërend van 2 tot 50 m, verreweg de meeste van gewals-te ijzeren profielen, die aan elkaar werden verbonden door welijzeren klinknagels. (afbeelding 2 en foto's 1 en 5)

Omdat ter plaatse geen ijzer werd geproduceerd, moesten alle ijzerconstructies uit Nederland, België of Duitsland worden aangevoerd. Daarom werd veel aandacht besteed aan gewichtsbesparing, ook als dat een grotere inspanning bij de fabricage vergde. Bij de ontwerpen is ook veel aandacht besteed aan een zo eenvoudig mogelijke constructie, die gemakkelijk kan worden onderhouden. De eenvoudige constructie had ten doel de montage ter plaatse zo gemakkelijk mogelijk te maken - mede gelet op de mogelijkheid van een minder nauwlettend toezicht dan in Europa gebruikelijk is - hetgeen in tijd en in geld een aanzienlijke besparing kan geven. Zo werden bijvoorbeeld alle nagelgaten in

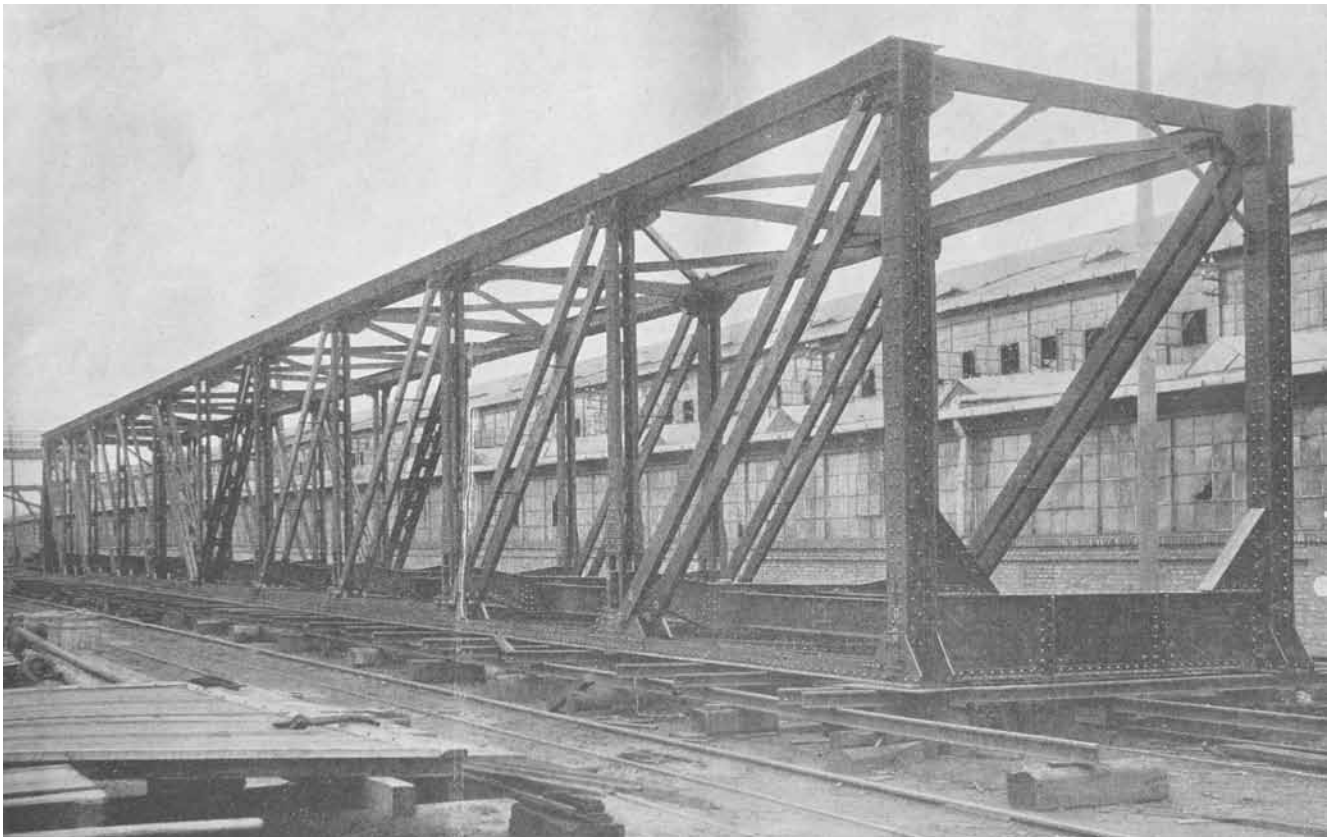
Europa geboord, weliswaar met een kleinere diameter, zodat ze in Indië alleen maar behoeften te worden geruimd.

Gemiddeld hebben de in de jaren 1898 tot en met 1900 geleverde ijzerconstructies *f* 205,- per ton gekost. In dit bedrag is een bedrag van bijna *f* 29,- per ton aan vracht en bijkomende kosten voor het transport uit Nederland begrepen. Deze relatief hoge prijs werd veroorzaakt door een grote bloeiperiode van de ijzerindustrie. De in totaal 190 gemaakte ijzeren bruggen met een totaalgewicht van 2324 ton, werden in partijen variërend van 50 tot 350 ton na onderhandse inschrijving gegund aan verschillende fabrieken en wel voor 709 ton aan Nederlandse, voor 641 ton aan Belgische en voor 974 ton aan Duitse.

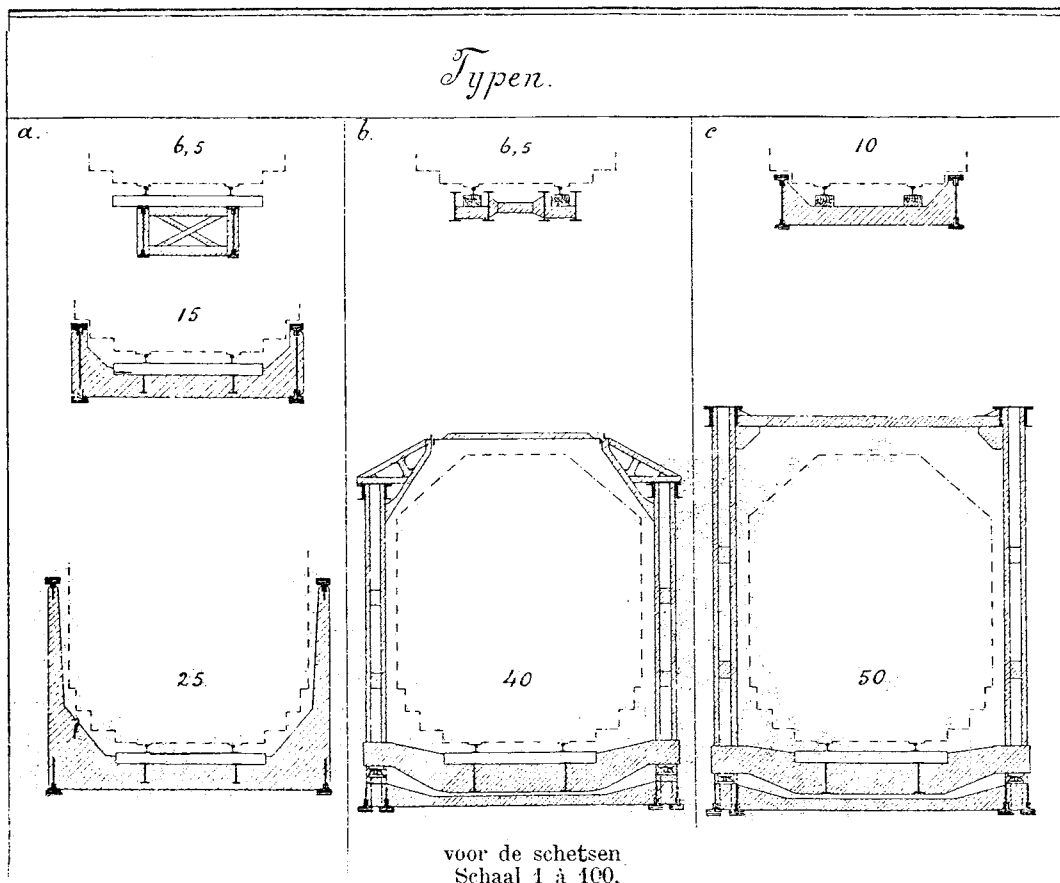
Op een aantal plaatsen werden tijdelijke houten jukbruggen gebouwd.

