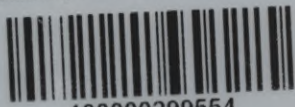




Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299554

F. Nr. 21368



x
585

W. H. van der Meulen

SPOORWEGBRUGGEN

OVER DE

HOOFDRIVIEREN,

DOOR

N. TH. MICHAËLIS,

Oud-Directeur voor de Spoorwegen.

*Vitgegeven door het Ministerie van Waterstaat,
Handel en Nijverheid.*

VERKRIJGBAAR BIJ GEBROEDERS VAN GLEEF
'S GRAVENHAGE.

SPOORWEGBRUGGEN

OVER DE

HOOFDRIVIEREN,

DOOR

N. TH. MICHAËLIS,

Oud-Directeur voor de Spoorwegen.

EERSTE AFDEELING.

- 1°. Brug over het Hollandsch diep.
- 2°. Brug over den Neder-Rijn bij Arnhem.
- 3°. Brug over de Waal bij Nijmegen.





II 7828

Akc. Nr. 5218/51

BRUG OVER HET HOLLANDSCH DIEP.

Meermalen had de Raad van Bestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs er op aangedrongen om van de voornaamste werken die bij den aanleg der Staatsspoorwegen tot uitvoering gekomen waren, vooral van de bruggen over de hoofd rivieren, eene beschrijving voor het Tijdschrift te leveren; maar zij, die met de leiding dier werken belast waren of geweest waren, vonden zich, door menigvuldige bezigheden aan hunne betrekking verbonden, in de onmogelijkheid om aan die uitnoodiging te voldoen.

Reeds lang had ik mij voorgenomen aan den wensch van den Raad, voor zooveel betreft de werken die onder mijne rechtstreeksche leiding waren tot stand gekomen, gevolg te geven, doch ook ik werd daarin gedurende vele jaren door eenen drukken werkkring verhinderd, en eerst toen de aanleg van Staatsspoorwegen zijne voltooiing naderde, kon ik eenigen tijd beschikbaar vinden om met de uitvoering van dit voornemen een begin te maken, hetgeen ik dan ook deed, door achtereenvolgens bij brieven van 18 April en 12 November 1891, opgenomen als bijlage 11 bij de notulen der vergadering van het Instituut van 11 Juni 1891, en bijlage 6 bij de notulen der vergadering van 9 Februari 1892 beschrijvingen in te zenden van de brug over de Oude Maas te Dordrecht en van de werken van den spoorweg door Rotterdam, van de aansluiting aan den Hollandschen IJzeren Spoorweg tot aan het Mallegat.

De eerste dezer verhandelingen werd vrij spoedig in het Tijdschrift van het Instituut opgenomen; doch de groote kosten, verbonden aan het noodzakelijk verkleinen der teekeningen, behoorende bij de tweede verhandeling, belemmerden de opname van deze, en de Raad meende zich tot den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, de heer LELY, te mogen wenden, met het verzoek om het Instituut in de uitgave financieel te steunen, omdat de Staat, misschien meer dan het Instituut, belang had bij eene beschrijving van die werken, zooals zij oorspronkelijk waren uitgevoerd en van hetgeen bij die uitvoering werd ondervonden.

Niet slechts vond dit verzoek bij den Minister een gewillig oor, maar Zijne Excellentie was van meening dat het, in het belang van 's Rijksdienst, zeer nuttig zou kunnen zijn ook eene beschrijving te bezitten van den bouw van de overige spoorwegbruggen over de hoofd rivieren, en vroeg mij of ik bereid was die te bezorgen. Ik verklaarde gaarne die taak, zooveel in mijn vermogen was, te aanvaarden, indien de heeren VAN DIESEN, Hoofdinspecteur van den Waterstaat, en TELDERS, Hoogleeraar aan de Polytechnische school, die aan den bouw van het meerendeel der nog niet beschreven bruggen een zeer werkzaam aandeel hadden gehad, ongeneigd waren die taak op zich te nemen, aangezien zij die gewis beter konden volvoeren dan ik, die hoegenaamd niet betrokken was geweest bij den bouw der bruggen te Kuilenburg, Bommel en Crèvecoeur en slechts zijdelings bij dien van de bruggen, door den heer TELDERS ontworpen.

Met 's Ministers goedkeuring wendde ik mij tot die heeren, met de vraag of zij bereid waren aan zijnen wensch te voldoen, doch, hoewel hun de bereidwilligheid niet ontbrak, konden zij, door overvloed van werk, daarop geen toestemmend antwoord geven. Bovendien was de heer VAN DIESEN van meening dat eene beschrijving van de onder zijne leiding te Bommel en Crèvecoeur gebouwde bruggen, na hetgeen hij daaromtrent heeft medegedeeld in het „Tijdschrift van het Instituut van Ingenieurs, jaargang 1874—1875”, niet meer noodig is.

Alhoewel eene beschrijving van de inrichting van de pijlers der bruggen, althans van hunne fundeering en van de gebeurtenissen die bij de uitvoering daarvan plaats vonden, volgens mijne zienswijze, met het oog op het onderhoud, vooral bij mogelijke verandering in den toestand van het riviervak, waarin de brug gelegen is, niet van belang ontbloomt is, en, wat de beide genoemde bruggen betreft, aangaande het voorgevallene bij de uitvoering niets vermeld is, scheen dit geen voldoende reden te zijn om aan de overigens zeer uitvoerige opgaven van den heer VAN DIESEN iets toe te voegen.

Er bleef dus slechts over aangaande den bouw van de bruggen:

- 1°. over het Hollandsche diep;
- 2°. over den Neder-Rijn bij Arnhem;
- 3°. over de Waal bij Nijmegen;
- 4°. over de Maas bij Heumen;
- 5°. over den Neder-Rijn te Rhenen; en
- 6°. over de Merwede te Baanhoek;

en aangaande hetgeen bij de uitvoering dezer werken ondervonden werd, eene mededeeling te doen, en ik heb getracht die taak zoo goed als ik kon te volbrengen.

In dezen bundel zijn opgenomen de beschrijvingen der bruggen over het Hollandsche diep, over den Neder-Rijn bij Arnhem en over de Waal te Nijmegen, terwijl die der drie andere bovengenoemde bruggen in eene tweede aflevering zullen worden behandeld.

Tot het samenstellen der beschrijvingen leverden de, in het archief voorhanden bescheiden zeer veel bouwstoffen, en het scheen dus slechts noodig die te rangschikken en er uit over te nemen wat voor de geschiedenis van den bouw of uit een technisch oogpunt belangrijk was. Maar hoewel het voorhanden materieel zeer volumineus was, bleek het toch, in sommige opzichten, niet alles te geven wat voor het doel dat ik mij voor oogen had gesteld noodig was.

De heer VAN DIESEN had mijne aandacht gevestigd op de tabellen, uitmakende zijne hierboven vermelde mededeeling aangaande de bruggen te Bommel en te Crèvecoeur, en het kwam mij wenschelijk voor te beproeven om ook voor de andere bruggen soortgelijke tabellen, voor zooveel betreft de aan den bovenbouw verwerkte hoeveelheden der verschillende bouwstoffen samen te stellen, doch toen bleek het voorhanden materieel niet al de gegevens te bevatten, vereischt tot de samenstelling van volkomen juiste tabellen. Daartoe zouden noodig geweest zijn gedetailleerde wegingsstaten, en deze bestonden niet of niet meer.

De gewichten van de onderdeelen van den bovenbouw der vaste bruggen, zooals zij in de bij de tweede afdeeling te voegen tabellen zullen worden opgegeven, zijn dus niet volkomen juist.

Voor dat met de uitvoering van den bovenbouw der bruggen een begin werd gemaakt werden van alle onderdeelen, detailteekeningen, op eene groote schaal vervaardigd, waarnaar het werk werd uitgevoerd.

De gewichten van al de onderdeelen der brug werden, naar deze detailteekeningen, berekend en in eenen staat, den zoogenaamden „gewichtstaat”, verzameld. Het totaalgewicht van den bovenbouw kon dus, als er niets vergeten was, slechts weinig verschillen van dat door den gewichtstaat aangegeven. Toch is in den regel meer verwerkt dan de gewichtstaat aangeeft, al is dit betrekkelijk niet zeer veel. Hoeveel meer, in enkele gevallen ook minder van elke soort materieel verwerkt is wordt, door vergelijking der als benodigd opgegeven hoeveelheden in de bestekken en van de staten van afrekening, met de gewichtstaten gevonden, maar terwijl de gewichtstaten de zwaarte van elke plaat, elk hoekijzer enz. aangeven, is in de afrekeningstaten niet alleen geene specificatie voorhanden aangaande den vorm van het meer gebruikte, maar men kan zelfs niet nagaan aan welk onderdeel van den bovenbouw brugbalken, dwars- of langsliggers of wat ook het gebruikt is, zelfs niet hoeveel of aan den bovenbouw voor eene overspanning, maar alleen hoeveel aan dien van eene geheele overbrugging meer of minder verwerkt is.

Er moest dus eene zekere verhouding aangenomen worden, waarnaar dit meer of minder, over de verschillende overspanningen van elke brug en over de onderdeelen van elke overspanning, verdeeld zou worden. Voor zooveel nu in de overbrugging geene beweegbare deelen voorkwamen, kon zonder veel bezwaar het totaal verwerkte gewicht over de verschillende onderdeelen van eene brug geacht worden verdeeld te zijn, in dezelfde verhouding als wordt aangetroffen tusschen het totaalgewicht, berekend volgens den gewichtstaat en het gewicht der onderdeelen, volgens dien staat; want al waren in de brug overspanningen van verschillende spanwijdten, toch bleven het balken van dezelfde soort, bij welke de verhoudingsgewichten van de onderdeelen in den regel niet zeer veel van elkander afwijken.

Voor de brug over het Hollandschdiep, waarvan de gewichtstaat minder volledig was dan die der overige bruggen, zoodat het gewicht van enkele onderdeelen niet in dien staat voorkomt en dus volgens de detailteekeningen moest worden berekend, was de gevolgde handelwijze iets minder vrij van bezwaar dan voor de overige bruggen, maar toch was er geen andere weg om, bij benadering, tot de kennis van de verhoudingsgetallen te komen. Gelukkig nog was het, dat ten minste hier de bovenbouw van de beweegbare brug niet volgens hetzelfde bestek was aanbesteed als die der vaste en dus de afrekeningstaat alleen op deze laatste betrekking had.

Voor de bruggen, waarin beweegbare deelen voorkomen, met name voor die over de Oude Maas te Dordrecht en over de Koningshaven te Rotterdam, is in den staat van afrekening zoowel het meer en minder werk voor de vaste als voor de beweegbare bruggen opgenomen, en ook hier was, rietegenstaande de geringe overeenkomst van vorm tusschen de draaibruggen en de vaste, geen andere wijze van verdeling toe te passen als die, welke bij de andere bruggen is gebruikt. De nauwkeurigheid der opgegeven getallen wordt hierdoor voor die bruggen nog iets minder betrouwbaar, doch het grootste verschil tusschen gewichtstaat en afrekening is te vinden in de rubrieken „Gesmeed” en „Gegoten ijzer”, waarvan zeer veel is verwerkt in de beweegbare bruggen en in de deelen der oplegging van de vaste bruggen, zoodat de invloed van de fout op de verhoudingsgetallen, die alleen betrekking hebben op het gewicht der deelen die door de brugbalken gedragen worden, daardoor belangrijk wordt verminderd. Ofschoon dan ook uit het bovenstaande blijkt, dat die verhoudingsgetallen niet geheel juist zijn, zullen gewis de verschillen met de waarheid niet zoo groot zijn, dat men ze niet als vergelijkingscijfers zou mogen aannemen.

Hoewel de beschrijving der bruggen over de Oude en Nieuwe Maas en over de Koningshaven niet in de hierachter gevoegde nota's is opgenomen, zijn de gewichten der onderdeelen van den bovenbouw wel vervat in de tabellen. In de Verhandelingen, door het Instituut uitgegeven, zijn voor diezelfde bruggen gewichtsopgaven vervat, die evenwel niet geheel met de tegenwoordige overeenkomen, omdat bij de samenstelling daarvan ten onrechte alleen van de gewichtstaten en niet van de afrekeningstaten werd gebruik gemaakt.

Bij vergelijking met de overige, thans beschreven bruggen, behalve die over de Beneden-Merwede bij Baanhoek, schijnen de drie genoemde bruggen zwaar, maar vergelijkt men de cijfers met die welke door den heer VAN DIESEN voor de brug te Kuilenburg opgegeven zijn, dan is dit niet meer het geval. De reden voor deze uitkomst is te zoeken daarin, dat bij de later gebouwde bruggen, voor den toe te laten spanningscoëfficiënt der randen van de brugbalken, een hooger cijfer aangenomen is dan bij de vroeger uitgevoerde, hetgeen, met den vooruitgang in de ijzerfabricatie, alleszins gewettigd was. Bij de kleine overspanningen van de brug over de Nieuwe Maas is hierbij nog in aanmerking te nemen, dat zij gedeeltelijk liggen boven de kaden langs de rivier, die geheel overdekt zijn met een onder aan de brugbalken aangebracht dak, dat dienen moet om de straat daaronder tegen het doervallen van vuil en roestwater te beschermen. Aan de zijde van de stad ligt bovendien op de brug nog een wissel tusschen de beide sporen, hetgeen het aanbrengen van extra langsliggers onder het wisselspoor noodig maakte, en dus het gewicht van die brug nog iets grooter deed worden dan dat van de evenlange aan de Fijenoordsche zijde.

De invloed van het gebruik van getrokken ijzer voor de samenstelling der dwarsdragers en langsliggers bij de later gebouwde bruggen, in plaats van staal, dat aangewend werd vóór dat bij de uitvoering der bruggen bij Arnhem en Nijmegen twijfel aan de betrouwbaarheid van dit materiaal ontstond, is op het gewicht dier deelen zelf zeer merkbaar, maar is niet van zeer groote beteekenis op het totaal gewicht van de bruggen, doordat het verschil in gewicht dier onderdeelen, hoewel niet onaanzienlijk, toch vergelijkenderwijs geen zeer belangrijk deel van het totaal gewicht uitmaakt.

De bovenbouw van de brug over de Merwede te Baanhoek is zeer zwaar, niet slechts wanneer men die vergelijkt met de bruggen uit den zelfden tijd, maar zelfs indien men de verhoudingsgetallen legt naast die der oudere bruggen, Bommel of Crèvecoeur. De bovenbouw van 126.27 M. overspanning tusschen de steunpunten, van de brug over de Waal bij Bommel, weegt 6566 K.G. per meter, die van 60.5 M., 2990 K.G. per meter. De bovenbouw van 106 M. van de brug te Crèvecoeur weegt, per meter lengte, 5057 K.G., en die van 60.5 M. 3072 K.G., terwijl bij de brug te Baanhoek de bovenbouw van 109.395 M., 7230 K.G., die van 67.73 M., 5385 K.G., en die van 57.75 M., 4613 K.G. per meter lengte wegen. De brug over het Hollandsche diep, waarvan de overspanningen wijd zijn, tusschen de steunpunten 103.25 M., weegt per meter lengte 4621 K.G.; de bovenbouw over de openingen wijd 70 M., van de brug te Heumen, die eene lengte van 72.60 M. overspannen, weegt per meter 3502 K.G.

Het is niet duidelijk wat de oorzaak is van dit hooge eigen gewicht. Bij de bruggen van 67.73 en 57.75 M. zou men geneigd zijn het, voor een betrekkelijk groot deel, toe te schrijven aan het gewicht der randen van de brugbalken, die percentsgewijze zwaarder zijn dan bij de andere bruggen van daarmede overeenkomstige lengte, maar bij de groote overspanningen is dit niet het geval, daar is de gewichtsverhouding tusschen de onderdeelen van den bovenbouw ongeveer dezelfde als bij

de andere bruggen, met uitzondering echter van de vloeren, die bij de brug te Baanhoek zeer zwaar zijn en uit een 8 c.M. dik eiken dek bestaan. Maar dit alleen kan het bestaande verschil niet verklaren en de hoofdoorzaak van het meerdere gewicht schijnt dan ook geene andere geweest te zijn dan zwaartillendheid bij het ontwerpen. Was de brug er nu nog maar naar evenredigheid sterker om.

Vergelijkt men de cijfers in de bij de tweede afdeling te voegen staten met die op pag. 119 van het Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, jaargang 1891—1892, en pag. 63 van den jaargang 1894—95, dan zal men daarbij niet onbelangrijke verschillen ontwaren. Aangaande de brug over de Oude Maas moet hierbij worden opgemerkt, dat in de tabel op pag. 119 niet zijn opgenomen de gewichten der oplegstukken en wat daarbij behoort. Voor het overige is hierboven reeds gezegd wat aanleiding tot die verschillen gaf.

De cijfers in genoemde staten zijn met de grootste zorg uit de voorhanden gegevens afgeleid, toch zijn zij, alleen wat de totalen betreft, volkomen juist, zooals blijkt uit hetgeen is medegedeeld aangaande de wijze waarop men tot hunne vaststelling geraakt is.

In de verschillende opgaven is in deze staten niet geheel dezelfde indeeling kunnen gevolgd worden als in de opgaven van den heer VAN DIESEN. Men vindt daar melding gemaakt van het gewicht der vullingstukken en van de op het werk geslagen nagels. Dienaangaande was uit de voorhanden bescheiden niets te putten. Heel veel nut heeft trouwens die afzonderlijke opgaaf niet.

Op de platen zijn voorgesteld de afbeeldingen, die mij noodig voorkwamen om eene duidelijke voorstelling te geven van de inrichting der bruggen. Vele onderdeelen zijn bij de verschillende bruggen aan elkander gelijk of vertoonen althans slechts onbeduidende verschillen, en ik vrees eer dat te veel, dan dat te weinig teekeningen opgenomen zijn.

Bij de beschrijvingen, die in de werken van het Instituut zijn opgenomen, heeft geene verwijzing naar de figuren plaats. Het telkens verwijzen naar eene figuur schijnt mij toe bij de lezing zeer hinderlijk te wezen. Op de platen bij de beschrijving van den spoorweg door Rotterdam, zijn de figuren die tot een zelfde kunstwerk behooren, door eene lijn omgeven en van een opschrift voorzien. Ook dit heeft evenwel nog een nadeel. Bij het lezen moet men zoeken op welke plaat men de teekeningen vindt, die bij het gedeelte der beschrijving, die men onder de oogen heeft, behooren. Thans is boven aan elke bladzijde geplaatst welke figuren op het daar beschrevene betrekking hebben en op welke plaat men die vindt.

Brug over het Hollandsch diep.

Er bestaat misschien geen land meer doorsneden door rivieren, kanalen en vaarten dan Nederland en het is dan ook niet te bevreemden dat men er van oudsher een verbazend aantal bruggen en brugjes van allerlei soort aantreft, houten, steenen, vaste, beweegbare, alles behalve bruggen over de rivieren. Uitgezonderd de steenen brug over de Maas te Maastricht en de houten brug over den IJssel bij Kampen vond men, voordat met den aanleg van spoorwegen was aangevangen, slechts enkele schipbruggen, maar geene doorgaande bruggen met vaste steunpunten over onze hoofdrievieren en nog lange jaren nadat met dien aanleg begonnen was bleef ook het aantal spoorwegbruggen beperkt tot de ijzeren brug over de Maas te Maastricht en de brug over den IJssel te Westervoort. Men had vrees voor bruggen over de rivieren, vrees dat zij oorzaak zouden worden van verhoogd ijsgevaar, vrees voor verwoesting van de brug zelve door afstroomende ijsdammes. Een verhaal uit mijn studententijd is hieromtrent kenmerkend. Er was sprake geweest, ik meen in 1842, van den aanleg van een spoorweg die ergens beneden Nijmegen de Waal zou overschrijden. De Ingenieur van den Waterstaat H. F. FLINJE VAN SALVERDA, waarlijk geen man die voor een klein geruchtje vervaard was, had bezwaar tegen de overbrugging en de Engelsche Ingenieur RENNIE, destijds de groote man op het punt van bruggenbouw, zou komen kijken, natuurlijk in den winter, want in den zomer zien onze rivieren er onschuldig genoeg uit. RENNIE kwam en FLINJE trof het dat hij hem juist op het gezicht van eene ijskruiging vergasten kon. De Engelschman liep hard weg verklarende dat in zulk een land geene bruggen te bouwen zijn.

Hoewel nu die vrees veel verminderd was, was zij toch nog niet geheel geweken toen de wet van 18 Augustus 1860 (*Staatsblad* n°. 45) tot stand kwam. In het algemeen was de angst voor de overbrugging der rivieren wel zeer veel afgenomen, maar toch waren er nog punten, zoo slecht befaamd, dat de bouw van eene vaste brug aldaar, eene ware roekeloosheid zou geschieden hebben. Van daar dat in die wet eene lijn van Utrecht naar den Bosch en verder zuidoostwaarts en eene lijn van Rotterdam over Willemsdorp en Moerdijk tot Breda, aansluitende aan lijnen naar het Westen en Zuidwesten opgenomen werden, in plaats van eene enkele lijn langs Gorinchem, die toen, wegens de noodzakelijke overbrugging van de Merwede aldaar, als niet uitvoerbaar werd beschouwd. Maar ook in de lijn Rotterdam—Breda was eene rivier die men toen nog niet voor overbrugging vatbaar achtte en zij zou dan ook geene doorlopende worden, maar bij Willemsdorp eindigen bij eene te maken spoorweghaven op den linkeroever van het Hollandsch diep en bij Moerdijk weder aanvangen bij de haven aldaar, terwijl beide gedeelten door een stoomveer verbonden zouden worden. Behalve de vrees dat eene brug over het Hollandsch diep den afvoer van het ijs, langs de in wording zijnde Nieuwe Merwede zou kunnen belemmeren, stond er nog een anderen hinderpaal aan de uitvoering van dit werk in den weg. Men deinsde terug voor de ontzaglijke kosten die de overbrugging van een zeegat van een paar kilometer wijd, waarin zeer diepe geulen werden aangetroffen, zou na zich slepen en toen bij de wet van 6 Juli 1867 (*Staatsblad* n°. 65) de onteigening van perceelen, ten behoeve van een spoorweg ter verbinding van den Staats-

spoorweg van Breda naar den Moerdijk met dien van Willemsdorp naar Rotterdam en daarmede de overbrugging van het Hollandsch diep was vastgesteld, was het dreigende spooksel der hooge kosten niet verdwenen en werd, uit een zuinigheids oogpunt, bepaald dat de brug, zoowel onder- als bovenbouw, voor enkel spoor zou worden gebouwd. Men ging van de stelling uit dat er, zonder veel ongerief, in eene lange spoorweglijn wel een enkel gedeelte van een paar kilometer zijn mocht waar geen twee treinen gelijktijdig konden bewegen en het was logisch voor dit gedeelte het duurste te kiezen. Al mag er nu in die redeneering iets zijn dat juist is, toch is het jammer dat men niet de geheele brug of althans den onderbouw, voor dubbel spoor heeft ingericht, vooral ook omdat de kosten zeer zijn medegevallen.

De lijn van Breda naar Moerdijk was gereed en in exploitatie, voordat tot de vaste verbinding der beide deelen, benoorden en bezuiden het diep. besloten was: voor de lijn van Willemsdorp naar Dordrecht was de wet tot onteigening reeds sedert een paar jaar bekrachtigd, maar, met het vooruitzicht op het tot stand komen van de overbrugging, was met het gedeelte, ten zuiden van den Braberspolder niet aangevangen.

De as van de overbrugging, die 300 M. ten oosten van het noodveer den dijk van den Klaverpolder doorsnijdt, is van het Z.Z.O. naar het N.N.W. gericht; de afstand tusschen de dijken van genoemden polder, op den Noordbrabantschen en van den Nieuwen of Vandijkpolder, op den Zuidhollandschen oever is in die richting ongeveer 2560 M. Nabij den Noordbrabantschen oever bevindt zich de geul van het Hollandsch diep, nabij den Zuidhollandschen, die van het Gat van Kielen. In de eerste geul was eene grootste diepte van 12.15 M., in de andere van 12.55 M., beide onder A.P. gepeild en tusschen beide geulen bevond zich eene ondiepte die met gewoon laag water, 0.72 M. onder A.P., over eene geringe breedte, even droog liep en het westelijke uiteinde was van eene boven de as, aanwezige plaat.

In den inspringenden hoek beoosten het Noodveer, bevindt zich eene dubbele draaibrug, tusschen twee aarden dammen, van welke de Noordelijke aansluit aan het zuidelijk landhoofd van de eigenlijke overbrugging, die in 14 openingen van 100 M. in den dag de zuidelijke geul of het Hollandsch diep en de ondiepe rug benevens het zuidelijk deel van het Gat van Kielen overspant, zoodat het Noordelijk landhoofd geplaatst is aan de zuidzijde van de diepe geul in dit gat, ter plaatse waar de rivierbodem, voor den aanvang van het werk, tusschen 6 en 6.5 M. onder A.P. gelegen was.

De draaibrug.

De draaibrug waarvan het hart op ongeveer 279 M. van de buitenkruin van den dijk van den Klaverpolder, gemeten in de as der overbrugging, gelegen is, moet dienen om de scheepvaart tusschen ter wederzijden van de brug gelegen plaatsen, voor vaartuigen die te hoog zijn om onder door de vaste brug te varen, te onderhouden.

Zij ligt in een haventje dat aan de Zuid- en Westzijde beschut is door den polderdijk met de daarbuiten gelegen gronden en door de kaden van de Noodhaven en aan de Noordzijde door een, in de rivier, ongeveer evenwijdig aan den oever gemaakten dam, zoodat de vaartuigen, zelfs bij ruw weder, de brug in betrekkelijk stil water kunnen doovaren.

De brug heeft twee landhoofden en een midden of draaipijler, de wijdte van elke doorvaartsopening is op de hoogte van laagwater 16 M.

De dam tusschen den Zeedijk en het zuidelijk landhoofd is lang 240.40 M.

bij den dijk ligt de bovenkant van de spoorstaaf op 6.105 M. boven A.P. en 160 M. noordwaarts daarvan op 6.89 M., welke hoogte hij behoudt tot voorbij het noordelijk landhoofd. Onder den ballast heeft de dam eene kruinsbreedte van 12.40 M., met wederzijdsche belooopen van 3 op 1. Aan de westzijde bevindt zich een berm breed 10 M. afdalende van 3.50 tot 3 M. boven A.P. en aan de oostzijde een dergelijke berm, die echter slechts 5 M. breed is en over die breedte afdalt van 3 M. tot 2.50 M. boven A.P. Met de kruin ter hoogte van laagwater, of 0.72 M. onder A.P., is aan iedere zijde, onder den teen van den dam, een rijkendam aangebracht, breed op de kruin 8 M. en met wederzijdsche belooopen van 1 op 1. Tusschen de rijzen dammen en de bermen zijn de taluds met eene één M. dikke kleibekleding, waarop rijbeslag met steenbezetting, gedekt. Op de bermen en daarboven is eene kleibekleding, dik 70 cM., aangebracht. Waar de dam niet in het water is aangelegd verkreeg hij ter wederzijde, op maaiveldshoogte een berm breed 5 M. waarlangs bermsloten tot de diepte van 0.72 M. onder A.P. werden gegraven.

De as van den noordelijken of leidam, waartegen en waarin het noordelijke landhoofd gelegen is, is boven of rivieropwaarts van de as der overbrugging over 75 M. lengte, haaks op de spoorwegas gericht en buigt daarboven, tot op een afstand van 125 M. uit die as, rivierwaarts af. Aan de westzijde van de brug heeft de leidam, over zijne geheele lengte, eene gebogen strekking. Het westelijk einde ligt ongeveer 205 M. beneden de brugas haaks daarop gemeten.

De lengte van den leidam, in de as gemeten, bedraagt 354 M. op het midden van de kruin, die op 2.40 M. boven A.P. is aangelegd en 4 M. breed is; de wederzijdsche belooopen hellen 1 op 1 tot gewoon laag water, waar, ter wederzijde een berm is aangebracht, breed één M., hieronder gaan de dosseeringen weder onder één op één naar beneden tot op een grondstuk breed 24 M. dat onder den geheelen dam doorgaat en reikt tot 20 M. voorbij de halfcirkelvormig-afgewerkte koppen. Tot laagwater is de geheele leidam gevormd uit rijzen zinkstukken, daarboven bestaat hij uit berm- en koplagen, terwijl op de kruin een looppad van Doornikschen bloksteen, breed 2 M. aangebracht is.

De ontwerper van de draaibrug was, blijkens het bestek, uitgegaan van de onderstelling dat de fundeering, zonder voorafgaande droogmaking, zou uitgevoerd worden. Ieder landhoofd en de draaijijler waren afzonderlijk gefundeerd op een betonblok, gedragen door heipalen. Bij de uitvoering werd echter van dit denkbeeld afgeweken en werden de gezamenlijke pijlers op eene samenhangende houten fundeering geplaatst, liggende met den bovenkant van den vloer op 5 M. onder A.P. Onder elk steunpunt zijn, evenwijdig aan de brugas, elf rijen palen geheid, in elke rij onder ieder landhoofd 22 en onder den draaijijler 11 stuks. De eerste, vierde, zesde, achtste en elfde rij gaan onder de doorvaartopeningen door en in elke rij zijn, in iedere opening 10 palen geslagen. Mede evenwijdig aan de as zijn op die palen, onder de steunpunten, elf rijen kespen gelegd, waarvan er vijf onder de doorvaartopeningen doorgaan. Die kespen zijn, onder elk der landhoofden door vier en onder den draaijijler door drie schuifhouten gekoppeld, waar tusschen de vloer is aangebracht. In het midden van elke opening zijn de vijf doorgaande kespen nog door een daaronder liggende grondsluif gekoppeld. Langs de beide lange zijden van de fundeering zijn damplanken geheid, lang 5 M. Al het hout behalve de masthouten heipalen en de damplanken en vloer, die van dennenhout zijn, is eikenhout. De geheele fundeering is lang 67.78 M., breed tusschen de damplanken, 8.50 cM.

Het metselwerk van het zuidelijk landhoofd, is, op den vloer in aanleg

lang 15.51 M., breed 8.40 M. en is tot de hoogte van 1.65 M. met die afmetingen opgetrokken, daarboven versnijdt het langs de voor en zijvlakken viermaal en van achteren eens, zoodat ter hoogte van 2.49 M. onder A.P. de afmetingen zijn 14.60 M., bij 7.04 M. Het noordelijk landhoofd is in aanleg lang 15.94 M. en breed 8.40 M. en is met vijf rondgaande versnijdingen breed 15 c.M. opgetrokken tot 2.39 M. onder A.P. waar dus de afmetingen zijn 14.44 M. bij 6.90 M.

Boven de fundeeringmuren zijn, behoudens het geringe verschil in hoogte van het grondvlak, de beide landhoofden aan elkander gelijk en bestaan zij uit een massief, lang 13.70 M., breed 5.91 M., in de zijvlakken waarvan drie spaarwelden zijn aangebracht, breed 2.40 M., hoog in het midden 7 M., die zoo diep zijn, dat in het hart van den pijler een doorgaande muur is blijven bestaan, dik 1.50 M. Tusschen elke twee spaarwelden is een rechtstandsmuur, breed 1 M., terwijl de achtermuur, in het achtervlak waarvan nog eene ruimte gespaard is, diep 0.66 M. en hoog 4. M., daar buiten eene doorgaande dikte heeft van 1.87 M. Het voorvlak dat boven laagwater 1 : 15 achterover helt en de beide zijvlakken van den frontmuur zijn tot 4.79 M. boven A.P. met hardsteen bekleed. Op deze hoogte bevindt zich het draagvlak van het einde van de gesloten draaibrug en daarboven is de frontmuur nog tot 6.75 M. boven A.P. opgetrokken en evenzeer langs de, volgens den draaicirkel afgewerkte zijde, met hardsteen bekleed. De gewelven zijn met ezelsruggen aangerazeerd; tusschen elke twee gewelven is een goot waarlangs het regenwater gevoerd wordt naar pijpen, die in de spaarwulven uitmonden. De aanrazeering van het gewelf achter den frontmuur is, van de goot tusschen dit en het volgende gewelf, onder dezelfde helling, doorgetrokken tot tegen den frontmuur.

De draaipijler is, ter lengte en breedte van 8.40 M., op den fundeeringvloer aangelegd, de vier hoeken zijn, over eene lengte van ongeveer 1.75 M., langs de schuine zijde gemeten, afgesnoten. Met vijf rondgaande versnijdingen is dit blok metselwerk opgetrokken tot 2.36 M. onder A.P., op welke hoogte het 6.90 M. lang en breed is. Op deze hoogte begint het schoone werk, dat ter lengte en breedte van 6.10 M. verticaal opgetrokken is tot even boven laagwater, waar het in afmetingen vermindert tot 6 bij 6 M. en waarboven het pyramidaal opgetrokken is tot 3.39 M. boven A.P. Van het schoone werk zijn de hoeken afgerond en alle buitenvlakken, ook onder water, met hardsteen bekleed. Midden op den pijler is nog eene cirkelvormige verhevenheid hoog 45 c.M., aangebracht, waarvan evenzeer de verticaal geplaatste buitenrand met hardsteen bekleed is. Het pyramidale gedeelte van den pijler is, op 3.39 M. boven A.P., lang en breed 5.55 M. In het hart van den pijler is, met den bovenkant op 2.39 M. boven A.P. een hardsteen neut gemetseld, tot dracht van den spilpot.

De landhoofden, met hunne zijmuren, zijn met hardsteen afgedekt en op de laatsten bevindt zich een gesmeed ijzeren leuning.

In Mei 1868 werd met het heien van de palen aangevangen en in Juli daaraanvolgende was het zuidelijk landhoofd reeds tot 3.50 M. onder A.P. opgetrokken en ongeveer drie vierde van den houten vloer onder den draaipijler gelegd; doch het noordelijk deel van den fundeeringput gaf zoo veel water, dat de veenlaag omhoog kwam en het leggen der kespen, voor het noordelijk landhoofd, telkens belet werd. Door versterking der bemalingsmiddelen slaagde men er in, in Augustus dit werk gereed te krijgen.