Bij het doorsnijden van de laaggelegen landstreek, met name bij de vele bruggen over irrigatiekanalen, was het van belang een zo klein mogelijke constructiehoogte toe te passen, teneinde het grondverzet voor de opritten te beperken. Doordat er standaardontwerpen zijn gemaakt voor - op dat moment nog onbekende - verschillende situaties, zijn er op veel plaatsen bruggen gelegd, waarbij de beperking van de constructiehoogte niet noodzakelijk was.

De hoofdliggers van de bruggen met een dagwijdte groter dan 40 m, waaronder die over de Solorivier, bestaan uit vakwerkconstructies van tien velden met



1. Vakwerkbrug van 50 m overspanning



Vrije opening M'	Velden.	Gewicht <sup>F</sup> Yzerconstructie. per brug.			Aantal tot ultimo 1900	Totaal afgeleverd gewicht Ton.
		k.g.	k.g.	k.g.		
2		a. 250	b.	c.	12	3
3		453			18	8
4		992	1710.		21 + 9	36
6,5		2443.	3246		3 + 40	138
8		3460	4766		4 + 14	82
10				5669	18	110
15.	6 x 2,65	13337			17	236.
20	8 x 2,65	19154			8	160.
* 25	10 x 2,65	26563			6	168
30	10 x 3,15	33003			3	104
35	10 x 3,66	43723			5	228
40	10 x 4,16		72716.		1	75
** 45	10 x 4,68			80664.	7	582
50	10 x 5,20			94973	4	394

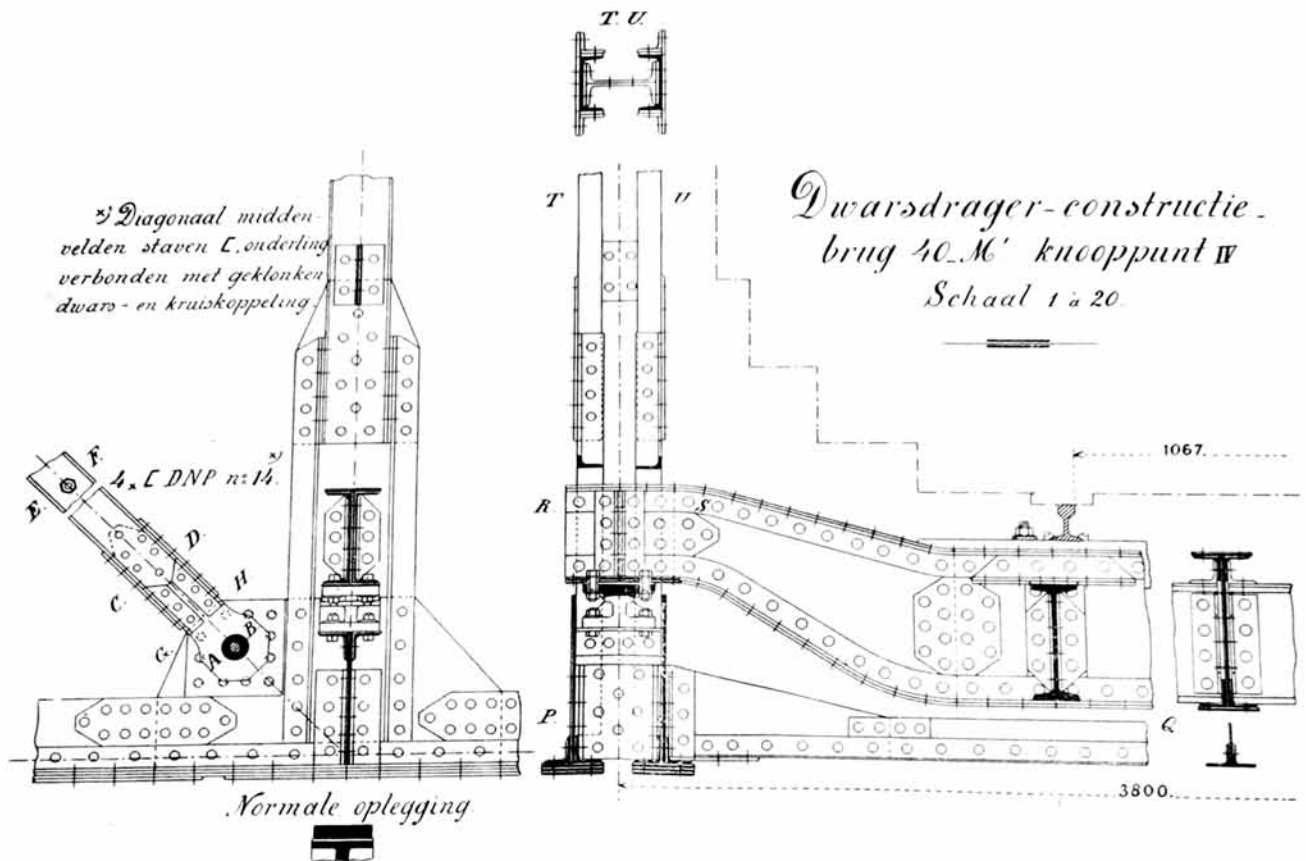
Totaal 190 bruggen = 2186,5 Meter vrije opening = 2324. ton.

\* losse langsdragers  
\*\* losse dwarsdragere

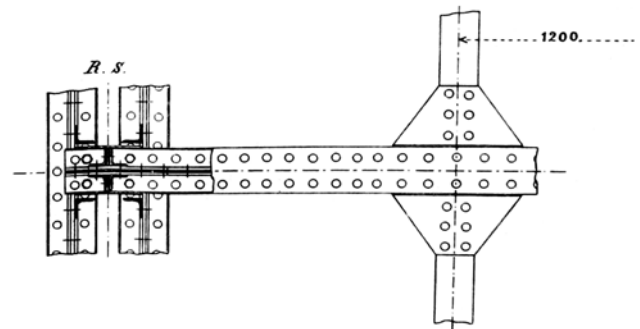
F zonder opleggingsdeelen  
& uitgevoerd en in constructie

**N.B.** De figuren in de kolommen a, b en c behooren bij de gewichten (per brug) gesteld in de kolommen a, b en c.

2. Overzicht diverse brugtypen



3. Dwarsdrager, vrij opgelegd op de hoofdligger



4. Vaste verbinding tussen langsligger en dwarsdrager.

vallende diagonalen, die scharnierend aan de knooppunten werden verbonden. (afbeelding 3). Het zijn alle enkelsporige vakwerkbruggen, waarvan de hoofdliggers aan de bovenzijde gekoppeld werden door een bovenwindverband. De dwarsdragers werden scharnierend op de hoofdliggers opgelegd met uitzondering van de einddwarsdragers; de langsliggers zijn vast met de dwarsdragers verbonden. (afbeelding 4).