Ter wederzijde van den draaipijler, met de as haaks op die van de overbrugging, is een aanvaarhoofd gebouwd, bestaande uit eiken palen, waarlangs drie rijen in- en uitwendige gordingen. Elke paal langs de

eene doorvaartopening is aan den tegenoverstaanden langs de andere gekoppeld door twee dubbele regels nabij de bovenste rij gordingen en door daartusschen geplaatste, elkander kruisende schoren. Aan het einde van elk aanvaarhoofd, dus mede aan iedere zijde van den draai-
pijler is een gemetseld steunhoofd voor de geopende brug opgericht. Elk steunhoofd wordt gedragen door 42 heipalen lang 9 M., waarop een houten vloer, bestaande uit kesp en beplanking met den bovenkant op 2.20 M. onder A.P. die het metselwerk draagt, dat tot ongeveer A.P. met drie versnijdingen en daarboven, tot 5 M. boven A.P. te lood werd opgetrokken. Met den bovenkant op 4.92 M. boven A.P. bevindt zich eene doorgaande dekzerk. Ter verzekering van de steunhoofden is, aan iedere zijde van den draai-
pijler, aan dezen en aan het steunhoofd aansluitende, een aarden dam opgeworpen, liggende met de kruin op 2.20 M. onder A.P., gedekt door een rijsbeslag met vlecht-
tuinen en steenbestorting.

Op elk steunhoofd is een brugwachtershuisje gebouwd, van hardgraauw in basterd tras, met zinken dak, terwijl, tot bescherming tegen aan-
varing, voor ieder steunhoofd een dukdalf is geplaatst. In het belang der scheepvaart zijn bovendien nog verscheidene dukdalven en meer-
palen langs de vaargeul en op en langs den leidam, zoomede voor den beneden kop van dezen aangebracht en is ten zuiden van den leidam eene vaargeul gebaggerd, diep 5 M. onder A.P.

De bovenbouw van de draaibrug is, evenals die voor de vaste brug, voor enkel spoor. Hij bestaat in hoofdzaak uit twee hoofdliggers, gekoppeld door dwarsdragers, waartusschen weder, onder de spoorstaven, langsliggers zijn aangebracht die houten dwarsliggers dragen, waarop de spoorstaven rusten.

De twee hoofdliggers of brugbalken liggen hart op hart 3 M. uit elkander; zij zijn lang 40.20 M. Op 0.66 en 2.065 M. van elk uiteinde en verder op gelijke afstanden van 1.717 M. bevindt zich een verticaal, met deze afwijking echter dat de drie middenvakken door vier verticalen in vijf deelen verdeeld zijn. Tusschen de zwaartepunten der randen zijn de brugbalken hoog in het midden 2.75 M., aan de einden 1.375 M. Over de middenste vakken, ter lengte van 5.151 M. zijn de boven- en onderranden evenwijdig, daarbuiten is de onderrand parabolisch gebogen. De middenvakken en aan elk uiteinde een eindvlak hebben een vollen wand, de overige vakken hebben tusschen de verticalen of stijlen een stel gekruiste diagonalen of schoren.

De randen der brugbalken zijn samengesteld uit twee hoekijzers van 8 c.M. zijde, dik 1 c.M. en uit één tot vier platen, breed 35 c.M., de beide binnenste platen zijn dik 10, de derde 12 en de vierde 14 m.M.

De verticale beenen der hoekijzers zijn 1 c.M. uit elkander geplaatst en in die ruimte zijn vullingstukken aangebracht, waaraan de schoren bevestigd zijn, terwijl de stijlen over de verticale beenen der hoekijzers omgekropt zijn. In het 2de en 4de vak, van het uiteinde af gerekend, bestaan beide schoren uit een T ijzer; in het 3de; 5de en 6de vak is de schoor die met den top naar het uiteinde van de brug geplaatst is, mede uit een T ijzer gevormd, terwijl de andere schoor in het 3de vak uit een T ijzer, waarvan de toptafel met eene plaat gedekt en in het 5de en 6de vak uit eene enkele plaat bestaat. In het 7de vak bestaat de schoor met den top naar buiten, uit twee hoekijzers en in het 8ste, 9de en 10de uit twee hoekijzers met eene plaat tusschen de beenen haaks op de brugas, terwijl de andere schoren in het 7de en 8ste vak uit één, in het 9de en 10de uit twee platen zijn samengesteld. De stijlen bestaan uit twee hoekijzers van 70 m.M., zijden dik 10 m.M., die tevens dienen tot bevestiging van de dwarsdragers. De plaat van den vollen wand is 10 m.M. dik.

Behalve voor het gedeelte in de nabijheid van het draaipunt, waarover later sprake zal zijn, zijn tussehen de boveninden der stijlen, die in de beide brugbalken tegenover elkander zijn gelegen, dwarsdragers aangebracht. Elk dezer dragers bestaat uit eene verticale plaat, hoog 23 c.M. en uit een boven en onder randplaat, breed 17 c.M. die elk met twee hoekijzers van 8 c.M. zijde, alles dik 1 c.M., aan de verticale plaat verbonden zijn. Aan de uiteinden zijn, tegen de brugbalken op en onder de lijfplaat van den dwarsdrager, trapeziumvormige platen aangebracht, sluitende tegen de randen der brugbalken; langs den buitenrand dezer stukken gaan de randen der dwarsdragers om. Tussehen de dwarsdragers is, onder elke spoorstaaf, een langsligger aangebracht, bestaande uit eene verticale plaat, hoog 23 c.M. eene boven en onderrandplaat, breed 15 c.M. en 4 hoekijzers van 7 c.M. zijde, mede alles dik 1 c.M.; op deze langsliggers rusten de houten dwarsliggers en daarop de sporen en de geribd ijzeren plaat op de gewone wijze.

Naast de brug zijn voetpaden aangebracht, gedragen door consoles die aan de stijlen der brugbalken bevestigd zijn. Langs de buitenzijde dezer voetpaden bevinden zich ijzeren leuningën. De vrije ruimte tussehen de beide leuningën is 4.64 M.

Op 30 c.M. afstand, ter wederzijde van de as van de spil, is, haaks op en verbonden aan de brugbalken, een draaibalk geplaatst liggende met zijn onderkant op het horizontale been van het hoekijzer van den onderrand van den brugbalk en waarvan de bovenkant strookt met den onderkant der langsliggers; elke balk bestaat uit eene staande plaat, dik 10 m.M., die met hoekijzers van dezelfde dikte en van 8 c.M. zijde verbonden is aan de boven- en onderrandplaten, die 20 c.M. breed zijn en van welke in iederen rand, twee stuks, de binnenste dik 10, de buitenste dik 12 m.M., aangebracht zijn.

Op 150 c.M. afstand, aan elke zijde van de as van de spil, is een dwarsdrager geplaatst, mede rustende op den onderrand van den brugbalk, en met zijn bovenkant gelegen op dezelfde hoogte als de overige dwarsdragers. De verticale plaat van deze balken is dik 10 m.M., de randplaat is 17 c.M. breed en 8 m.M. dik en de verbindingshoekijzers hebben 7 c.M. zijde en zijn 1 c.M. dik.

Evenwijdig aan de as van de brug en mede op 30 c.M. daarvandaan, zijn, tussehen de genoemde dwarsdragers en balken, langsbalken of zoogenaamde stempels geplaatst, hoog als de afstand tussehen de randen der draaibalken en gevormd uit eene verticale plaat, met onder- en bovenranden breed 15 c.M., alles dik 8 m.M., aan elkander bevestigd door middel van hoekijzers van 7 bij 1 c.M.

In het hart van het vierkant gevormd door de draaibalken en stempels bevindt zich de as van de spil; deze is van gesmeed ijzer, aan den top 0.21 M. in middellijn en van daar, over eene lengte van ongeveer 1.70 M., verdikkende tot 0.35 M. middellijn, over een klein gedeelte blijft zij cilindrisch terwijl de onderste 1.50 M. hoogte, van de 3.80 M. lange spil weder tapsch toeloopt. De spil staat in een gegoten ijzeren spilpot, met 8 armen en een cirkelvormige bovenplaat, die door middel van 8 lange bouten aan even zooveel in den draaijiler ingemetselde grondplaten bevestigd is. Op den kop van de spil, rust op een bronzen kussen het stalen deksel, dat een middellijn heeft van 1.30 M. en aan de randen 15 in het midden 20 c.M. dik is. Op een cirkel van 1.04 M. middellijn zijn, op onderling gelijke afstanden, door het deksel acht gaten geboord, waardoor stalen bouten van 8 c.M. middellijn gestoken zijn, die eveneens gaan door twee rijen gietstalen draagstukken, welke aan de draaibalken zijn bevestigd. De bouten zijn onder elke rij draagstukken door moeren opgesloten.

Behalve in het 3 M. lange middengedeelte, tussehen de hooge

dwarsdragers, is, onder de langsliggers, een stelsel van windkruisen aangebracht, bestaande uit twee zich kruisende hoekijzers in elk vak gevormd door de langsliggers en twee opvolgende dwarsdragers.

Het windwerk, waarmede de brug open en dicht gedraaid wordt, is zeer eenvoudig. Op den draaipeijler bevindt zich eene tandreep van 2.90 M. middellijn; hierop werkt een rondsel op welks as een tweede rad van 0.75 M. middellijn geplaatst is. Ook op dit rad werkt een rondsel en op de as daarvan is een hefboom aangebracht, die door een arbeider wordt rondgedraaid.

Bij den gesloten toestand rust de brug met hare einden op opzet-toestellen, die op de landhoofden zijn aangebracht, en die bestaan uit een, onder elk einde van iederen brugbalk geplaatste excentriekschijf. De assen dier schijven worden uit het midden der brug bewogen door een samenstel van raderen die, naar elke zijde, van de brug, eene as ronddraaien, aan welks uiteinde zich eene schroef zonder einde bevindt; die werkt op een getand cirkelkwadrant op de excentriekas geplaatst. Ten einde den arbeid, bij het opzetten van de brug, te verminderen, is aan wederzijde van elke excentriekas, een tegenwicht aangebracht, dat dus moet gelicht worden, voor de brug kan opengedraaid worden.

Om de brug, in den gesloten toestand, vooral als zij belast is, in het midden niet geheel op de spil te doen dragen zijn, op 2.25 M. uit de dwarsas, onder de brugbalken, vijzels aangebracht, die hunne steunpunten vinden op de gegoten ijzeren platen op den draaipeijler bevestigd. De vijzels moeten, met behulp van een daartoe bestemd windwerk, opgeschroefd worden tot zij de steunplaten aanraken.

Nog bevinden zich op den draaipeijler vier waarborgkussens, één onder elken brugbalk, in de dwarsas der brug en één onder elken hoofd-dwarsdrager in de lengteas dus allen op 1.50 M. uit de as van de brug. De bestemming van deze kussens is om het doorslaan van de brug, bij het ronddraaien, ten gevolge van den wind of om andere redenen, te verminderen. In den normalen stand raken zij de brug niet, maar blijft eene speelruimte van 1 m.M. bestaan.

Het spreekt van zelf dat de noodige toestellen tot sluiting, grendeling enz. voorhanden zijn.

Onderbouw van de vaste brug.

De bovenbouw van de vaste brug rust op twee landhoofden en dertien tusschenpijlers; de afstand der pijlers, hart op hart gemeten, bedraagt 105 M. De drie zuidelijke pijlers staan in de diepe geul van het eigenlijke Hollandsch diep en zijn met behulp van saamgeperste lucht gefundeerd, de overige pijlers en de landhoofden zijn gefundeerd op beton, die door heipalen gedragen en met dampalen omgeven is.

De pneumatisch gefundeerde pijlers zijn tot boven water opgetrokken in een ijzeren mantel, gedragen door een drie meter hooge werkkamer; de horizontale doorsnede bestaat uit een rechthoek, lang 9 M. gesloten door twee halve cirkels; aan den onderrand is de breedte van de werkkamer 7,044 M. dus de straal van de ronde koppen 3,522 M. en de doorsnede 102,366 M², dat is iets meer dan de helft van die van de pneumatisch gefundeerde pijlers van de brug over de Nieuwe Maas te Rotterdam.

Behalve dit verschil in afmetingen bestaat er tusschen alles wat, te Rotterdam en aan het Hollandsch diep, op de pneumatische fundering betrekking heeft zooveel overeenkomst, dat het met verwijzing naar de beschrijving van den spoorweg door Rotterdam door N. TH. MICHAËLIS uitgegeven in 1894 door de Gebroeders J & H. VAN LANGENHUYSEN en ook opgenomen in de Verhandelingen van het Koninklijk Instituut van

Ingenieurs, jaargang 1894—1895, voldoende is aan te geven in welk opzicht de fundeering van de eene brug van die van de andere afwijkt.

Het voornaamste verschil is dat de grond uit de werkkamer te Rotterdam werd opgebracht tot eene hellende buis, aan de buitenzijde met eene deur en aan de binnenzijde met een deksel gesloten en dat die deur werd geopend en het deksel werd gesloten wanneer de buis gevuld was, terwijl te Moerdijk de grond met wagentjes naar boven werd geheschen en ieder wagentje afzonderlijk door een daartoe aangebrachten horizontalen koker, aan de binnenzijde door een op den bovenkant liggende klep aan de buitenzijde door eene schuif met buiten aanslag gesloten, werd doorgeschut, zoodat beide deuren door de saamgeperste lucht tegen hun aanslag aangedrukt werden. Uit een veiligheids oogpunt is de laatste methode ongetwijfeld beter; al de deuren gaan hier naar binnen open en worden dus door de saamgeperste lucht tegen hunne aanslagen aangedrukt, terwijl de klep of deur aan de hellende grondbuis te Rotterdam, als de buis vol grond was, niet naar binnen kon geopend worden en dus aan de buitenzijde door een klembeugel moest gesloten, alzoo van binnen naar buiten moest geopend worden, zoodat de veiligheid van het toestel, gedurende het vullen van de buis, afhankelijk was van de deugd van dien klembeugel of die klembeugels. Daar echter te Rotterdam de hoeveelheid grond die uit de werkkamer moest verwijderd worden, veel grooter was dan te Moerdijk en de hoeveelheid aanvullingsmateriaal na die ontgraving op de eerste plaats het drievoud was van die op de tweede, moest daar eene inrichting gekozen worden waarmede men vlugger vooruit kwam.

Het werk was 13 Februari 1868 aanbesteed en het ijzer voor de werkkamer van pijler III dat is de 3de pijler van den Noordbrabant-schen oever uit, was in Juni aangevoerd en in Juli op den oever in elkander gezet. Boven de werkkamer was de mantel drie meter hoog opgetrokken: langs drie zijden van de plaats voor den pijler bestemd, waren de palen voor den steiger geslagen en de bodem was langs de zuidzijde bezonken. De volgende maand werd de mantel nog een paar M. verhoogd en nadat de banketten gedeeltelijk bemetseld waren, de werkkamer, langs een hellend vlak te water gelaten in de haven van het Noodveer en enkele ondiepteden hersteld; de bodem rondom den pijler werd uitgebaggerd tot 7 M. onder A.P. en de ruimte voor den pijler langs drie zijden bezonken. Op 3 September werd de ijzeren kuip binnen den steiger gebracht, die verder voltooid en bezonken werd. Men is dadelijk begonnen met het metselen op den zolder der werkkamer, de eerste 1.50 M. dikte van klinkers in portlandcement en daarboven van ondervoetsklinkers in basterdtras. Toen op 21 September de kuip doorgezonden was tot de onderrand zich op 8.50 M. onder A.P. bevond, is de arbeid in saamgeperste lucht aangevangen en is het bovenste banket aangemetseld met klinkers in portlandcement.

Uit de grondboringen was gebleken dat onder 18 M. onder A.P. eerst eene laag kleiachtige grond, dik 1.5 M. en vervolgens zand aangetroffen werd; toen daarom op 20 October de onderrand van de kuip die diepte bereikt had, werd de ontgraving van de werkkamer gestaakt en op 22 October werd met de aanvulling daarvan met cementbeton aangevangen. Op dat tijdstip was de mantel opgetrokken tot 3 M. boven A.P. en het metselwerk boven den zolder tot 1,35 M. onder A.P.

Waarschijnlijk door te diepe ontgraving, daalde de pijler in den nacht van den 21sten acht en den volgende dag nog 1 c.M. zoodat de onderrand de diepte van 18.09 M. onder A.P. bereikt heeft.

De cementvulling van werkkamer en schoorsteen, was den laatsten October gereed; het metselwerk aan den pijler werd verder voortgezet tot den onderkant der dekzerken.

De voltooide pijler, die boven de werkkamer eene dikte heeft van 7 M. en dus eene lengte van 16 M., is opgemetseld tot 4.64 M. onder A.P. Van deze hoogte is hij rondom met hardsteen bekleed. Tot 1.90 M. onder A.P. verminderen dikte en lengte met 20 c.M. en hierboven versnijdt hij tweemaal, zoodat op 0.90 M. onder A. P., waar het schoone lichaam van den pijler aanvangt, de afmetingen nog bedragen 5.53 en 14.52 M. Hierboven hebben de wanden eene helling verkregen, zoodat op den onderkant van den cordonband of 4.75 M. boven A.P. de lengte in de as 14 M. en de dikte 5 M. bedraagt. De cordonband, die 50 c.M. dik is, steekt rondom den pijlerkop 15 c.M. uit.

Met het in elkander zetten van de werkkamer voor pijler II werd op 15 Maart 1869 aangevangen en den 17den Mei daaraanvolgende werd hij binnen den steiger in de rivier gebracht, nadat de banketten met klinkers in cement waren volgemetseld en de mantel voldoende hoog was opgetrokken. In Juni werd met de ontgraving in de werkkamer begonnen. Intusschen was op den zolder eene 1.50 M. dikke laag metselwerk van klinkers in cement aangebracht en daarop was, langs den binnenkant van den mantel, een $4\frac{1}{2}$ steen dikke ringmuur van hardgraauw in basterd tras, haaks op de as van den pijler gekoppeld door drie $4\frac{1}{2}$ steens dwarsmuren, ter hoogte van 5.65 M., opgetrokken. Nadat de hierdoor ontstane ruimten met beton waren volgestort is het metselwerk daarboven opgetrokken tot het volle profiel van den mantel, dat is 7 M. dik en 16 M. lang in de as.

Toen de ontgraving in de werkkamer, ter gemiddelde diepte van 21.60 M. onder A.P. gevorderd was, liet men de luchtdrukking dalen tot 1.7 atmosfeer en hierdoor daalde de onderrand aan den pijler tot 22.60 M. onder A.P. De ontgraving werd toen hervat, doch gaf zooveel bezwaar dat die, aangezien toch geene betere grondlagen konden worden bereikt, niet geheel tot 22 M. onder A.P. is voortgezet.

De vulling van de werkkamer en de schoorsteenen met beton en de verdere voltooiing van den pijler onderscheidt zich niet van hetzelfde werk bij pijler III, slechts ligt de onderkant hardsteen en de eerste versnijding 8.35 M. onder A.P.

Met het in elkander zetten van de werkkamer van pijler I werd in April 1869 aangevangen en den 16den Juli werd hij binnen den steiger gevaren. Op 31 Augustus was de onderrand van de werkkamer gedaald tot 21.99 M. onder A.P. Door vermindering van luchtdruk van 2.3 tot 1.4 atmosferen zakte de pijler in vijf minuten nog 61 c.M., waarop de vorige druk weer werd hersteld. Ondertusschen zakte de pijler nog 14 c.M., zoodat de onderkant de diepte bereikte van 22.74 M. onder A.P. Het terrein binnen de kamer werd nu op de hoogte van 22 M. onder A.P. geëgaliseerd en de werkkamer en schoorsteenen met cement beton gevuld, waarmede men op 5 September gereed kwam.

Op 12 September toen het metselwerk tot 0.30 M. onder A.P. was opgetrokken, werd het bovenste gedeelte van den mantel door den storm grootendeels vernield. Het verdere opmetselen kon daardoor aanvankelijk alleen bij laagwater plaats hebben, waardoor, in de eerste dagen, eenige vertraging ontstond. De pijler is overigens geheel gelijk aan pijler II.

De pijlers IV tot XIII, zijn, behoudens een gering verschil, tusschen de koppen van de pijlers waarop twee vaste en van die waarop twee beweegbare brugenden verzameld zijn en eene vermeerdering der heipalen onder pijler VI, allen aan elkander gelijk. De betonfundering onder de pijlers is lang, in de pijleras gemeten 19.50 M. en breed in de richting der brugas, 10 M.; zij wordt gedragen door 178 heipalen, reikende met de punt tot 16 M. onder A.P. geslagen in 15 rijen van 10, twee van 8 en twee van zes palen en is omgeven door een dam-

palenwand, waarvan het middengedeelte, ter lengte van 14 M. uit twee wanden evenwijdig aan de pijleras bestaat terwijl de beide koppen halve ongelijkzijdige zeshoeken vertoonen. De dampalenwand is ontwikkeld lang 51.40 M. Nadat de palen, op 6.25 M. onder A.P. waren afgezaagd en de bodem binnen den dampalenwand, tot 7 M. onder A.P. was uitgebaggerd werd daarop de beton gestort, tot 1.35 M. onder peil. De palen van den dampalenwand zijn 25 c.M. dik, op elken hoek is een hoekpaal geslagen van 35 c.M. vierkant, dus voor elken pijler 8 stuks. Al deze palen waren 14 M. lang en reikten met den kop tot 2.35 M. boven A.P.; na voltooiing van den pijler werden zij gelijk met den bovenkant van den beton afgezaagd.

Voor pijler VI, waar de bodem minder vast was, dan onder de andere pijlers, zijn 230 heipalen ingeslagen.

Op den beton is het metselwerk aangelegd ter dikte van 6 en ter lengte van 15 M., de doorsnede bestaat weder uit een rechthoek lang 9 M., gesloten door twee halfeirkelvormige koppen. Op 0.85 M. onder peil versnijdt de pijler, zoodat hij eene lengte van 14.52 M. bij eene breedte van 5.52 M. behoudt. Daarboven hellen alle vlakken tot nabij den onderkant van den cordonband waar de lengte en breedte 14 en 5 M. bedragen; de cordonband zelf is 50 c.M. dik en steekt 15 c.M. buiten het pijlerlichaam uit; hij ligt met zijn bovenvlak op 5.25 M. boven A.P.

Van alle pijlers, ook van de pneumatisch gefundeerde, zijn de cirkelvormige koppen afgedekt met hardsteenplaten, die aan den buitenrand 30 c.M. hoog zijn en van daar conisch oploopen tot tegen een hardsteenblok dat 5 M. lang, 70 c.M. hoog en 86 c.M. breed is, en evenwijdig aan de brug is gesteld.

Het geheele buitenvlak van den pijler is, van den beton tot den cordonband met hardsteen bekleed.

Na deze algemeene beschrijving van de inrichting der pijlers zullen omtrent hetgeen bij de uitvoering meldenswaardig plaats greep, in de volgorde waarin zij werden gebouwd, enkele bijzonderheden worden medegedeeld.

Zoodra mogelijk na de goedkeuring der aanbesteding, werd met het uitbaggeren van den rivierbodem ter plaatse van de pijlers IV en V, een begin gemaakt. Op beide plaatsen was, voor den aanvang van het werk, eene diepte gepeild van 3.35 M. onder A.P. en er moest dus, door baggering of op eene andere wijze, 3.65 M. meer diepte verkregen worden. Reeds in April 1868 werden voor den steiger bij pijler IV, palen geheid. Oostelijk en westelijk van den pijler werden evenwijdig aan de as van de brug, paalregels geslagen en daaraan eene sloof bevestigd, waaraan schermen werden opgehangen vrij van den rivierbodem om door de werking van eb en vloed, door uitschuring van den bodem op de plaats van den pijler meer diepte te verkrijgen. De zuidzijde van den dampalenwand werd in Mei geheid en door de werking van de eb had langs de noordzijde van dien wand inderdaad de verwachte verdieping, tot ongeveer 7 M. onder A. P. over een paar meter breedte plaats. Door het bijslaan der heipalen verbreedde zich die verdieping in de volgende maand zonder meer diepte dan 6.80 à 7.20 M. te bereiken. Toch moest er voortdurend gebaggerd worden en ofschoon in Juli onafgebroken met handbaggerbeugels gearbeid werd, was het ondoenlijk de regelmatige diepte van 7 M. te verkrijgen en lag de bodem, in de kuip, in het midden 0.80 M. te ondiep. Nadat de kuip gesloten en tot meer sterkte met een ijzeren band van 20 c.M², doorsnede omgeven was, werden de heipalen ter bepaalde diepte, afgezaagd en de grond daartusschen tot 7 M. diepte weggebaggerd en kon men op 5 September met het storten van beton een aanvang maken. Dag en nacht werd aan die storting doorgewerkt en den 21sten September was zij gereed.

Onmiddellijk werden in de laatste betonlaag de palen, voor het maken van een kistdam geslagen, achter die palen werden de planken voor de beschoeiing aangebracht en nadat de dampalenvand eerst met mos, waken en tengels zoo goed mogelijk was dicht gemaakt, de ruimte tusschen de twee wanden met zuivere klei gevuld. Op den kistdam werd eene stoompomp opgesteld, maar die dam werd bevonden zeer erg ondtcht te zijn en ofschoon alle zichtbare lekken werden gedicht en het aantal stoompompen van een tot drie werd vermeerderd kon men, binnen en buiten, geen grooter waterverschil bekomen dan 65 à 70 c.M. Bij lagen waterstand werd nog 15 c.M. water op den beton gepeild en na ondermetseling met ondervoetklinkers in sterk tras, werd de eerste laag hardsteen gesteld; die laag werd aan de achterzijde met een vallenden tand aangemetseld en door het water, uit den aldus gevormden put op den pijler, in de ruimte tusschen het metselwerk en den kistdam uit te hoozen, kon men hem volmetselen en eveneens met lage getijden de tweede laag hardsteen stellen en aanmetselen, waarna het werk verder ongestoord voortging.

Pijler V werd gelijktijdig met pijler IV en nagenoeg geheel op dezelfde wijze gebouwd. Het eenige dat vermelding verdient is, dat de uitschuring van den grond, door strooming niet zoo regelmatig plaats had als bij pijler IV. Vermoedelijk was de minder gunstige richting van de eb ten opzichte van den pijler, hiervan oorzaak. Toen de damwand gesloten was, lag ook hier de bodem rond, in het midden 80 c.M. hooger dan langs de lange zijden. Na wegbagging, met de handbeugels, van dezen rug en opruiming van den put tot 6.96 M. onder A. P. werd den 16den September met het storten van beton aangevangen, welk werk aanvankelijk onafgebroken, doch later met een nachtelijk oponthoud van zes uren, plaats had. Op 24 September was de betonstorting voltooid. Ook hier werd een binnenwand voor den kistdam gemaakt, echter zonder palen in den beton te slaan; op den beton werd een raam gemaakt van 25 25 c.M. hout en een dergelijk raam werd, op de hoogte van den bovenkant damwand, aangebracht. Deze gewijzigde constructie werd veroorzaakt door vrees voor mogelijke verzetting van den damwand, terwijl men eenige hoop koesterde dat de verticale richting der naden van de beplanking, tot minder ondtchtheid van den kistdam zou aanleiding geven. Toch was die hoop gering; veeleer was men beducht, en de ondervinding leerde terecht, dat ook hier geene waterdtchtheid zou te verkrijgen zijn, omdat men meende te bespeuren dat door het verschil in waterstand bij eb en vloed, de beton, gedurende het storten, langs de dampalenvand gedeeltelijk zijn mortel verloor en daardoor ondtcht werd. Intusschen was de gereed zijnde binnenwand, door een storm op 25 October, geheel weggeslagen. Nadat hij opnieuw, was geplaatst, de naden van den dampalenvand op dezelfde wijze als bij pijler IV waren dichtgemaakt en de tusschenruimte met klei was gevuld, werd weder met laag water gemetseld, tot men voldoende hoogte bereikt had om dit onafgebroken voort te zetten.

Om dezen pijler werd op laagwater een ijzeren band aangebracht, van 25 c.M². doorsnede.

Met het baggerwerk voor pijler VI, waar de natuurlijke bodem even hoog lag als bij de beide voorgaanden, werd in Juli aangevangen, evenals met het inslaan der palen en hoewel aan het einde dier maand de grond eerst tot 5 M. onder A.P. was opgeruimd en slechts 12 palen waren geslagen, bleek het terrein zoo slap te zijn, dat het zich liet voorzien er meer palen, dan bij het bestek bepaald was, zouden noodig zijn. De vaste grondlaag werd eerst op 20 M. onder A.P. gevonden en de stuit was dan ook geheel onvoldoende. Door het inslaan van 230 stuks palen, in plaats van 178, werd de grond sterk samengeperst en dus de wrijving

en daarmede het draagvermogen vergroot, zoodat de zakking in de laatste tochten afnam naarmate meer palen geslagen waren en de stuit spoedig gelijk was aan die bij de andere pijlers en ten slotte de zakking zelfs minder werd. Het inheien der dampalen werd daardoor zeer moeielijk en van de meesten moesten stukken, van 60 c.M. tot 2 M. afgezaagd worden, omdat men de volle diepte niet kon bereiken. In het laatst van November was de put afgeheid, uitgebaggerd tot 6.93 M. onder A.P. en waren de palen afgezaagd, zoodat met de betonstorting kon worden aangevangen, die, behalve een opontboud gedurende twee dagen door storm op 4 en 5 December, dag en nacht onafgebroken werd voortgezet en op 12 December gereed kwam. Bij dezen en bij alle volgende pijlers is de binnenzijde van den dampalenwand, van 50 c.M. boven A.P. tot onder het bovenste stort van den beton met zeldoek bekleed. Dit gedeelte van den beton rustte op het zeil, dat verder, door middel van staande planken, tegen dien wand is bevestigd, welk middel voldoende is geweest voor de drooglegging van den put. Ook hier werden aanvankelijk eerst bij laag water de drie onderste lagen hardsteen gesteld.

Ook om pijler VI werd bij laag water een ijzeren band gelegd.

Het afzagen der damschermen en het verder opmetselen der pijlers werd tot het volgende jaar uitgesteld, terwijl de opruiming der stellingen in den winter plaats had.

Naar aanleiding van de uitkomsten, verkregen bij peilingen die in het laatst van Augustus hadden plaats gehad, werd besloten de grondstukken te zinken van den spoorwegdam op den Zuidhollandschen oever, over 20 M. breedte en tevens, door zinkstukken, de geul te behouden die zich, sedert het voorjaar verplaatst had en twee meter minder diepte had verkregen. In October had het westelijk grondstuk, ter breedte van 20 M., de lengte verkregen van 514 M. en werd besloten de bezinking nog 40 M. voort te zetten, waardoor nog de gelegenheid bleef bestaan dat de bodem, ter plaatse van het landhoofd, eene diepte verkreeg van 7 M., doch de verdieping om den kop, nam voorloopig niet genoeg toe om die meerdere lengte zinkstuk te kunnen aanbrengeu. Daar bij pijler XI eene diepte van 5 M. was verkregen, doch uit de peilingen bleek, dat ter plaatse van dien pijler, strékking tot verondieping bestond, werd in Maart 1869, ook in verband met de tijdroovende baggerwerken voor de pijlers VII, VIII en IX, besloten het eerst met de uitvoering van dien pijler aan te vangen, hetgeen, nadat eerst door het heien van stevige stoelen op 105 M. onderlingen afstand, zijne juiste plaats was bepaald, zoodra mogelijk plaats had. De beheing van dezen pijler, die den 17den April gereed kwam, leidde op het laatst tot veel bezwaar, zoodat eenige palen niet tot de diepte van 16 M. onder A.P. konden ingeslagen worden. Op twee meter boven en 0.75 M. onder A.P. werden, aan de heipalen ramen bevestigd, waarlangs de hoekpalen en de overige palen van den damwand ingeheid werden. Gedurende de beheing was de diepte van den bodem geregeld tot 6.5 à 7 M. onder A.P. toegenomen, doch zij verminderde daarna weder tot gemiddeld 6.5 M. onder A.P. In Mei waren alle damplanken geslagen en het ingelooopen zand, met den gewonen baggerbeugel, opgeruimd, in de volgende maand werd de kuip tot 7 M. onder A.P. uitgebaggerd en de beton gestort, zoodat in Augustus met het metselwerk aangevangen werd.

Nadat de plaats voor pijler VII tot 7.30 M. onder A.P. was uitgebaggerd werd, mede in April, met de beheing aangevangen, hetgeen zoo moeielijk ging dat slechts 30 % der palen meer dan 15.30 à 15.60 M. diepte onder A.P. bereikten. In Mei ving de beheing van pijler X aan, in Juni die van VIII en IX, in Juli die van pijler XII en in Augustus die van pijler XIII.

Op den 10den en 11den Augustus 1869 maakten hevige wind en buitengewoon hoogwater, het werken, dat overigens krachtig werd voortgezet, bijna onmogelijk; toen was pijler VIII afgeheid en werd gebaggèrd om de diepte van 7 M. te bereiken, pijler XII was gebetonneerd en voor pijler XIII was de beheiiing ver gevorderd; voor al de overige pijlers was het werk zoover voortgezet dat daarvoor geen gevaar meer te vreezen was.

Pijler VIII was op 18 September geheel gereed om met betonneren een aanvang te maken en van pijler XIII was op 8 September de laatste dampaal geslagen en hiermede de beheiiing van alle pijlers afgelopen toen, door den storm van 12 September, de damwand van beide pijlers grootendeels uit elkander werd gerukt en de locomobiel met centrifugaalpompe, die nog op de kuip van pijler XII stond, de zaagtoestel, die op pijler IX geplaatst was en de geheele betoninrichting weggerukt werden en twee baggermolens zonken, terwijl in de eerstvolgende dagen het stormachtige weder alle herstelling belette, die echter zoo spoedig mogelijk werd aangebracht, zoodat de betonstorting voor pijler VIII op 2 October en die voor pijler XIII op 15 October afgelopen was en verder ging het werk ongestoord door.