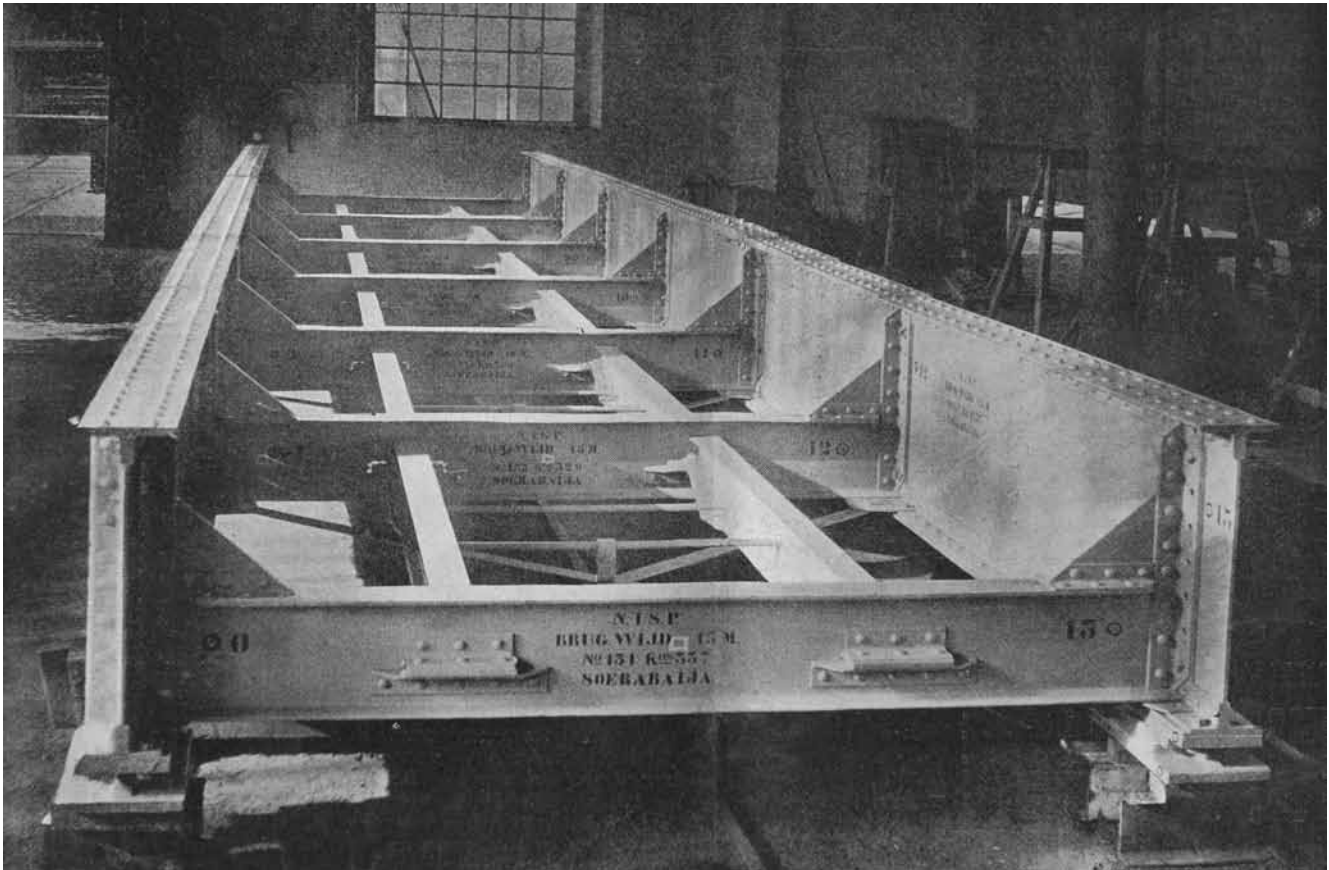
Deze bruggen zijn berekend op een gelijkmatig verdeelde mobiele belasting van 3,5 ton per strekkende meter, maximum aslast van 8,4 ton, eigen gewicht van 1,7 ton per strekkende meter, vermeerderd met 0,2 ton per strekkende meter voor het eigen gewicht van de spoorstaven, dwarsliggers en loopplanken. (foto 1)

In 1903 werd de gehele lijn in gebruik genomen. Het succes was zo groot dat in 1918 het plan werd gemaakt de bovenbouw te verzwaren. Dankzij de constructie van de bestaande bruggen, waarbij de diagonalen met scharnieren waren bevestigd en de dwarsliggers vrij op de hoofdliggers waren opgelegd, zou het uitwisselen

van de onderdelen betrekkelijk eenvoudig zijn en zouden er weinig klinknagels gesloopt en opnieuw geklonken behoeven te worden. Men besloot echter tot het maken van 218 nieuwe zwaardere bruggen, die een gelijkmatig verdeelde belasting van 6 ton per strekkende meter zouden kunnen dragen. Deze bruggen kwamen in de plaats van de bestaande ijzeren bruggen en de houten jukbruggen.

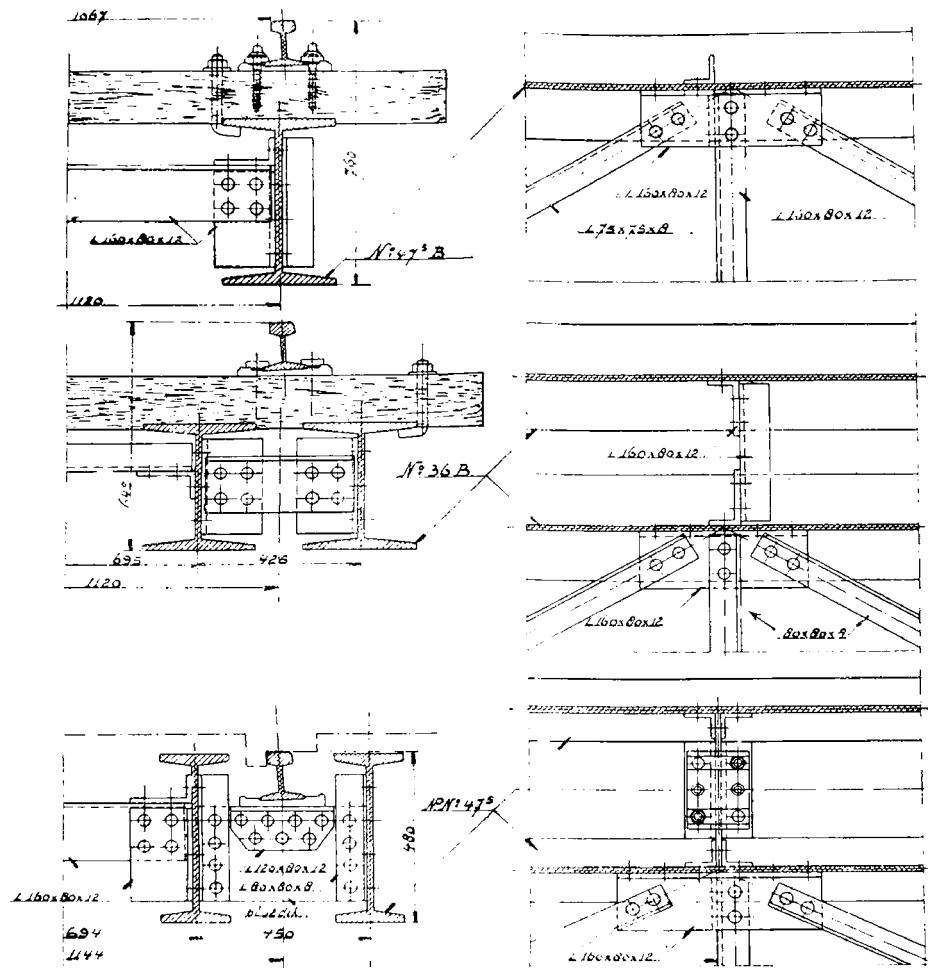
De zwaardere bruggen werden volgens hetzelfde ontwerpprincipe als de bestaande bruggen ontworpen, voor elke overspanning een standaardbrug.