De beide landhoofden zijn gefundeerd op beton, gedragen door heipalen en omgeven door damplanken; de hierdoor omsloten ruimte is rechthoekig lang 26.70 M., breed 13.50 M. Onder het zuidelijk landhoofd staan 351, onder het noordelijk 476 stuks palen. Volgens het bestek was de lengte der palen bepaald op 18 M., maar de min gunstige ondergrond en de uitschuring, die gedurende de uitvoering bij het Noorderlandhoofd plaats had, heeft tengevolge gehad, dat de gemiddelde lengte, voor het Zuidelijk hoofd, tot 19.25 M. en voor het Noordelijk, niettegenstaande het grootere aantal tot gemiddeld 21.10 M. aangroeide; voor het laatstgenoemde landhoofd waren de palen van 20 tot 23 M. lang. De koppen der heipalen zijn afgezaagd op 6.25 M. onder A.P. de onderkant van den beton ligt op 7 M. de bovenkant op 1 M. onder A.P. Tijdens de uitvoering reikte de bovenkant van de 14 M. lange dampalen tot 2 M. boven A.P., doch na voltooiing van het werk werden zij tot 1 M. onder dat peil afgezaagd.

De aanleg van het metselwerk bestaat uit een rechthoek van 21.70 M. lang en 6.35 M. breed, waarvóór, aan de rivierzijde, een voorsprong, lang 9, breed 2.50 M. uitsteekt, die door wederzijdsche afrondingen, beschreven met 3.005 M. straal, met het langere deel vereenigd is. Met deze afmetingen is de voet van den pijler opgetrokken tot 0.25 M. onder A.P. en daar versnijdt hij aan de achterzijde 10.5 c.M., aan de andere zijden 25.5 c.M., om vervolgens verder met hellingen van 1:20 te worden opgetrokken, wat den voorsprong betreft tot den onderkant van de 0 c.M. dikke cordonband of 4.75 M. boven A.P., wat de voorzijde van het deel buiten den voorsprong, de zijvlakken en een deel van het achtervlak betreft tot de, op 6.25 M. boven A.P. gelegen onderkant van de dekzerk.

Het middengedeelte van de achterzijde van den muur is slechts tot 2.75 M. boven A.P. met eene helling van 1:20 opgetrokken, waarboven eene uitsparing is aangebracht breed 7.40 M. diep, op 3.75 M. boven A.P., 3.085 M. en waarvan het ondervlak van 2.75 tot 3.75 M. boven A.P. rijst. Op het vooruitstekende deel van den frontmuur zijn de ronde gedeelten met hardsteenen kegels bedekt, die tegen zware parapetblokken aansluiten, zooals voor de pijlers beschreven is en tusschen deze blokken is het bovenzak, met een 30 c.M. dikke hardsteenplaat, afgedekt; op de zijmuren en op het onverzwakte deel van den achtermuur liggen dekzerken, dik 0.60 M. en de voor- en zijvlakken van het geheele landhoofd zijn, boven den beton, geheel met hardsteen bekleed.

Met de as op 7.60 M. uit die der overbrugging, is, ter wederzijde

van deze, op elk landhoofd een brughuisje gebouwd, waarvan het voetstuk ter lengte en breedte, van 4.80 M. tot 8.49 M. boven A.P. opgetrokken is; hierboven is het huisje van metselwerk in Goudsche metselplavei uitgevoerd en met eene zeer zware bekroning gedekt, waarvan de bovenkant ligt op 14.72 M. boven A.P.

In pijler XIII en in het Noordelijk landhoofd zijn mijnkamers aangebracht, tot het eventueel onbruikbaar maken van de brug voor een vijandelijk leger.

Bij de uitvoering, vooral van het noordelijk landhoofd, had men met veel moeielijkheden te kampen, waaromtrent nadere mededeelingen vervat zijn in de omschrijving van

de Dammen-, Bodem- en Oeververdedigingswerken.

Naar aanleiding van het bestek waarnaar het maken van de pijlers is aanbesteed zijn, rondom de pijlers I, II en III, 2520, 2522 en 4207 M². rijsen zinkstuk, van 0.43 M. rijsvulling, gezonken en rondom de pijlers IV tot XIII te zamen 29 687 M²., de drie eersten belast met te zamen 13 000, de anderen met 40 405 scheepston zinksteen; maar behalve dat zijn, ter uitvoering der grondwerken en ter verdediging van de oevers, vooral van den noordelijken en van den bodem, veel rijs- en bestortingswerken noodig geweest en uitgevoerd ook nog nadat de brug aan de Maatschappij tot Exploitatie van Staatsspoorwegen was afgestaan. Voor zoover zij voor dit tijdstip waren tot stand gekomen zijn zij in hoofdzaak op de situatietekeningen aangeduid en zal daarvan alhier melding gemaakt worden.

Behalve de grondstukken onder de rijkendammen die langs den voet van den spoorwegdam op den Noordbrabantschen oever zijn gemaakt en die onder den leidam langs de noordelijke doorvaart van de draaibrug, werden nabij dien oever, ter verdediging van de geul van het eigenlijke Hollandsch Diep, twee zinkstukken, evenwijdig aan de as der overbrugging en reikende van den leidam tot bij pijler III, geplaatst. Ter voorkoming van uitschuring werd in Maart 1869, vóór de zuidelijke opening van de draaibrug, eene oppervlakte van 700 M². bezonken en in het volgend jaar werd bij den Noordbrabantschen wal ten oosten van het zuidelijke landhoofd een rijkendam gemaakt lang op de kruin, die een M. boven A. P. ligt, 39 M.

Op den noordelijken oever was de noordelijke geul van het Gat van Kielen met rijszinkstukken en zand gevuld, tot 7 M. onder A. P. en was de dam buitendijks. ter lengte van 171 M. gemaakt, van welk laatste werk het einde met den voet, rustte op een grondstuk van ruim 1570 M². oppervlakte, eer het maken van de spoorwegdammen op de beide oevers werd aanbesteed, hetgeen plaats had volgens hetzelfde bestek waarnaar de beide landhoofden zijn uitgevoerd.

De zuidelijke spoorwegdam sluit aan de eene zijde aan den leidam, aan de andere zijde aan het zuidelijk landhoofd van de overbrugging aan, beneden het gewone ballastbed heeft de dam het volgende profiel: kruinsbreedte 10 M. met eene tonronde van 20 c.M., de kanten der aardebaan liggen 6.20 M. boven A.P. en de wederzijdsche taluds gaan met hellingen van 3 op 1 naar beneden tot 3.50 M. boven A.P., waar, aan de westzijde een berm aanvangt breed 10 M., afwaterende tot 3 M. boven A.P. en aan de oostzijde een berm breed 5 M., die eveneens over die breedte tot 3 M. boven A.P. daalt; van die hoogte gaat het beloop, aan wederzijde weder onder 3 op 1 naar beneden, tot A.P., waar de teen steunt op een rijkendam, die 2 M. buiten dien teen uitsteekt, 8 M. kruinsbreedte heeft en, met een binnendosseering van $\frac{1}{2}$ op 1 en een buitendosseering van $1\frac{1}{2}$ op 1, naar beneden gaat tot

op een grondstuk, dat aan alle zijden 5 M. buiten den voet der dammen uitsteekt.

De koppen dezer beide dammen zijn met een dwarsdam vereenigd die 6 M. kruinbreedte heeft en met een buitentalud van $1\frac{1}{2}$ op 1 en een binnentalud van 1 op 1, afdaald tot op een grondstuk, dat aan de rivierzijde 18 M. uit den voet uitsteekt.

De noordelijke dam is 529 M. lang; met het noordeinde sluit hij aan den bovenvermelden dam op den noordelijken oever en met zijn zuideinde aan het noordelijk landhoofd; over de eerste 459 M. rijst de kruinlijn van den aardendam van 3.90 tot 6.20 M. boven A.P. en over de verdere lengte ligt zij waterpas. Behoudens het verschil in hoogte is het profiel van den noordelijken dam gelijk aan dat van den zuidelijken. De rijzen dammen hebben weder eene binnendosseering van $\frac{1}{2}$ op 1 en eene buitendosseering van $1\frac{1}{2}$ op 1. Te rekenen van het zuideinde hebben zij, over eene lengte van 153 M., eene kruinsbreedte van 8.5 M. en voor het overige van 8 M. en zij steken overal 2 M. buiten den teen van het talud uit. Met uitzondering van het gedeelte dat rust op de vroeger vermelde bezinking van het Gat van Kielen dragen zij op een grondstuk, dat met den onderkant 7 M. onder A.P. ligt en aan de buitenzijde 10 M. uit den voet van den dam uitsteekt. Buiten het landhoofd zijn zij door een dwarsdam verbonden gelijk aan dien bij het zuidelijke landhoofd.

Van 1 M. beneden tot 3 M. boven A.P. zijn de glooiingen van beide dammen bekleed met klei, ter dikte van 1 M., daar boven zijn de bermen, de glooiingen en de kruin ter breedte van 4 M. eveneens met klei, ter dikte van 75 c.M. gedekt. Op deze kleilaag is, van 1 M. beneden tot 3 M. boven A.P. het talud verdedigd door een rijsbeslag met vlechttuinen op krammat bezet met steen en daarboven tot aan de kruin ligt op de bermen en taluds eene bezoding.

Loodrecht op de as der overbrugging is ter wederzijde van het noordelijk landhoofd een vleugeldam aangelegd, lang op de kruin of 1 M. onder A.P., 40 M., breed 10 M., met eene tonronde van 20 c.M., wederzijdsche dosseeringen van $1\frac{1}{2}$ op 1 en dosseering aan den kop van 5 op 1, doorgaande tot op een grondstuk, liggende met den onderkant 7 M. onder A.P. en rondom den voet van den dam, naar alle zijden 8.5 M. uitstekende.

Om het grondwerk van den noordelijken dam zooveel mogelijk in stil water te maken werd met den aanleg van den westelijken rijzen dam het eerst aangevangen en daaraan met veel kracht doorgewerkt; tevens werden voor de vleugeldammen de grondstukken gezonken. Voordat de westelijke dam geheel voltooid was leidde hij wel den stroom uit den oever, maar belette tevens dat met den aanleg van het landhoofd aangevangen werd. Toen die dam daartoe ver genoeg gevorderd was, de westelijke vleugeldam geheel was afgezonden en de oostelijke dammen tot 4.5 M. onder A.P. afgezonden waren, waren tevens van den dwarsdam de grondstukken en twee zinklagen ter plaatse gebracht en was door den aannemer besloten om, noordelijk van het landhoofd op zijne kosten een dwarsdam te zinken, tot verbinding van de beide rijzendammen, waardoor alle strooming ter plaatse van het landhoofd ophield. Tijdens de uitvoering van dit werk is gedurende de gierstroomen, de plaats om dit landhoofd en om pijler XIII tot 10 à 15 M. onder A.P. uitgestroomd, zoodat buiten de zinkstukken om pijler XIII, de geheele opening tusschen dien pijler en het landhoofd nog door zinkstukken moest worden bezet. Na optrekking van den westelijken vleugeldam werd door den vloed aan de westzijde van pijler XIII een gat uitgespoeld, ter diepte van 10 à 11 M. onder A.P., zoodat ook daar ter plaatse moest worden

gezonken; toen dit geschied was en de door den aannemer gelegde dwarsdam weër was opgetrokken, werd in de as van de overbrugging tusschen het landhoofd en pijler XIII aanvankelijk geene verdieping meer waargenomen. Lang duurde het echter niet of er ontstond weder uitschuring tusschen het landhoofd en pijler XIII, zoodat tot het beteugelen der geul drie rijzendammen, van welke twee evenwijdig aan en op 29,5 M. met het hart uit de as der overbrugging en de derde haaks daarop 25 M. van de dagzijde van het landhoofd verwijderd, moesten worden aangelegd. Tot verdediging van de pijlers en tot voorziening tegen verdieping in de openingen daartusschen werden tevens zinkstukken geplaatst bij de pijlers III, IV, X, XII en XIII en in de opening tusschen XII en XIII, terwijl met de bekleeding van den bodem, tusschen het zuidelijk landhoofd en pijler IV werd aangevangen. De beide vleugeldammen werden daarbij elk met 40 M. verlengd, op de reeds met 100 M. ter breedte van 60 M. verlengde grondstukken. Aan deze verlengde dammen werd het volgende profiel gegeven: kruin, ter hoogte van 1 M. onder A. P., breed 10 M.; dosseeringen van 1½ op 1, dosseering aan den kop 5 op 1. Van den kop tot aan de aansluiting aan het reeds bestaande gedeelte vleugeldam werd het bovenvlak door middel van pakwerk onder eene doorgaande helling verhoogd, zoodat de bovenkant van het werk bij het uiteinde op 1 M. onder A. P. bij de aansluiting op 1 M. boven A. P. gebracht werd en van daar tot tegen de glooijing van den spoorwegdam werd het bestaande gedeelte van dien dam eveneens met pakwerk onder een waterpasvlak opgehoogd.

Ter verdediging van den oostelijken vleugeldam, waar langs eene geul uitschuurde, werd later nog een dam lang 25 M. met de kruin op 0.60 M. onder A. P. noordelijk van en sluitende aan dezen uitgebracht en daarna werd die vleugeldam zelf nog met 170 M. verlengd.

Intusschen was besloten de bodem tusschen de pijlers, overal waar die de noodige diepte bereikt had om door bezinking niet boven 7 M. onder A. P. opgehoogd te worden, met zinkstukken te bezetten en de bezinking voor de koppen der pijlers te verlengen, waardoor langzamerhand de bodembezetting den vorm verkreeg die op de teekening is aangeduid.

Tot verdediging van den oever en tevens tot vorming van eene geregelde normaallijn, werden tusschen de brug en de Dordtsche Kil drie kribben gemaakt.

De werken aan den Oostvleugeldam, waarin af en toe vallen plaats hadden, eischten veel zorg ook nog nadat de brug aan de Maatschappij tot Exploitatie was overgegaan. Dwarsdammen, herstellingen, zelfs eene krib boven den spoorwegdam werden in verband daarmee gemaakt. Ongerustheid voor het vervolg behoefde hieruit echter niet te ontstaan. Het Diep zelf moest een nieuw bed verkrijgen en de Nieuwe Merwede was ook nog in wording, zoodat er niets bevreemdend in was dat hierbij nu en dan plaatselijke verdiepingen en daardoor kleine ongevallen plaats grepen. Gaandeweg, naarmate de Nieuwe Merwede meer en meer eene geregelde rivier werd, hielden deze ongevallen op en gedurende den tijd van hun ontstaan was de bodem van het Diep reeds zoo goed voorzien, dat voor de brug geen kwaad te duchten was.

Bovenbouw.

Na hetgeen bij de beschrijving der overige bruggen, reeds omtrent de samenstelling van den bovenbouw is medegedeeld, schijnt het onnoodig te zijn, aangaande die van de brug over het Hollandsch diep, in eene lange beschrijving te vervallen, maar is het voldoende de inrichting daarvan in algemeene trekken aan te geven en omtrent de hoofdafmetingen eenige opgaven te verstrekken.

De bovenbouw van de brug is, zooals hiervoren reeds vermeld is, voor enkel spoor en bestaat uit 14 geheel aan elkander gelijke overspanningen. Iedere overspanning is samengesteld uit twee brugbalken, lang tusschen de assen der steunpunten 103.25 M.; tusschen de binnenplaten der eindstijlen bedraagt de lengte 102.50 M. en deze lengte is door 24 stijlen in 25 vakken, elk lang 4.10 M., verdeeld. De eindstijl bestaat uit twee platen, hart op hart 75 c.M. van elkander verwijderd, haaks op de as der brug gesteld, waartegen aan iedere zijde evenwijdig aan die as, met 4 ongelijkzijdige hoekijzers, platen breed 1.05 M. bevestigd zijn. Alle overige stijlen bestaan uit 4 ongelijkzijdige hoekijzers, twee aan twee met de lange beenen evenwijdig aan en de korten haaks op de brugas geplaatst. Tusschen de korte beenen bevinden zich strooken, die, door kruislatten vereenigd, den I vorm van den stijl bepalen. Bij de buitenplaat van den eindstijl is de balk hoog tusschen de horizontale beenen van de randen 6 M. en in het midden 12.085 M.; de onderrand is recht, de bovenrand is gebogen volgens een cirkelboog, beschreven met een straal van 218.91 M. De wand bestaat verder uit twee rijen schoren, met den top naar buiten gekeerd, behalve voor de drie middenvakken waar zij in beide richtingen zijn aangebracht; elke schoor overspant twee vakken, uitgenomen de eerste bij den eindstijl, die met den mathematischen top in de buitenste plaat van dezen stijl en met den voet in het hart van den naastliggenden stijl gelegen en dus in horizontale projectie 4.85 M. lang is. De breedte van den brugbalk, tusschen de buitenkanten der hoekijzers van de stijlen, is 48 c.M. De horizontale randplaten van den balk zijn 1.01 M. breed en zijn met 4 hoekijzers verbonden aan twee verticale platen, breed 60 c.M.

Aan den voet van elken stijl is een stalen dwarsdrager, hoog 51 c.M. geplaatst; die dragers liggen dus 5.10 M. uit elkander, behalve bij den eindstijl waar er twee aangetroffen worden op 0.75 M. uit elkander.

Ter bepaling van de afmetingen dier dragers zijn zij beschouwd als aan beide zijden waterpas, op dezelfde hoogte bevestigd.

Nabij het boveneinde zijn de brugbalken door dwarskoppelingen verbonden, waarvan de onderkant 4.90 M. boven den bovenkant van de spoorstaaf ligt en die, voor zooveel de beide verbindingen van den eindstijl betreft, uit een boven- en onderrand van hoekijzers en eene volle lijfplaat bestaan.

Voor de stijlen 2, 4, 6, 8, 10 en 12 bestaat de koppeling uit een boven- en onderregel samengesteld uit een verticale strook gevat tusschen twee hoekijzers. Voor de koppelingen bij de stijlen 3, 5, enz. is eveneens met den onderkant op 4.90 M. boven de spoorstaven en met den bovenkant onder de hoekijzers van den bovenrand een dwarsbalk aangebracht bestaande uit eene vertikale strook tusschen twee hoekijzers. Tusschen die dwarsbalken zijn, bij vertikaal 3, in de eene richting vier in de andere vijf zich haaks kruisende schoren, bestaande uit een hoekijzer, aangebracht. Bij de overige oneven stijlen is, behalve de beide genoemde dwarsbalken, nog een derde, eveneens geconstrueerde, voorhanden, die bij stijl 5 met den onderkant op 3.106 M. bij de anderen op 3.23 M. boven den onderkant van den ondersten dwarsbalk ligt. In de bovenste der aldus gevormde vakken zijn bij stijl 5 vier, bij de anderen één kruis aangebracht waarvan de beenen bestaan uit een hoekijzer.

In het onderste vak van deze dwarskoppelingen zijn eveneens twee zich kruisende hoekijzers, doch niet in de richting der diagonalen van den rechthoek, geplaatst. Met het boveneinde zijn zij bevestigd aan plaatjes, in den hoek gevormd door den onderrand van den bovenbalk der koppeling en de stijl van den brugbalk, doch den ondersten dwarsbalk snijden zij op een afstand van 1.35 M. van dien stijl en onder dien dwarsbalk zijn zij als schoor tot tegen den stijl voortgezet.

Bovendien zijn de bovenranden der balken door een ijzeren en de onderranden door een stalen kruisverband in horizontale richting gekoppeld.

Ter wederzijde van, en op 0.85 M. uit de as zijn, tusschen de dwarsdragers, 40 c.M. hooge langsliggers geplaatst, waarop eikenhouten dwarsliggers, lang 2.30 M. aangebracht zijn, die de spoorstaven dragen, waartusschen een geribd ijzeren plaat ligt; langs de buitenzijde der spoorstaven bevinden zich voetpaden en langs de binnenzijde der stijlen eene leuning, bestaande uit eene 8 c.M. dikke getrokken ijzeren buis en uit een strak gespannen kabel van verzinkt ijzertouw.

De brug is wijd in den dag, tusschen de eindstijlen 4.474 M, tusschen de overigen 4.50 M.

De einden der brug dragen elk op eene doorgaanden stalen spil, tusschen twee gegoten ijzeren kussens, aan het eene einde rustende op eene ingemetselde grondplaat, aan het andere op rollen, die weder op eene grondplaat steunen, een en ander in den geest zooals voor de brug over de Koningshaven te Rotterdam is omschreven.

Stellen van den bovenbouw op de pijlers.

Het was eene vraag die ernstige overweging verdiende hoe men den bovenbouw op de pijlers stellen zou. Bij alle reeds gebouwde bruggen had men, in een of meer openingen gelijktijdig, een vaste ondersteiger gemaakt waarop de bovenbouw, hetzij met behulp van een bovensteiger, hetzij met een loopsteiger, werd opgesteld en het lag dus voor de hand hier dezelfde werkwijze in toepassing te brengen, doch daaraan bleken zeer ernstige moeilijkheden verbonden te wezen. Vooreerst was, in de drie openingen die de geul bij den zuidelijken oever overspanden, eene zoo belangrijke diepte aanwezig, dat aan de paaljukken bezwaarlijk eene voldoende stevigheid zou kunnen gegeven worden; die diepte bedroeg toch op het ergste punt niet minder dan 15.90 M. beneden gewoon hoogwater; daarbij was de bodem zoo bewegelijk, dat groote uitschuring, vooral daar waar minder diepte gepeild werd zeer waarschijnlijk was; hierbij kwam nog dat stormwinden in dit zee gat zoo menigvuldig zijn, dat het meer dan waarschijnlijk was dat die, gedurende de opstelling, herhaaldelijk zouden voorkomen, en de vrees voor het gevolg daarvan was des te ernstiger omdat de richting van den bovenbouw die van de hevigste heerschende winden nagenoeg recht-hoekig doorsnijdt.

Uit een finantieel oogpunt bestond nog een ander bezwaar, dat een gevolg was van het groote aantal overspanningen dat geplaatst moest worden.

Om zes bruggen in één werkseizoen te plaatsen, zouden minstens drie ondersteigers vereischt worden en die ondersteigers waren zeer kostbaar, daar er althans twee tusschensteunpunten in elke opening noodig waren en aangezien de onderkant van den bovenbouw niet meer dan 2.68 M. boven den hoogst bekenden waterstand verheven is, konden de liggers van den ondersteiger niet meer dan twee meter hoogte verkrijgen, zoodat daarvoor niet anders dan plaatijzeren balken gebruikt konden worden.

Een ander middel, dat in overweging genomen werd, was het bouwen van de bruggen op steigers die, evenwijdig aan den stroom, op den oever werden gemaakt en het, door middel van vaartuigen, vervoeren van den bovenbouw, van die steigers naar de pijlers. Dit had onder anderen het groote voordeel, dat de balken in de richting der heerschende stormwinden werden in elkander gesteld, dat met den arbeid vroeger in het voorjaar begonnen en later in het najaar doorgewerkt

kon worden en dat men, voor het tijdstip van het vervoer naar de pijlers, stil weder kon afwachten. Aan dit vervoer zelf waren echter moeielijkheden verbonden, die men zich niet ontveinsde; maar toch bleek deze wijze van uitvoering, boven die op steigers in de rivier, de voorkeur te verdienen, zoowel uit een technisch als uit een finantiëel oogpunt en men eindigde dan ook met te besluiten haar in toepassing te brengen.

Op den Zuidhollandschen oever, bij Willemsdorp, werden buitendijks, ongeveer evenwijdig aan den waterkant, twee werksteigers gemaakt, elk bestemd om daarop den bovenbouw voor eene opening geheel in elkander te stellen; de inrichting van die steigers was zeer eenvoudig. Onder ieder knooppunt, behalve onder het 4de, 5de en 6de van elk uiteinde, werd een paaljuk geplaatst; de sloven dier paaljukken waren door langsbalen gekoppeld, op welke een doorgaande vloer was aangebracht. De jukken onder de knooppunten 3 en 7, bestonden elk uit twee paalrijen, dienende tot dracht van een spreng en hangwerk, waarop weder de sloven, tot dracht van langsbalen en vloer, aangebracht waren. Dit gedeelte van den steiger was zoo ingericht dat het gemakkelijk weggenomen en weder geplaatst worden kon. Onder elk der beweegbare vakken was eene geul gegraven, in gemeenschap met het Diep en met den bodem op 1.75 M. onder A P., ieder dezer geulen was bestemd om een der twee pontons op te nemen, die den bovenbouw van zijne steunpunten lichten moesten.

De inrichting van den bovensteiger was gelijksoortig met die der bruggen over de andere rivieren en blijkt voldoende uit de teekeningen.

Op en tusschen deze steigers werden de bovenbouwen in hun geheel afgewerkt, met weglating slechts van de benedenstoelen der opligging, de houten dwarsliggers, de spoorstaven, de voetbruggen, vloeren en leuningën. Het geheele gewicht van dezen bovenbouw kan gerekend worden te bedragen 439 000 K.G. Het gewicht, dat door de pontons gelicht moest worden, bestond bovendien uit dat van tijdelijke vloeren, onderstoppen, versterkingen, gereedschappen, arbeiders enz. te zamen 31 000 K.G. dus in het geheel uit 470 000 K.G. Elke ponton was lang over steven 35 M. breed op het dek 10.20 M. en de inzinking door het eigen gewicht bedroeg 0.80 M. en werd onder de helte van den last nog met 0.80 M. vermeerderd, zoodat de geheele diepte van indompeling, bij het vervoer van een bovenbouw, 1.60 M. bedroeg, welke diepte, om veilig over de zandplaten in het Diep te kunnen varen, niet mocht worden overschreden, immers, niettegenstaande de grootste oplettendheid, is nog één enkele reis, een der pontons met den rivierbodem in aanraking geweest.

Het gewicht van den bovenbouw werd, door middel van haaks op elkander gestapelde balen, op de pontons overgebracht, in de richting langscheeps waren die stapelbalen verdeeld in drie groepen, onder elk der knooppunten 4, 5 en 6 één. Door deze wijze van ondersteuning zouden in de brugbalen, wanneer zij van den steiger gelicht waren, andere spanningen ontstaan dan waarnaar de afmetingen der samenstellende deelen berekend waren; vooral zouden in de schoren bij de uiteinden, drukspanningen kunnen opgewekt worden en hiertegen waren zij, door haren vorm volstrekt niet bestand. Om blijvende misvorming te voorkomen werd langs elken wand, van den voet van den eindstijl naar den top van stijl 4 eene gesmeed ijzeren trekschoor met spanschoef aangebracht en bovendien werden nog houten vullingbalen langs eenige stijlen en schoren geplaatst en tegen knikken, tusschen die stijlen, houten regels, in min of meer van de horizontale afwijkende richting geplaatst, een en ander uit de teekening te zien.

Op den steiger bevond zich de onderkant van den bovenbouw 4 M.

boven A. P.; op de pijlers geplaatst zou de hoogte van dien onderkant 6.18 M. boven A.P. bereiken en bij de aankomst der pontons moest, om tegen aanstooten gevrijwaard te zijn, die hoogte met ten minste 50 c.M. vermeerderd worden, zoodat de hoogte van verplichting niet minder dan 2.68 M. moest bedragen. Bij een hoogteverschil van 2 M. tusschen eb en vloed en eene inzinking van 80 c.M. van de pontons, onder het gewicht van den bovenbouw, zouden dus twee lichtingen noodig zijn om de verplaatsing van den steiger naar de pijlers te bewerkstelligen. Daar men echter niet mocht verwachten dat men er altijd in zou slagen om telkens juist bij den laagsten waterstand met de lichting te beginnen en precies op het oogenblik van hoogwater daarmede te eindigen en daar bovendien de eb wel eens niet het peil van gewoon laagwater en de vloed niet dat van dagelijks hoogwater zouden bereiken, werd er op gerekend dat drie lichtingen zouden kunnen noodig zijn.

Ook bestond de mogelijkheid, of liever de groote waarschijnlijkheid, dat niet altijd, wanneer een bovenbouw gereed was om vervoerd te worden, het weder zou toelaten om dit dadelijk te doen en aangezien slechts twee steigers gemaakt waren en dus niet meer dan twee bruggen gelijktijdig konden onderhanden genomen worden, was het zeer gewenscht die steigers telkens, zoodra mogelijk, te ontruimen.

Om dit doel te bereiken werden, rivierwaarts van elken steiger, twee tijdelijke steunpunten geplaatst, van welke de afstand, midden op midden, 103.25 M. was en dus overeenkwam met den afstand midden op midden, van de oplegvlakken van de brug. Elk dezer steunpunten bestond uit 6 jukken van 3 heipalen, door gordingen en schoren vereenigd. Door het gewicht van den bovenbouw belast droeg dus gemiddeld elke paal 14000 K.G. De bovensloven der jukken reikten met den bovenkant tot 3.80 M. boven A.P. en daarover was eene bedding gelegd waarop de bovenbouw met zijne uiteinden kon komen te rusten, in denzelfden toestand als later op de pijlers.

Wanneer een bovenbouw op den steiger gereed en van de noodige verstijvingen voorzien was werd de bovensteiger, aan de rivierzijde, weggebroken en werden de beweegbare deelen van den werksteiger verwijderd. In ieder der kanalen werd een der pontons ingevaren en langscheeps, midden onder de stijlen 4, 5 en 6, dwarsscheeps met het midden in de as van den bovenbouw geplaatst. De zes bovenste balklagen van de stapelingen waren daarbij niet op de pontons aanwezig. Bij laag water werd de ruimte tusschen den bovenkant der stapelingen en den onderkant van den bovenbouw met stopblokken, waarvan steeds eene voldoende hoeveelheid voorhanden was, aangevuld en zoodra het water begon te wassen drukten deze blokken tegen den bovenbouw aan. Hoe hooger het water rees des te grooter werd de kracht waarmede de stapeling tegen den onderkant der brug aangedrukt werd, tot ten slotte tusschen de van boven naar beneden werkende zwaarte van den bovenbouw en de in omgekeerde richting werkende oppersing van het water, evenwicht bestond als wanneer de lichting begon en het geheele gewicht door de pontons gedragen werd; dan konden deze verhaald worden, tot bij de steunpunten aan den mond van het kanaal en zoodra het water daartoe genoegzaam gewassen was daartusschen gebracht worden, zoodat de uiteinden van den bovenbouw zich nauwkeurig boven de steunpunten bevonden.

Naarmate de vloed hooger steeg en dus de bovenbouw hooger gelicht werd, werden op de tijdelijke steunpunten meer of minder stopblokken gelegd, waarop, door het vallen van het getijde, zoo noodig gepaard met inlating van water in de pontons, de bovenbouw werd neergestreken. Bij het verder dalen van den waterspiegel raakten de pontons

vrij van den bovenbouw en konden de stapelingen met een, twee of drie der losse balklagen worden verhoogd, al naar gelang het water lager afliep. Door den opkomenden vloed werden de pontons weder gelicht, de verhoogde stapelingen kwamen op nieuw met den bovenbouw in aanraking, die zij weder van zijne steunpunten deden rijzen, waarop dan weder stopblokken werden gelegd en dit spel werd herhaald tot de lichting hoog genoeg was om den bovenbouw naar de pijlers te vervoeren.

Dit geschiedde op de volgende wijze: bij laagwater werden de pontons, met al de stapelingen, onder den bovenbouw gebracht en, zoodra deze vlot was, werden zij verhaald tot in genoegzaam diep water voor de beweging der sleepbooten. Aan elke ponton werden twee sleepbooten vastgemeerd, aan iedere zijde een.

In het midden van den bovenbouw, tusschen twee stijlen, waren twee stel draaiende armen aangebracht, die naar buiten konden worden bewogen. Op elken arm van ieder stel waren, met groote letters, een der woorden: *vooruit*, *achteruit*, *langzaam*, *halve kracht*, *stop*, geschilderd. Ieder stel armen was bestemd om de bevelen, voor de beweging der sleepbooten, over te brengen naar één der pontons. Op iedere ponton had een arbeider uitsluitend tot taak om het, door den naar buiten gedraaiden arm, geseinde bevel waar te nemen en onmiddellijk aan de gezagvoerders der beide sleepbooten toe te roepen. Bij de seinen was een zware bel opgehangen om door haar geluid de aandacht op de gegeven of te geven orders te kunnen vestigen.

De pontons waren voorzien van zware ankers, van een ruimen voorraad lijnen, trossen enz. en van vier krachtige lieren voor het lichten der ankers, het aanhalen der trossen, enz.; verder was, bij iedere ponton, minstens een roeiboot en had eene krachtige sleepboot de bestemming om, zonder de beweging der pontons te hinderen, zoo nabij mogelijk te blijven om, bij voorkomende ongevallen of bij de uitvoering eener moeilijke beweging hulp te verleenen. Een zesde, kleine schroefboot moest dienst doen als adviesjacht en tevens als tweede reserve.

Op ongeveer 200 M. afstand was, aan de vloedzijde van elk der pijlers, waarop een bovenbouw moest worden geplaatst, een rinkelaar voor zware ankers gelegd, die bestemd was voor ankerboei van een der pontons, zoodra de bovenbouw de pijlers genaderd was. Die rinkelaars waren behoorlijk bemand, van lijnen en trossen voorzien en hadden ieder een roeiboot bij zich.

Op het bovenvlak van elk der koppen, van ieder der beide pijlers, was een zware ijzeren ring, aan een dook, in den hardsteen vast gegoten.

Trossen om de pijlers heen geslagen en door de daarin aangebrachte haalringen gestoken waren, evenals de hierboven genoemde ringen, bestemd om er de trossen van de pontons aan te bevestigen. Op elk der beide pijlers was een zestal arbeiders, voor het opnemen en bevestigen der trossen aanwezig.