De bruggen van 2 en 3 m overspanning werden als enkele liggerbruggen uitgevoerd met een slingerverband tussen de liggers. Voor de bruggen met overspanningen van 4, 6½ en 8 m komen, afhankelijk van de beschikbare constructiehoogte drie typen voor: enkele liggers, dubbele liggers en tweelingliggers. (afbeelding 6). De bruggen van 10 m overspanning komen ook in drie typen voor: enkele liggers, dubbele liggers en plaat-ijzeren vollwandliggers, eveneens afhankelijk van de beschikbare constructiehoogte.



5. Plaatijzeren wandbrug met een overspanning van 15 m

TYPEN VAN BRUGGEN VOOR DAGWUUDTEN VAN 4, 6,50 EN 8 M.



6. Typen van bruggen voor overspanningen van 4, 6,5 en 8 m.

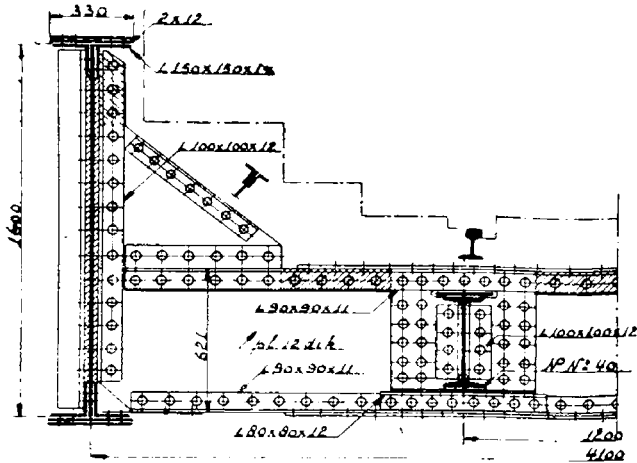
Boven: brug van 4 meter met enkele liggers.

Midden: brug van 6,5 meter met dubbele liggers.

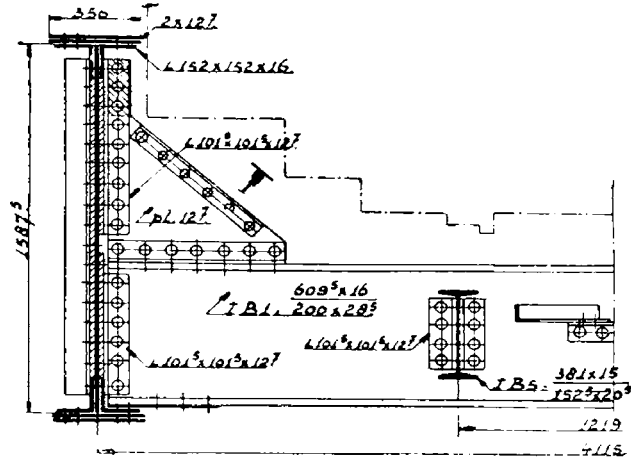
Onder: brug van 8 meter met tweelingliggers.

PLAATIJZEREN WANDBRUGGEN VAN 20 M. DAGWIJDE.

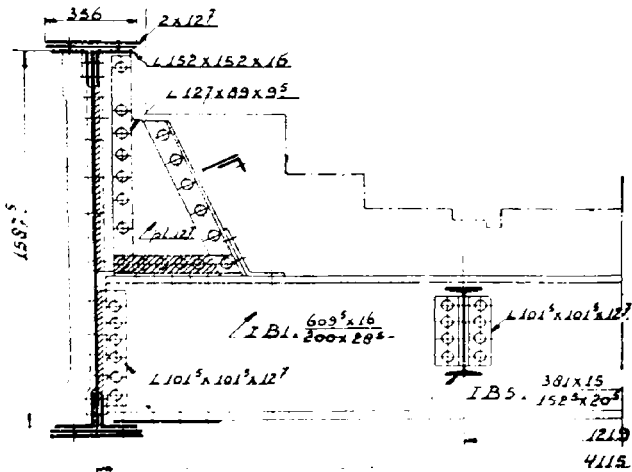
Ontwerp N. I. S. (uitvoering Europa.)



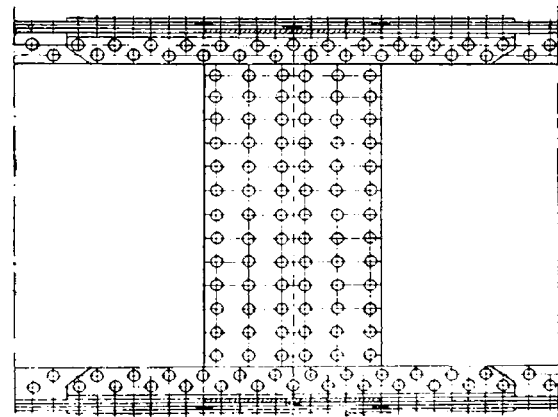
Ontwerp N. I. S. (uitvoering Amerika.)



Ontwerp Amerikaansche Bridge Cy.



Lasch hoofdlijger.