De weg die de pontons moesten volgen was behoorlijk verkend, met betrekking tot vaste punten opgenomen en waar noodig, door boeien afgebakend.

Het oogenblik van het vertrek werd, zooveel mogelijk, zoo gekozen, dat de bovenbouw, vóór het einde van den vloed, tusschen de pijlers kon zijn aangekomen. Het werd aangegeven door het geluid van de bel bij de seinborden. Van dat oogenblik af werden alle bevelen gegeven door middel van de seinborden, terwijl overal de meest mogelijke stilte werd in acht genomen; de uit te voeren bewegingen waren natuurlijk afhankelijk van de kracht van den stroom en den wind.

Steeds bleef men zoover van de pijlers verwijderd als de ondiepten toelieten, terwijl de kleine stoomboot, die dienst deed van aviso, vooruit ging, peilende waar de zandbanken genaderd werden.

Bij het naderen der pijlers moesten de pontons hunnen weg nemen tusschen die pijlers en de voor anker liggende rinkelaars. Dit geschiedde veelal door een der pontons te laten zwaaien om den anderen als midelpunt.

Zoodra de pontons voldoende genaderd waren werd, van ieder hunner naar den daarvoor bestemden rinkelaar, een tros overgebracht en op den rinkelaar vastgelegd; de trossen konden op de pontons door lieren worden aangehaald en van nu af was waarborg tegen afdrijven verkregen. Van elke ponton werd nu eveneens een tros uitgebracht naar den te naderen pijler en daarop vastgemaakt. Ook deze trossen werden door de lieren aangehaald.

Men liet nu de pontons met de vereischte voorzichtigheid, door den vloed, zooveel noodig geholpen of getemperd door de sleepbooten en de trossen, langzaam drijven tusschen de pijlers, totdat de as van den bovenbouw overeenkwam met die der overbrugging.

Van elk uiteinde van den bovenbouw werd mede, zoodra mogelijk, een tros uitgebracht op den naastbijliggenden pijler en daarop bevestigd. De tros was geslagen om de as der voormelde lier en diende om de uiteinden van den bovenbouw juist te plaatsen, ten opzichte van de as des pijlers. Loopers met takels aan den bovenbouw bevestigd werden gehaakt in de ringen op de pijlerkoppen. Door middel dezer verschillende trossen kon dus de bovenbouw in elke richting worden verplaatst en in elken stand worden vastgehouden.

De draagstoelen op de pijlers werden met nauwkeurigheid geplaatst op de punten waar de nog steeds vrijhangende uiteinden van den bovenbouw moesten komen te rusten. Terwijl, door het dalen van de eb in de rivier of het inlaten van water, de pontons met hunnen last naar omlaag gingen, werd steeds met de meeste zorg gewaakt, dat de overeenkomstige stand van draagstoelen en brugeinden volkomen zuiver behouden werd, totdat eindelijk de bovenkussens der stoelen de stalen assen in de benedenkussens omknelden.

Nu hadden de stoombooten hun werk verricht en zij konden vertrekken; de pontons moesten echter nog zoo lang voor anker blijven totdat zij genoeg gedaald zouden zijn om vrij te wezen van den bovenbouw.

Aldus was het program voor de opbrenging van den bovenbouw dat echter slechts voor drie bruggen volkomen is uitgevoerd. De overige zijn aanvankelijk op de pijlers geplaatst op houten stopblokken en werden later gelicht om er de stoelen onder te brengen. Deze handelwijze had het groote voordeel dat de bovenbouw niet tot de volle hoogte van 6.18 M. boven A.P. behoefde te worden gelicht en dat men, zoodra de pontons tusschen de pijlers waren gekomen, water kon inlaten en den bovenbouw kon neêrleggen, zonder zich te bekommeren over de volkomen juiste plaatsing ten opzichte van de as der overbrugging en van die der pijlers, hetgeen, vooral bij minder gunstige wedergesteldheid zeer te stade kon komen; daartegenover staat het nadeel dat de pontons een tweede maal onder den bovenbouw moesten komen om, door lichting de mogelijkheid te verschaffen hem nauwkeurig op zijne plaats te brengen. Het spreekt van zelf dat vermeden werd om het lichten bij onstuimig weder te verrichten. Zelfs is het meermalen gebeurd dat de pontons die reeds in de kanalen bij den steiger gevaren waren, daaruit werden verhaald omdat het weder ondertusschen onstuimig geworden was.

Bij het stellen van de eerste brug waren, in plaats van de bovenvermelde loopers met takels, waarmede de bovenbouw gehaakt werd aan de ringen, op de pijlerkoppen ijzeren van spanbeugels voorziene trek-

stangen gebezigd. Onder het stellen van den bovenbouw brak een dezer trekstangen aan de vloedzijde, waardoor hij van de pijlers begon af te drijven en met moeite door de spoedig genoeg aanwezige stoombooten gered kon worden.

Bij het brengen van de zesde brug van den steiger naar de voorloopige steunpunten, op 19 October 1870, gebeurde het dat de vloed niet zoo hoog rees dat men die brug tot boven de paaljukken kon opheffen; men moest dus weder met den meesten spoed terugkeeren, doch de eindjukken van den steiger waren niet stevig genoeg om alleen den bovenbouw te dragen en derhalve moesten de onderstoppen boven ieder juk weder met juistheid gesteld worden volgens de zegg van den onderrand.

Op den 12den April 1870 werd de eerste bovenbouw van den steiger gelicht, terwijl op de vaste stapelingen der pontons nog stophouten, dik 12 c.M., geplaatst waren. Om 10 uur 10 min. v. m. raakten de stopblokken de boutkoppen van den onderrand, bij een waterstand van 33 c.M. onder A.P.; om 11 uur 20 min. bij een waterstand van 16 c.M. boven A.P. waren de boutkoppen geheel in de stopblokken ingedrukt, terwijl om 11 uur 35 min. bij een waterstand van 61 c.M. boven A.P. de brug vlot was en om 12 uur 20 min. n. m. boven de paaljukken was,

Volgnummer der bruggen.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	1869	1869	1870	1870	1870	1870
Begonnen met het uitleggen van de bovenranden. . .	15 Sept.	12 Oct.	22 April.	25 Mei.	11 Juli.	11 Aug.
Begonnen met klinken . .	6 Oct.	10 Nov.	27 „	30 „	16 „	17 „
	1870	1870				
Overgebracht naar de paaljukken.	12 April.	17 Mei.	5 Juli.	3 Aug.	13 Sept.	21 Oct.
Opvoeiing op de paaljukken	3 en 4 Juni.	16 Juni.	5 „	3 „	20 „	22 „
Vervoerd naar de pijlers .	12 Juni.	16 „	14 „	16 „	21 „	4 Nov.
Gesteld op de pijlers . . .	VI en VII.	V en VI.	IV en V.	III en IV.	II en III.	I en II.

De brug n°. 6 was reeds den 13den October gereed. Het overbrengen naar de paaljukken werd door aanhoudende stormen vertraagd tot 21 October.

De brug n°. 8 was reeds den 12den Januari gereed. Het overbrengen naar de paaljukken werd door het ijs vertraagd.

Het klinken der onderranden van de brug n°. 14 kon wegens gebrek aan ijzer eerst den 5den October zonder verdere storing begonnen worden.

Beproeving.

De beproeving van den bovenbouw van de brug had op eene eenvoudige wijze plaats, maar er kan niet beweerd worden dat het eene zeer volledige was.

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat de brug die de ruimte tusschen de pijlers XII en XIII overspant, eerst op 23 November 1871 naar die pijlers vervoerd werd en aangezien de lijn Zwaluwe—Dordrecht op 1

met den onderkant op 4.74 M. boven A.P. en dus 74 c.M. was gelicht.

Bij het vervoeren van de eerste brug meenden de aannemers dat het niet mogelijk was die in een getijde van de paaljukken naar de pijlers te brengen. In den nacht van 10 op 11 Juni werd de brug gelicht en buiten de geulen gevaren; met het voornemen om den volgenden vloed te gebruiken tot het overbrengen op de pijlers; doch in den morgen van den 11den stak een harde wind op, de pontons sleepten op hunne ankers, andere ankers werden uitgebracht, de stoombooten aangespannen doch gaandeweg dreven de pontons naar de steenglooiing van den spoorwegdam, zoodat men zich gelukkig achtte toen men er in geslaagd was vaste punten te verkrijgen, tot het vastmeeren der vaartuigen. Den 12den Juni werd de brug op de pijlers VI en VII geplaatst. Tegen het einde der verrichtingen toen de brug reeds tusschen de pijlers was gekomen was de wind weder sterk aangewakkerd en het water zeer wild. De uiteinden van de brug maakten echter geen grotere bewegingen dan van 10 tot 12 m.M.

In de onderstaande tabel zijn verzameld de tijdstippen der voornaamste momenten van het begin der uitvoering tot de opstelling van elken bovenbouw.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1870	1870	1870	1871	1871	1871	1871	1871
23 Sept.	3 Nov.	3 Dec.	18 Febr.	20 Maart.	22 Mei.	24 Juni.	3 Aug.
29 „	9 „	22 „	23 „	23 „	24 „	29 „	5 „
	1871	1871					
24 Nov.	9 Febr.	15 Maart.	19 Mei.	19 Juni.	22 Juli.	15 Sept.	16 Nov.
30 „	23 Maart.	8 Mei.	3 Juni.	22 „	31 „	23 „	18 „
2 Dec.	5 Mei.	10 „	23 „	9 Aug.	29 Aug.	11 Oct.	23 „
VII en VIII.	VIII en IX.	IX en X.	Zuidelijk landhoofd en pijler I.	Noordelijk landhoofd en pijler XIII.	X en XI.	XI en XII.	XII en XIII.

Januari 1872, voor den publieken dienst, zou geopend worden, bleef er, na de voltooiing van de brug, niet veel tijd over om steigers en toestellen, voor eene zeer volkomen beproeving tot stand te brengen; maar al was er meer tijd geweest zou men dit toch hebben moeten nalaten. In een vaarwater waar de stormen zoo wild kunnen huishouden en waar de diepten plaatselijk zoo groot en, blijkens de opgedane ondervinding, zoo veranderlijk waren had toch waarschijnlijk een steiger in het jaargetijde waarin de beproeving moest plaats hebben geen stand gehouden en had hij dit al, dan was er nog zeer veel kans dat, als de dag waarop de beproeving plaats had, niet bij uitzondering, een zeldzaam rustige was, de beweging daaraan door wind en golfslag medegedeeld elke nauwkeurige waarneming ondoenlijk zou gemaakt hebben, of tot uitkomsten zou hebben geleid die niet te vertrouwen waren, wellicht zelfs, zonder eenigen grond, tot ongerustheid aanleiding zouden hebben gegeven.

Men beperkte dan ook de geheele beproeving tot de meeting van de

doorbuiging van een der brugbalken bij dertien bruggen, bij belasting door een trein in rust en van de horizontale doorbuiging van een stijl van een der bruggen en van de verticale doorbuiging van een dwarsdrager en van de beide daaraangrenzende langsliggers.

De meting van de doorbuiging van den brugbalk, die voor alle bruggen, met uitzondering van die tusschen de pijlers VI en VII plaats had, geschiedde door op een houten tafeltje dat aan de binnendagzijde van den eindstijl boven de spil der vaste oplegging was bevestigd, een kijker van een waterpasinstrument te stellen en dezen te richten op een ijzeren vizierbord, dat aan het andere einde van de brug was aangebracht. In het midden van de brug was een in halve centimeters verdeelde baak geplaatst en nu werd, door den steeds op het vizierbord gericht kijker, de met de vizierlijn overeenkomende verdeling van die baak afgelezen, ten eerste vóór de komst van den trein op de brug, ten tweede nadat die zes minuten midden boven de opening in rust was geweest, ten derde nadat hij de brug weder had verlaten.

Bij stijl 18 van de brug van welke de doorbuiging niet werd waargenomen waren, tot meting van de afwijking, in de richting van de spoorwegas, stevige houten ramen geplaatst; deze ramen waren aan de buitenste verticale platen der onderranden afgehangen en reikten tot de bovenranden waartegen zij met de bovineinden steunden. Op $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$ en $\frac{3}{4}$ van de hoogte van de stijlen waren schuifklossen aan de ramen bevestigd, waarvan de schuiven, bij de geringste zijdelingsche buiging werden bewogen. Aan de eene zijde waren de schoren met den te beproeven stijl saamgeklonken: aan de andere zijde waren die deelen los van elkander.

De waarneming van de doorbuiging der dwarsdragers en langsliggers is geschied door schuifklossen verbonden aan stevige houten balken, die aan de onderranden waren bevestigd.

Volgens het bestek moest de beproevingstrein bestaan uit 5 locomotieven van 50 ton, met zooveel wagens van 15 ton als op de brug konden geplaatst worden; inderdaad bestond hij uit vijf locomotieven wegende te zamen 245.575 ton en verder uit belaste wagens wegende 16 ton.

Volgens berekening die op gelijke wijze plaats had als voor de brug over de Lek te Kuilenburg (zie Tijdschrift K. Inst. I. jaargang 1871—1872) moest de doorbuiging van den brugbalk bedragen 35 m.M., de waargenomen doorbuiging bedroeg voor de opening tusschen

het Z. L. en pijler I 34 m.M.; pijler V en pijler VI 27 m.M.; pijler X en pijler XI 30 m.M.;

pijler I „ „ II 29 „ ; „ VI „ „ VII 28 „ ; „ XII „ „ XIII 37 „ ;

„ II „ „ III 30 „ ; „ VII „ „ VIII 30 „ ; „ XIII „ N. L. 33 „ .

„ III „ „ IV 31 „ ; „ VIII „ „ IX 30 „ ;

„ IV „ „ V 29 „ ; „ IX „ „ X 30 „ .

Wanneer men in aanmerking neemt met welke gebrekkige middelen de meting van de doorbuiging plaats had, dan kan de afwijking tusschen de waargenomen uitkomst bij de verschillende, geheel aan elkander gelijke en op dezelfde wijze behandelde bruggen niet bevreemden; vooral niet als men daarbij in aanmerking neemt dat het tijdens de beproefing slecht weder was met nu en dan een sneeuwui. Ook het feit dat een enkele doorbuiging grooter was dan de berekende en dat men bij sommige bruggen eene blijvende doorbuiging van een m.M. meende waargenomen te hebben, niettegenstaande de trein vóór den

aanvang van de beproeving over de brug gereden was, kan onder deze omstandigheden geene verwondering baren.

De afwijking van de verticaal bedroeg, van onder beginnende aan de oostzijde, waar de stijlen los van de schoren waren, op $\frac{1}{4}$ van de hoogte 0.75 m.M.; op $\frac{1}{2}$, 0.50 m.M. op $\frac{3}{4}$, 0.50 m.M.; aan de westzijde waar stijlen en schoren aan elkander waren vastgeklonken, nul; de doorbuigingen van de beide langsliggers bedroegen 3.5 en 3.75 m.M. en die van den dwarsdrager 2.5 m.M. Al deze buigingen verdwenen na ontlasting van het beproefde deel.

Gewicht bovenbouw.

Volgens de onderstaande, uit den gewichtstaat overgenomen tabel was het gewicht van den bovenbouw voor eene brugopening, na aftrek van de deelen der oplegging berekend op 466 335 KG. en aangezien de lengte van den brugbalk, hart op hart van de eindstijlen, bedraagt 103.25 M. is het gewicht per M¹. 4517 KG. of 43.74 l. KG.