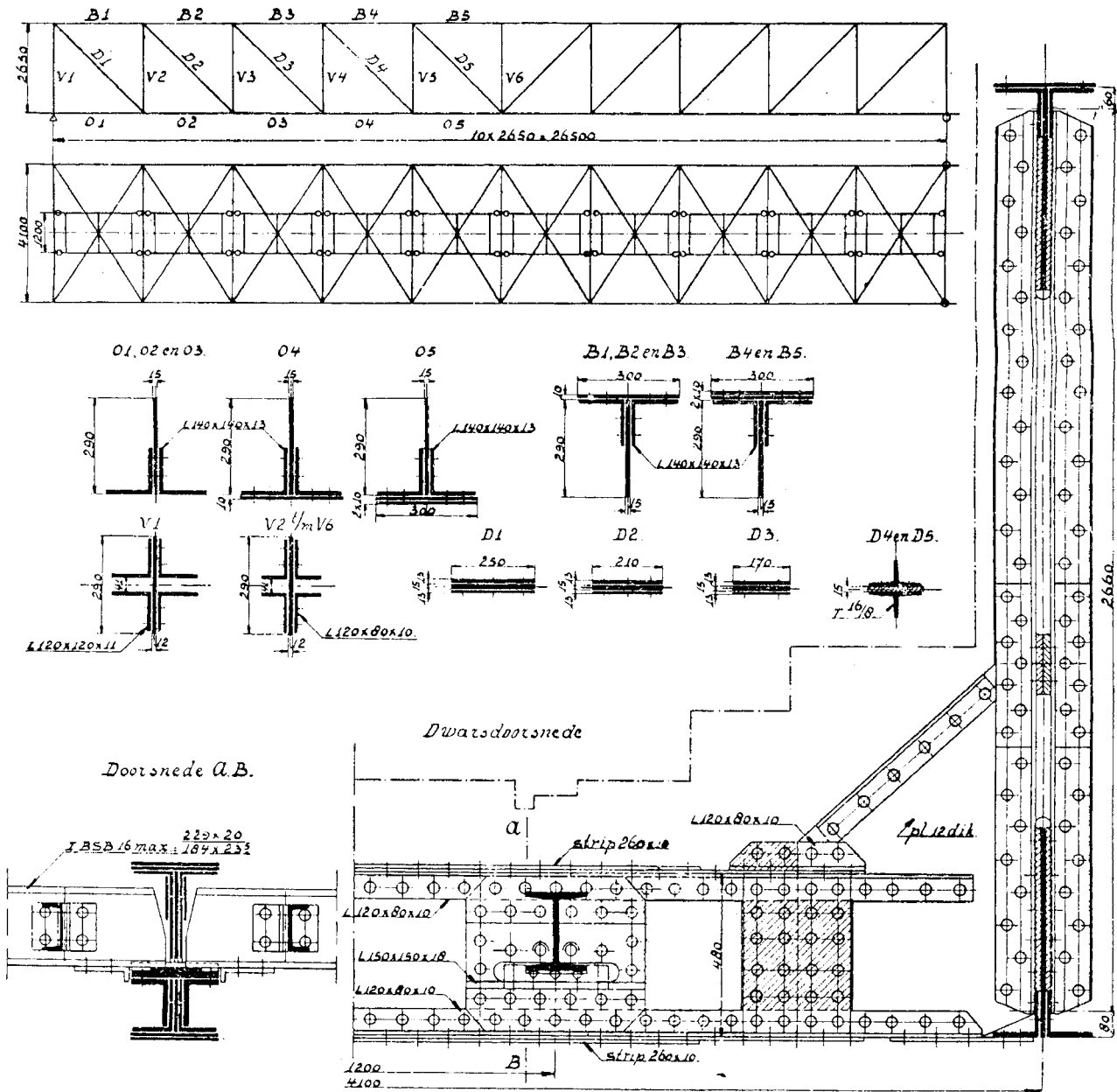


7. Plaatijzeren wandbruggen met een overspanning van 15 m

De bruggen van 15 en 20 m zijn alle plaatijzeren volle-wandliggers, waarvan een aantal is aangepast aan de Amerikaanse voorschriften. (afbeelding 7). De bruggen van 25, 30 en 35 m zijn vakwerkbruggen zonder bovenwindverband. De langsliggers zijn vrij opgelegd op de dwarsdrager. (afbeelding 8). De bruggen van 40, 45 en 50 m zijn vakwerkbruggen met bovenwindverband. Bij de onderrandknooppunten zijn geen verticalen aangebracht, waardoor deze knooppunten eenvoudiger konden worden. (afbeelding 9, 10 en 11). De dwarsdragers, behalve de einddwarsdragers, zijn vrij opgelegd op de hoofdliggers en de langsliggers vast verbonden met de dwarsdragers. (afbeelding 12 en 13). Bij de einddwarsdragers zijn de langsliggers door de einddwarsdrager gevoerd en aldus daarop vrij opgelegd. De rijvloer kan zodoende vrij van de hoofdliggers bewegen. Voor de uitvoering in Nederlandse en Duitse fabrieken golden de "Voorschriften voor de vervaardiging en levering van ijzerconstructiën voor bruggen, 1914" van de Nederlandsch Indische Spoorwegen. De leveringen werden in partijen van 45 tot 570 ton na onderhandse inschrijving aan verschillende fabrieken gegund. Het

totale gewicht van alle bruggen samen bedroeg 4001 ton. De eerste zes partijen tot een totaal van 1247 ton zijn vervaardigd door het Geselschaft Harkort in Duisburg. Toen in 1914 de Eerste Wereldoorlog uitbrak werden de Duitse fabrieken uitgeschakeld voor verdere leveringen in verband met de moeilijkheden bij de verscheping en de onzekerheid of zij de opdrachten wel zouden kunnen uitvoeren. De volgende leveringen werden daarom in Nederland geplaatst. In totaal zijn 13 partijen met een gewicht van 1582 ton door Nederlandse fabrieken gemaakt. De moeilijkheden, die zich allengs bij de vervaardiging en verscheping van bij Nederlandse fabrieken bestelde bruggen gingen voordoen, hebben er tenslotte toe geleid dat een gedeelte van de bruggen in Amerika is vervaardigd, teneinde de werkzaamheden op Java niet te vertragen. In totaal zijn 6 partijen met een totaalgewicht van 677 ton in Amerika besteld, alle bij de American Bridge Company. De bestellingen in Amerika zijn tot de meer eenvoudige kleinere bruggen beperkt gebleven. De Amerikaanse bedrijven hadden bezwaar tegen de Nederlandse ontwerpen, vandaar dat enige aanpas-

Vakwerk wand brug van 25 M dagwijdte.



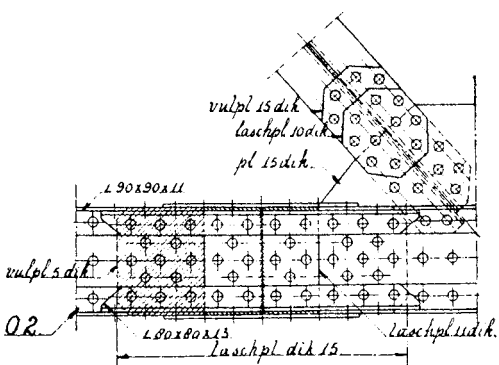
8. Vakwerkbrug met een overspanning van 25 m

VAKWERKBRUG VAN 45 M. DAGWIJDTE.

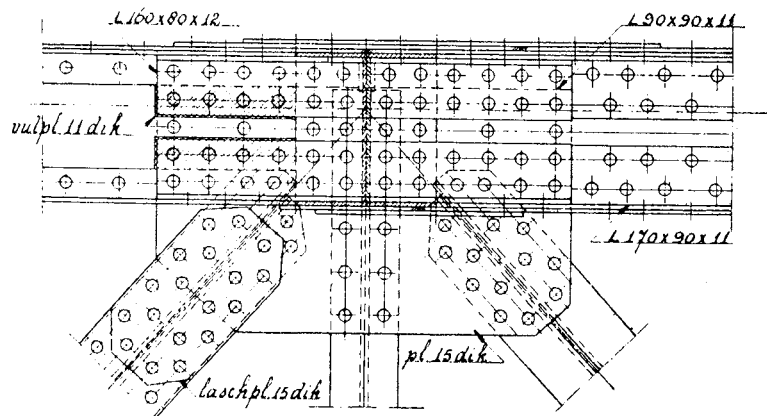
Montagelasch bovenrand.

VAKWERKBRUG VAN 45 M. DAGWIJDTE.

Montagelasch onderrand O<sub>2</sub>.

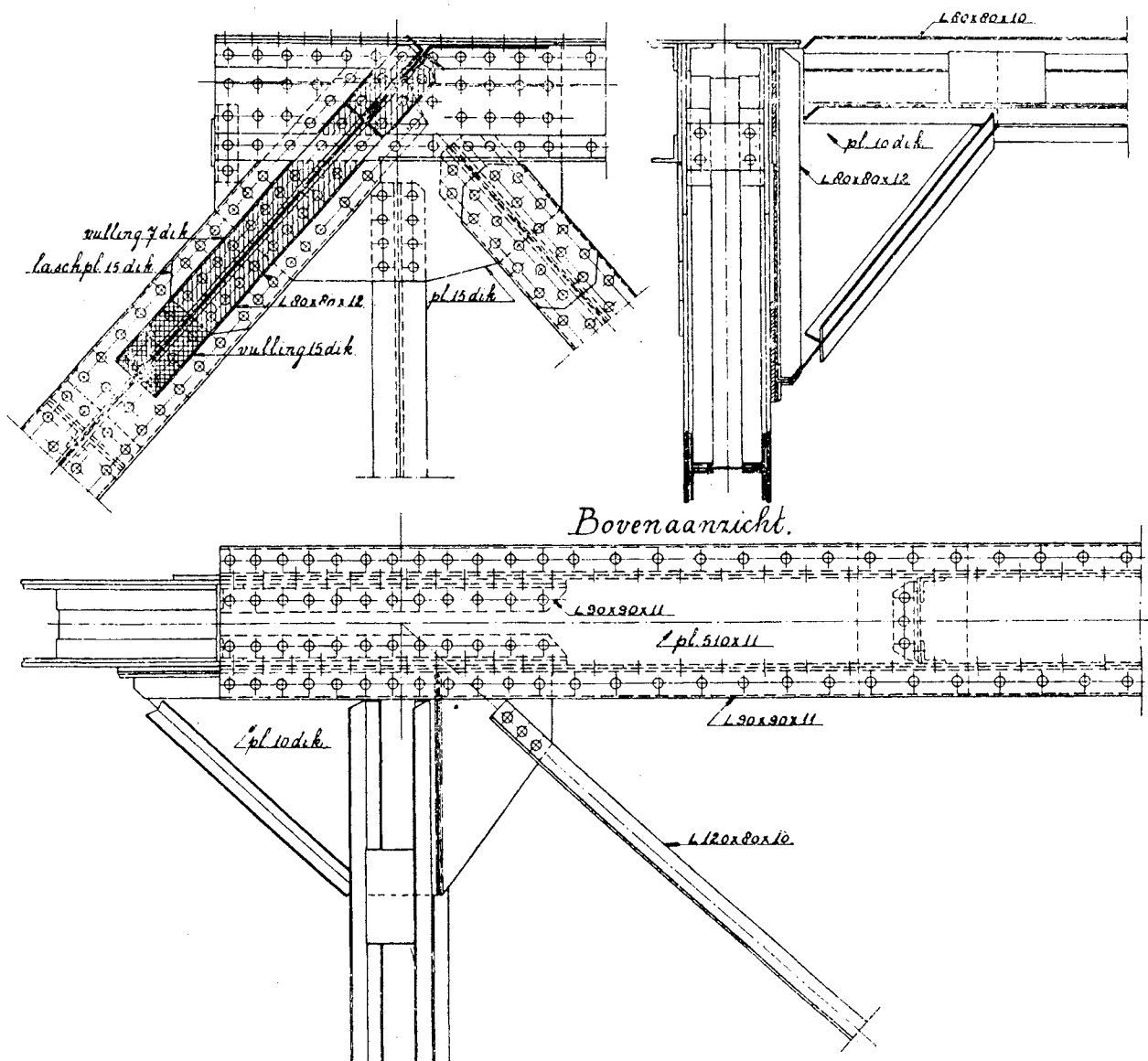


9. Montagelas onderrand



10. Montagelas onderrand

VAKWERKBRUG VAN 45 M. DAGWIJDE.  
EINDKNOOPPUNT BOVENRAND.



11. Montagelas bovenrand

singen in de ontwerpen moesten worden aangebracht om deze aan te passen aan de in Amerika geldende voorschriften: de "General specifications for steel railway bridges 1910" van de American Railway Engineering Association. Deze voorschriften zijn bindend voor in Amerika uit te voeren bruggen.

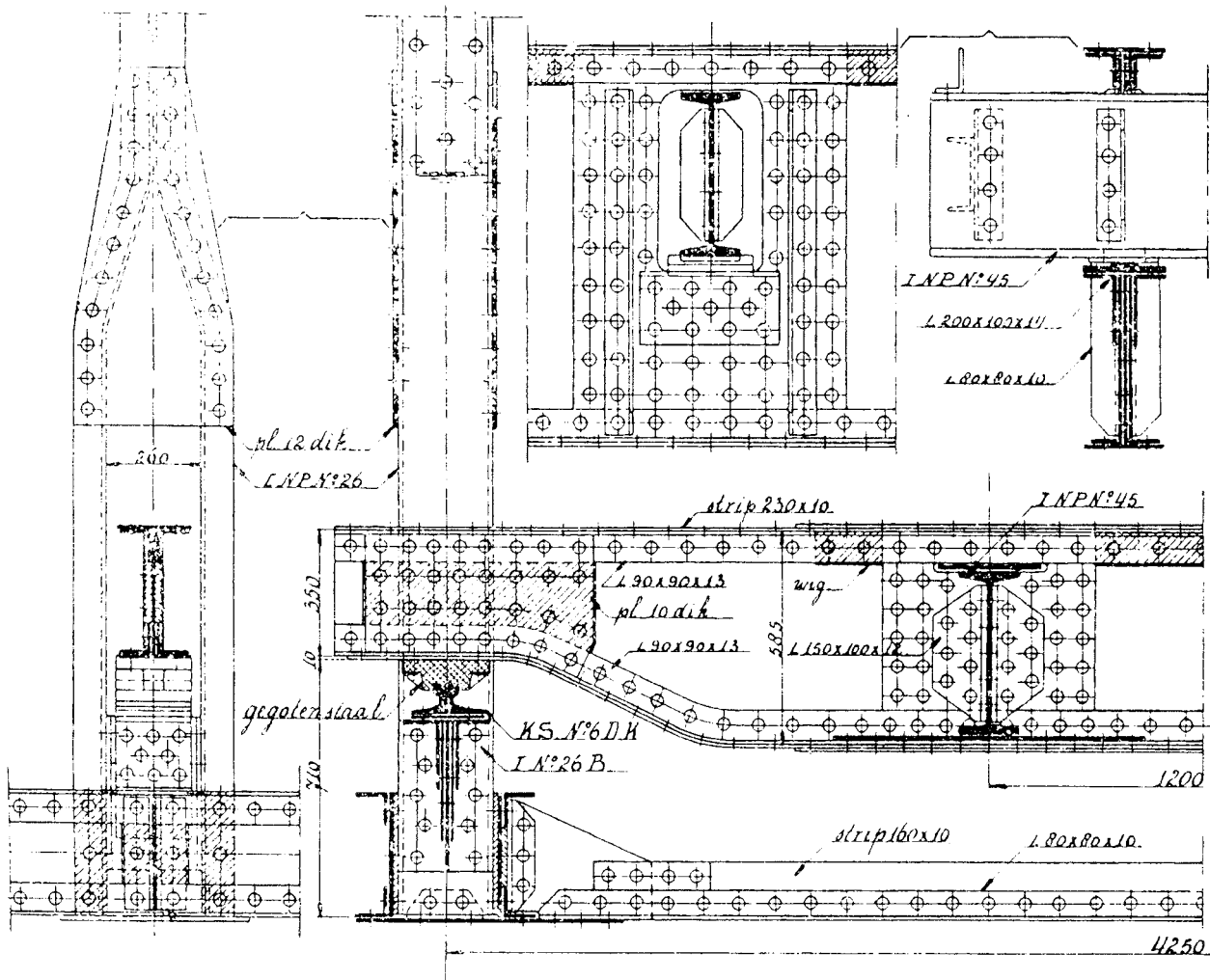
De afwerking van de in Amerika gemaakte bruggen was - mogelijk vanwege de oorlogsomstandigheden - erg slecht; verkeerd geponste klinknagelgaten, vulplaten om te kort gemaakte dwarsdragers passend te maken tussen de hoofdliggers, brugranden waar men zonder moeite een mes tussen kon steken, slecht verwerk, verbogen stukken door ruw laden en slecht verpakken. De bestelling van enige vakwerkbruggen met een gezamenlijk gewicht van 495 ton werd mede daarom uitgesteld in de hoop dat zich binnen niet al te lange tijd de gelegenheid zou voordoen deze bruggen weer in Europa te bestellen. Met de vrijgekomen oude bruggen

kon voorlopig in de behoefte worden voorzien.

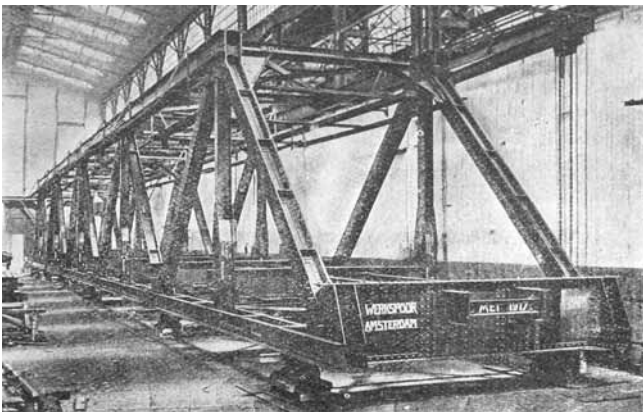
De prijzen van de nieuw te bouwen bruggen liepen nogal uiteen. Voor de partijen, die voor de Eerste Wereldoorlog besteld werden, bedroeg de prijs *f* 140 per ton; voor partijen met meer gelijke bruggen was de prijs iets lager. Drie bruggen van 50 m kostten *f* 125 per ton en vijf bruggen van 35 m kostten *f* 132 per ton. In mei 1915 begonnen de prijzen te stijgen. Voor de levering van vijf bruggen van 45 m kon nog een prijs van *f* 186 per ton worden bedongen, terwijl voor 6 vakwerkbruggen van 45 m in november 1915 al een prijs van *f* 210 per ton moest worden betaald.

De prijs van de in 1917 in Amerika vervaardigde nieuwe bruggen varieerde voor de grotere overspanningen boven 25 m van *f* 220 tot *f* 300 per ton. De vrachtprijzen waren echter veel sterker gestegen: bedroegen ze in 1914 nog *f* 18 à *f* 30 per ton, in 1917 vroeg men voor de verscheping reeds gemiddeld *f* 88 per ton.

VAKWERKBRUG VAN 45 M. DAGWIJDE.  
 OPLEGGINGEN DER NORMALE DWARSDRAGERS EN DER EINLANGSDRAGERS.



12. Vakwerkbrug van 45 m overspanning. De dwarsdragers zijn vrij opgelegd op de hoofdliggers.



13. Vakwerkbrug met een overspanning van 45 m

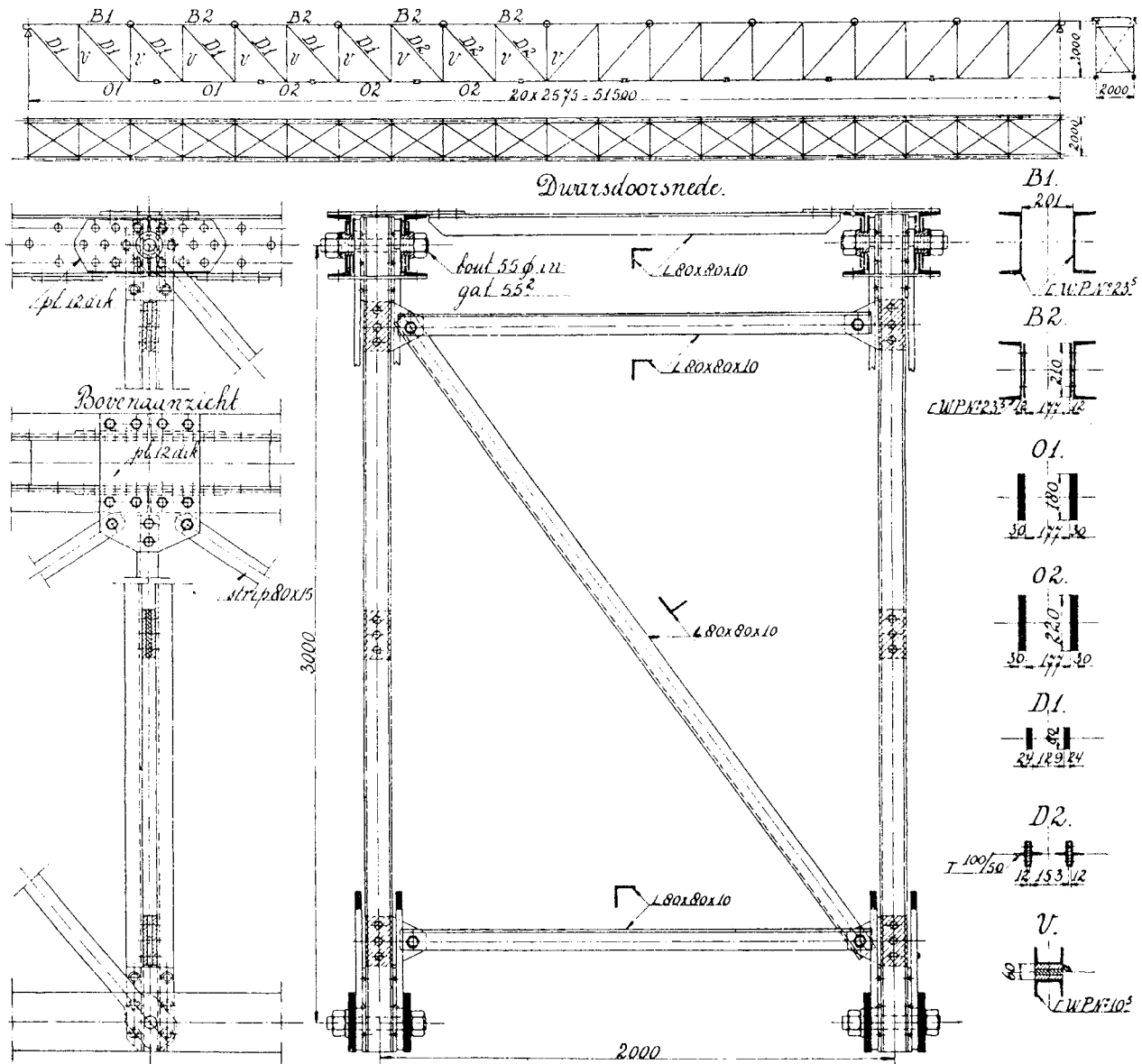


14. Grote hulpbrug

Voor het verwisselen van de bruggen gebruikte men hulpbruggen. Er waren twee typen: grote (afbeelding 14 en 15), die een ruimte van circa 50 m en kleine die een ruimte van 25 m kunnen overspannen. (afbeelding 16) Door weglating van enige rand en wandvelden zijn de hulpbruggen te verkorten, zodat ook overspanningen van 15, 20, 30, 35, 40 en 45 m zijn te overspannen. Het voordeel van de kleine hulpbruggen was dat alle onderdelen door twee man gehanteerd konden worden. Men paste bij grotere overspanningen daarom ook vaak kleine hulpbruggen toe, die dan op een extra paaljuk of dwarsliggerstapeling in de rivierbedding werden gelegd. Doordat ook de bestaande houten jukbruggen door nieuwe ijzeren bruggen werden vervangen, kwam men snel en goedkoop aan voldoende lange en zware djattihouten palen, die bijzonder geschikt waren voor de bouw van tijdelijke hulpjukken. Nadat twee hulpbruggen op tijdelijke paaljukken of dwarsliggerstapelingen naast elkaar zijn aangebracht, werd de nieuwe brug daarop gemonteerd, op elke hulpbrug een hoofdligger. Zodra de nieuwe brug geheel gereed was werd de oude brug zijdelings uitgeschoven en de nieuwe brug op haar plaats gebracht. De hulpbruggen werden dan naar de demontagezijde geschoven en vervolgens werd



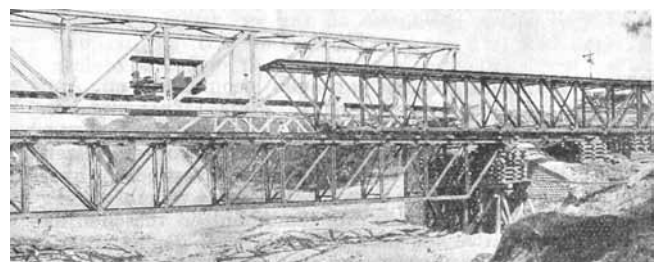
HULPDRAGER VOOR HET MONTEEREN VAN BRUGGEN VAN 50 M.



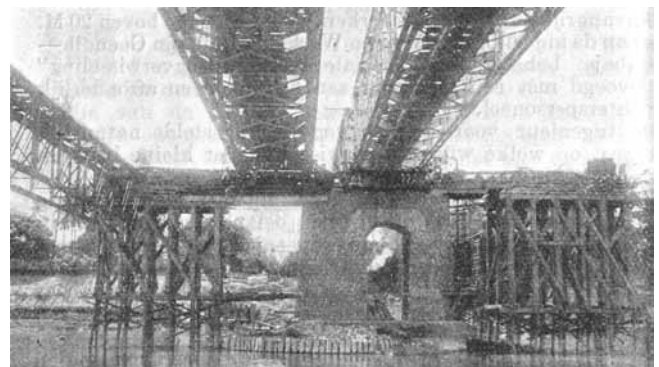
15. Tekening van de grote hulpbrug

dan de oude brug gedemonteerd. (foto 17 en 18) Foto 17 geeft een beeld van de hulpjukken, waarop de bruggen worden gemonteerd en gedemonteerd. Links is een grote hulpbrug te zien. De beide ijzeren bruggen liggen gereed om opgeschoven te worden met behulp van de op het juk aan de rechterzijde geplaatste lier.

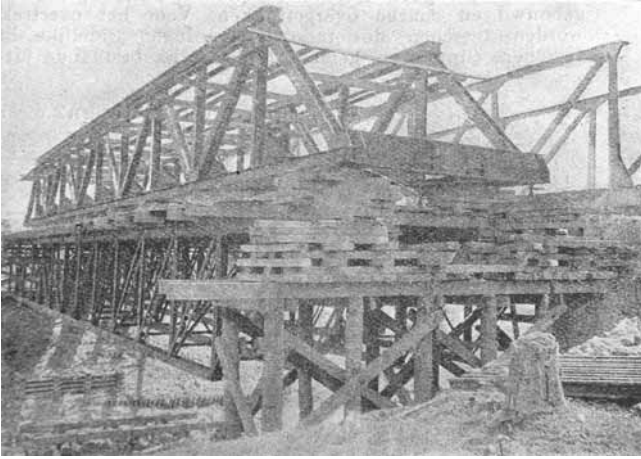
Nabij Goendih moesten twee bruggen van 45 m worden verwisseld, waarvoor geen hulpbruggen beschikbaar waren. Besloten werd in het midden van de kali een zwaar juk te plaatsen, dat het gehele gewicht van de nieuwe brug met hulpconstructies, totaal 145 ton, kon dragen. Tegelijkertijd kon op dwarsliggerstapelingen op de oever, waar een rolbaan van rails was aangebracht, de nieuwe brug geheel worden gemonteerd. Aan de onderrand van de brug werden balkijzers bevestigd, omdat de nieuwe brug alleen in de knooppunten mocht worden belast. De stijve constructie van de nieuwe brug maakte het mogelijk met een vier-tonns lier de brug via het tussensteunpunt over de kali te trekken. Het overtrekken ging zonder moeite. (foto 19)



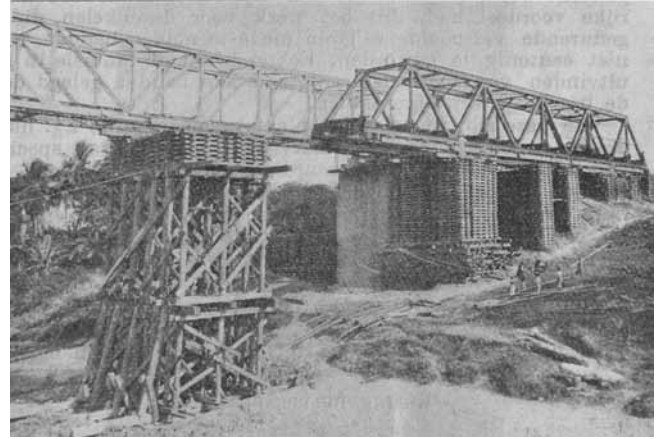
16. Kleine hulpbrug



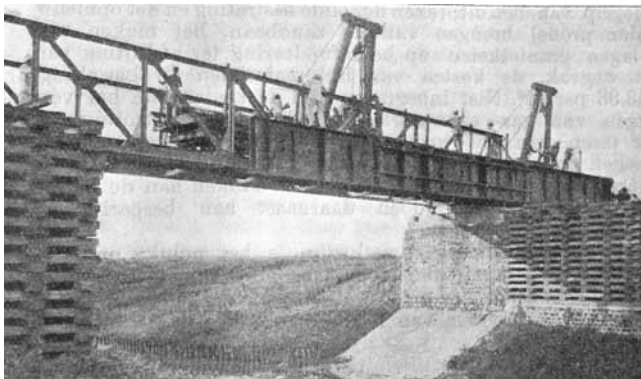
17. Hulpjukken voor de demontage en montage van de bruggen



18. Grote hulpbruggen in gebruik bij het monteren van een vakwerkbrug met een overspanning van 35 m



19. Overtrekken van de brug bij Goendih zonder hulpliggers



21. Vervanging van een vakwerkbrug van 20 m door een vollewandliggerbrug



20. Demontage van een brug van 45 m.

Doordat transport, montage en demontage en afschrijvingskosten van de hulpbruggen werden vermeden en alle verdere hulpmiddelen ter plaatse aanwezig waren, was deze methode nog goedkoop ook.

De demontage van de oude brug kon vanwege de slappe constructie daarvan niet op dezelfde wijze plaatsvinden. Daarom werden de naast elkaar liggende hoofdliggers van de oude en de nieuwe brug met elkaar verbonden. Boven de hoofdliggers van de nieuwe en de oude brug werden op drie plaatsen railbundels aangebracht, waaraan de buitenste hoofdligger van de oude brug werd opgehangen. Deze hoofdligger rustte behalve op zijn twee opleggingen dus ook op drie knooppunten. Zodoende was het mogelijk om alle verbanden tussen beide hoofdliggers en de rijvloer weg te breken, zonder gevaar van knikken of plooiën van de buitenste hoofdligger. Op de rails op de bovenranden van de nieuwe brug waren lieren geplaatst, waarmee het mogelijk was met enkele katrollen de buitenste hoofdligger naar de nieuwe brug toe te trekken. Door de drie lieren tegelijk op te draaien en de oplegpunten van de onderrand op te schuiven was de buitenste hoofdligger snel tegen de andere hoofdligger getrokken, waarna de demontage geen problemen meer opriep. (Foto 20)

Ook op andere plaatsen probeerde men uit kostenoverwegingen en vanwege de beschikbaarheid van vol-

doende hulpbruggen de verwisseling mogelijk te maken zonder gebruik te hoeven maken van hulpbruggen. Het bleek mogelijk de oude bruggen van 20 m op eenvoudige wijze te verwisselen zonder hulpbruggen en demontagstellingen. De oude 20 m bruggen waren vakwerkliggers en de nieuwe vollewandliggers zonder bovenwindverband. Een gehele vollewandligger werd op de oever samengesteld en vervolgens opgepakt door twee bokken, die op platte 20-tons wagens waren gemonteerd, zodanig dat tussen de bok en de opgehangen hoofdligger de vakwerkhoofdligger van de oude brug kon passeren. (foto 21). Ook de tweede hoofdligger van de nieuwe brug werd zo op de hulpjukken geplaatst, waarna de nieuwe brug geheel kon worden afgemonteerd. Vervolgens werden de bokken op de kop van de op beide oevers staande 20-tons wagens geplaatst en werd de oude brug zo hoog opgehesen dat de nieuwe brug eronder kon worden geschoven. Daarna liet men de oude brug op de nieuwe brug zakken, koppelde men de rails aan de nieuwe brug, verschoof men de bokken op de platte wagens een stuk achterwaarts en reed men de platte wagens een paar meter de nieuwe brug op. Vervolgens werd de oude brug gelicht, onderstept en op de twee platte wagens naar het emplacement afgevoerd. In enkele uren was deze goedkope methode afgelopen. Ongevallen hebben zich bij het verwisselen van de bruggen niet voorgedaan.