Het totaal gewicht voor een bovenbouw is samengesteld aldus:

Hoofddeelen.	Getrokken ijzer.	Gesmeed ijzer.	Getrokken staal.	Gesmeed staal.	Geribd plaatijzer	Lood.	Meskant bezaagd		Totaal gewicht.
							Eiken-hout.	Greenen-hout.	
	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	M ³ .	M ³ .	K.G.
Langsliggers	3420	—	13900	—	—	—	—	—	17320
Dwarsdragers	2200	—	9750	—	—	—	—	—	11950
Windkruisen	5500	—	8000	—	—	—	—	—	13500
Bovenkoppelingen	13500	—	—	—	—	—	—	—	13500
Brugbalken.									
Randen	259000	—	—	—	—	—	—	—	259000
Schoren	56600	—	—	—	—	—	—	—	56600
Stijlen	55400	—	—	—	—	—	—	—	52500
Oplegging	—	10300	—	8200	—	600	—	—	19100
Dek, vloer en leuning . .	1400	550	—	—	5500	—	23.066	11.416	33865
Spoorstaven met toebehooren	—	—	—	—	—	—	—	—	8400
Te zamen . .	397020	10856	31650	8200	5500	600	23.066	11.416	485435

Aan den geheelen bovenbouw, met inbegrip van de draaibrug is, zonder de spoorstaven met toebehooren, verwerkt;

Benaming.	Getrokken ijzer.	Gesmeed ijzer.	Gegoten ijzer.	Getrokken staal.	Gesmeed staal.	Metaal.	Geribd plaatijzer.	Lood.	Hout.
	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	M ³ .
Vaste bruggen	5695311	137675	3116	451962	114479	242	75582	6846	472.401
Draaibrug	68314	7291	17977	—	3491	636	2436	1011	8.540
Te zamen	5763655	144966	21093	451962	117970	878	78018	7857	480.641

Behalve dat bij weging het gewicht der vaste bruggen meer bleek te bedragen dan volgens den gewichtstaat is het niet onbelangrijk verschil tusschen de opgaaf volgens berekening voor een overspanning en deze tabel, nog veroorzaakt doordien daarbij niet waren opgenomen de deelen tusschen de bruggen op de pijlers, de stoelen boven eene in

Nummer bestek of overeenkomst.	OMSCHRIJVING VAN HET WERK.
234	Grondboringen bij het Hollandsch diep.
313	Onderbouw der draaibrug, remmingwerken, dukdalven en leidammen, benevens vaargeul en gedeelte spoorwegdam.
332	Maken van de pijlers: Eerste perceel, de pneumatisch gefundeerden. Tweede perceel, de anderen.
364	Maken en stellen van den bovenbouw voor de draaibrug.
367	Maken en stellen van den bovenbouw van de vaste brug.
389	Maken van een gedeelte van den Noordelijken spoorwegdam.
400	Gedeeltelijke betuegeling van de Noordelijke geul.
411	Maken der beide landhoofden met aansluitende spoorwegdammen.
452	Maken van eene krib beneden den Noordelijken spoorwegdam.

pijler XIII gemaakte kruidkamer, de afwateringspijpen en eenige kleinere voorwerpen, die over het hoofd waren gezien; maar bij de uitvoering bleken noodig te zijn.

Uitgaven.

Voor zooveel de werken vóór 1 Januari 1872 aanbesteed of in uitvoering waren, zijn de uitgaven te beschouwen als geschied ten behoeve van den bouw van de brug. Na dit tijdstip zijn nog wel verschillende bodemverdedigingen aangelegd, uitgebreid of hersteld, kribwerken gemaakt of verbeterd; maar de eigenlijke bouw van de brug kon, met het oogmerk waarop zij aan de Maatschappij tot Exploitatie van Staatspoorwegen ten gebruike werd gegeven, als geëindigd beschouwd worden, en daarom schijnt ook dit oogenblik een geschikt punt te zijn, om de berekening der kosten van aanleg te sluiten.

In de onderstaande tabel zijn verzameld de titels der bestekken en overeenkomsten voor de werken, de namen der aannemers die ze uitvoerden en de kosten, zooveel mogelijk voor ieder werk gesplitst in aannemingssom en meer of minder werk, en zulks voor al de werken ten behoeve van de overbrugging tusschen de kruinen der wederzijdsche dijken in de bovenvermelde periode uitgevoerd.

Aannemer.	Aanneem-som.	Meer.	Minder.	Bedrag.
M. Kronenburg, te Culemborg.	f 11 200	f 1 226,64	"	f 12 426,64
D. Volker, te Dordrecht.	392 500	15 480,39	"	407 980,39
E. Gouin & Cie., te Parijs.	629 000	5 301,98	"	634 301,98
D. Volker te Dordrecht en A. Volker Lz., te Sliedrecht.	1 284 000	202 134,79	"	1 486 134,79
Kon. Ned. Grofsmederij, te Leiden.	23 778	719,94 ⁵	"	24 497,94 ⁵
Paul van Vlissingen en Dudok van Heel.	1 466 740	5 856,60 ⁵	f 1 830	1 470 766,60 ⁵
D. en A. Volker.	33 600	"	"	33 600,—
B. P. de Groot, te Giesendam.	37 600	"	"	37 600,—
D. en A. Volker.	768 000	21 234,97	"	789 234,97
Idem.	87 000	"	"	87 000,—

Nummer bestek of overeenkomst.	OMSCHRIJVING VAN HET WERK.
454	Leveren en verwerken van stortsteen.
464	Maken van twee kribben beneden den Noordelijken spoorwegdam en verlengen van den Oostelijken vleugeldam.
474	Veerhaven te Willemsdorp.
485	Herstellen der glooiingen van den leidam, maken van afsluitingen enz.
493	Verlengen van eene krib beneden den Noordelijken spoorwegdam.
overeenkomst. 137	Uitvoeren van werken ter verdediging van den bodem der Zuidelijke geul.
141	Maken van een gebouw te Willemsdorp tot verblijf van Opzichters.
182	Werken tot beteugeling der verdieping van den rivierbodan tusschen pijler XIII en het Noordelijk landhoofd.
185	Rijzendam bij den Noordbrabantschen wal.
186	Verlengen en verhoogen der vleugeldammen.
202	Werken tot verdediging van den Oostelijken vleugeldam,
207	Bezinken van eenige diepten nabij het Noordelijk landhoofd.
209	IJzeren standaards op de landhoofden der brug.
212	Zinkwerken tot voorziening van den Oostelijken vleugeldam.

In die kosten zijn niet begrepen die van de voorwerpen welke van de stapelplaats te Dordrecht gehaald zijn, met name dwarsliggers op den gewonen weg en spoorstaven met toebehooren, noch die van het personeel.

Het gewone personeel was ten deele ook belast met andere zaken dan de bouw der brug en het is dus nauwelijks mogelijk de kosten te splitsen: voor het buitengewone personeel bedroegen zij f 34 353,35 terwijl de onteigening der gronden tusschen de beide rivierdijken heeft gekost f 9200,44. Met nog f 209,19 betaald voor het bewaken en bedienen der draaibrug en voor de verlichting der lantaarns op den leidam, is dus, met de bovengenoemde reserve, in het geheel uitgegeven f 5 488 027,98.

Een deel der in de staten opgegeven werken zou niet meer gekost hebben, al had men de brug voor dubbel spoor gemaakt. Dit is het geval met die uitgevoerd volgens de bestekken 452, 454, 464, 471, 485 en 493 en met al die opgenomen in de verschillende overeenkomsten tot een gezamenlijk bedrag van f 547 821,68. Ook in de overige kosten

Aannemer.	Aanneem- som.	Meer.	Minder.	Bedrag.
D. en A. Volker.	f 50 640	"	"	f 50 640,—
Idem.	89 000	"	"	89 000,—
B. Voordendag Az.	3 900	"	"	3 900,—
C. Kuijk, te Breda.	8 549	"	"	8 549,—
D. Volker te Dordrecht en A. Volker Lz., te Sliedrecht.	9 660	"	"	9 660,—
D. Volker te Dordrecht.	"	"	"	26 775,—
D. Volker te Dordrecht en A. Volker Lz., te Sliedrecht.	"	"	"	3 977,—
Idem.	"	"	"	85 350,—
Idem.	"	"	"	1 466,70
Idem.	"	"	"	120 872,05
Idem.	"	"	"	7 470,—
Idem.	"	"	"	31 370,—
Idem.	"	"	"	671,93
Idem.	"	"	"	21 120,—
Totaal				f 5 444 365,—

zijn sommige begrepen die niet verhoogd zouden zijn bij eene grootere breedte der spoorwegdammen, zooals die voor de zinkwerken langs de voeten der gronddammen, die voor de vleugeldammen, voor den leidam enz. welke kosten niet afzonderlijk zijn na te gaan. Men kan echter, zonder vrees die te hoog aan te slaan, gerust zeggen dat eene overbrugging voor dubbel spoor wel voor f 10 000 000 zou te maken geweest zijn en had men dit voor den aanvang van de overbrugging kunnen bevroeden, dan zou men waarschijnlijk geen werk voor enkel spoor althans geen werk dat gedoemd is om voor enkel spoor te blijven, hebben gemaakt.

Personeel.

Voor de leiding der werkzaamheden, behoorende tot de overbrugging van het Hollandsch diep was door den Minister van Binnenlandsche

Zaken eene Commissie benoemd, bestaande uit de Hoofdingenieurs WALDORP en KOOL en uit de Eerstaanwezend Ingenieurs MICHAELIS en VAN DEN BERGH. Laatstgenoemde was belast met het dagelijksch toezicht en meer rechtstreeks onder zijne orders waren de Sectie-ingenieurs VERMAES en BAKE voor zooveel betreft den onderbouw van de vaste brug en de dammen en de Bouw- en werktuigkundige Stang, voor zooveel aangaat de bovenbouw van deze brug werkzaam. De uitvoering van al de werken behoorende tot de draaibrug was opgedragen aan den Adjunct-ingenieur CLUYZENAER en de keuring en afneming van de materialen van den geheelen bovenbouw aan den Bouw- en werktuigkundige GIESBEES. Verder waren nog verscheidene gewone en buitengewone opzichters op het werk aanwezig, niet slechts om op de détails der uitvoering te letten, maar ook om voortdurend opnemingen, vooral peilingen uit te voeren.

BRUG OVER DEN RIJN BIJ ARNHEM.

Brug over den Rijn bij Arnhem.

Na den straatweg van Arnhem naar Wageningen, ongeveer 1,5 kilometer boven de kerk te Oosterbeek doorsneden te hebben, schrijdt de spoorweg van Arnhem naar Nijmegen, in nagenoeg noord-zuidelijke richting, door den Rozandepolder en over den Rijn, tot even voorbij den linker rivierdijk, om dan oostwaarts af te buigen.

In het rechte gedeelte ligt de brug over den Rijn, die tusschen de dagzijden der beide landhoofden 476 M. wijd is en bestaat uit zeven openingen, waarvan vier in den Rozandepolder, twee over de eigenlijke rivier en de zevende over eene tusschen pijler VI en het linker landhoofd, in het bestaande zomerbed gemaakte aanplemping.

De vier eerste openingen zijn achtereenvolgens wijd 55,5, 57,5, 57,5 en 58,25 M; de twee openingen over de rivier elk 95,5 cM. en de laatste 56,25 M; de eerste en de laatste openingen gemeten tusschen de dagzijde van het landhoofd en het midden van den naastliggenden pijler, alle overigen van midden tot midden der pijlers.

De bouw van de landhoofden en pijlers werd aanbesteed op den 3den Juni 1875 en aangenomen door D. Volker te Dordrecht en L. Volker Az. te Sliedrecht voor f 579 000.

Voor het opmaken van het ontwerp waren, ter plaatse van de pijlers I tot IV en van het linker landhoofd, grondboringen verricht, tot even beneden A.P. en ter plaatse van de beide rivierpijlers tot ruim 10 M. onder A.P. Bij de vijf eersten werd overal fijn zand, bij de beide laatsten fijn zand, en daaronder fijn zand met eenige slappe klei aangetroffen, zoodat het zeer twijfelachtig was of de bodem, zonder verdere voorziening het gewicht der pijlers met hunne belasting zou kunnen dragen.

Het bestek was opgemaakt in de onderstelling, dat het zand, tot dracht van den daarop te brengen last, geschikt was; maar, omdat de zekerheid daarvan niet bestond, was eene bepaling opgenomen, dat in het rivierbed en op de uiterwaarden proefpalen zouden worden geheid en dat, indien daaruit bleek dat eene paalfundeering onder den beton noodig was, deze zou worden uitgevoerd.

De hoogte der waterstanden wordt in het bestek opgegeven te bedragen bij

Middelbare rivier.	8.53 M. boven A.P.;
Laagwater bij open rivier	6.72 " " " ;
Id. bij ijsgang.	5.83 " " " ;
Hoogwater bij open rivier	12.72 " " " ;
Id. bij ijsgang	13.26 " " " .

Steunpunten.

Nadat eenige, bij de uitvoering van het werk noodige gebouwen, waren opgeslagen, werd, op 4 Juli, met den bouw van de brug aangevangen, door ontgraving van den fundeeringput voor het *Linker Landhoofd*. Voor de hoogte van den onderkant der betonfundeering was in het ontwerp gesteld 4 M. boven A.P., doch daar het bleek dat

op die diepte de veenlaag niet geheel was weggenomen werd de put één M. dieper uitgebaggerd. Bij het slaan der proefpalen werd bevonden dat eene onderheijng van het landhoofd noodig was.

Evenwijdig aan de as van de brug werden 24 rijen, elk van 12 palen, ingeheid, die omgeven werden door een rechthoekige kuip van dampalen, lang 25, breed 12.50 M. De heipalen staan hart op hart één M. uit elkander, zij zijn ingeheid tot gemiddeld 6.26 M. onder A.P. en de koppen zijn afgezaagd op 4 M. boven A.P. De palen van den damwand zijn 20 cM. dik, behalve de vier hoekpalen die 30 cM. in het vierkant meten; zij reiken tot ongeveer A.P. en de blijvende hoogte van den bovenkant is 8.50 M. boven A.P. Met de beheijng werd op 17 Augustus aangevangen en den 29sten October kwam zij gereed. Op 8 November werd de betonstorting aangevangen; maar reeds op 11 November moest die, ten gevolge van den snel opkomenden was van het water, worden gestaakt, toen de storting der tweede laag was gereed gekomen.

Gedurende de wintermaanden kon het werk niet voortgezet worden; maar zoodra het dooiweder inviel werd met de storting van de derde laag beton aangevangen.

Dit had plaats op 15 Februari 1877, na den middag, doch reeds spoedig daarna begon het water in de rivier weder snel te wassen en het gelukte alléén door met buitengewone krachtsinspanning voort te werken, om met die storting in den nacht van 17 Februari gereed te komen. In 38 uren waren 700 M³. beton verwerkt.

Het water bleef wassen tot het, op 16 Maart, zijn hoogsten stand, van 4.19 M. boven M.R. (12.72 M. boven A.P.) bereikte, zijnde de hoogst bekende stand bij open rivier, die ook op 3 April 1845 was waargenomen.

Na 16 Maart begon het water regelmatig te vallen en bij het einde van die maand was het tot 1.82 M. boven M.R. gedaald.

Op de betonlaag, die met zijn onderkant op 3.01 en met zijn bovenkant op 8.60 M. boven A.P. ligt, is het metselwerk van den pijler aangelegd, ter lengte van 22 en ter breedte van 9.50 M. De vorm is een rechthoek waarvan de beide hoeken, aan de noord- of rivierzijde, in het verstek zijn afgesnoten, over eene lengte, langs de schuine zijde gemeten, van 3.82 M.

Met elf rondgaande versnijdingen is de voet opgetrokken tot 9.50 M. boven A.P., waar de afmetingen nog 20 en 7.25 M. bedragen en hierop rust een prismatisch blok metselwerk, hoog 3.50 M., waarvan de horizontale doorsnede bestaat uit twee rechthoeken, van welke die aan de zuidzijde 19.60 M. lang en 5 M. breed, die aan de noordzijde 15.50 M. lang en 2.25 M. breed is; tegenover de schuine zijde van den voet springt dus het voorvlak van dit blok, aan ieder einde van den pijler ter lengte van 2.05 M., 2.25 M. terug.

Op de hoogte van 13 M. boven A.P. vangt het schoone werk van den pijler aan en de buitenvlakken zijn daarboven geheel met hardsteen bekleed, met uitzondering van den later te vermelden koppelmuur, van een klein gedeelte der zijvlakken, van het achter- of zuidvlak dat onder den grond komt en van de straks te vermelden inspringende gedeelten.

Op deze hoogte is de pijler in aanleg lang 18.685 M. en dik 6,8425 M.

De voorsprong aan de rivierzijde, is ter hoogte van 1.45 M. verticaal opgetrokken, daarboven heeft hij evenals de overige vlakken eene helling van 1 op 20. Op 19.85 M. boven A.P. is de totale lengte van den pijler 18 M. en de dikte bij de uiteinden 4 M. en bij de daaraan grenzende gedeelten 6 M.; daarboven zijn alle buitenvlakken verticaal opgetrokken.

Het middenste gedeelte van den pijler treedt echter ten opzichte van de beide einden of pijlerkoppen terug. Op de hoogte van 19,60 M. boven A.P. ligt de verticale voor of noordzijde van den muur, die de beide pijlerkoppen vereenigt, 1,80 M. nader bij de pijleras dan het voorvlak van den pijlerkop en op de achter- of zuidzijde is de voorsprong 11 cM.; voor- en achtervlak zijn verticaal opgetrokken. In dien muur zijn gespaard twee gewelven of poorten, wijd 3 M. in den dag, liggende met den top van het gewelf op 19,60 M. boven A. P. en met den onderkant op 15,30 M. boven dat peil. In elk der pijlerkoppen is een dergelijk gewelf bespaard, doch hier niet over de geheele dikte des pijlers, maar slechts ter lengte van 2,40 M. Deze vier besparingen hebben gemeenschap door gewelven, wijd 1,125, hoog 2,12 M. in de pijlers.

Behalve een gedeelte ter breedte van 0,89 M. aan de zuidzijde, bestemd tot dracht van de liggers van den doorgang achter het landhoofd. waarvan de dekzerk met zijn bovenkant ligt op 21,20 M. boven A. P., is de koppelmuur opgetrokken tot 22,275 M. daarboven. De bovenkant van de dekljst op de pijlerkoppen ligt 22,74 M. boven A. P. en de bovenkant der parapetmuren rondom die pijlerkoppen op 24,04 M. boven A. P.

In het inwendige der pijlerkoppen zijn nog, ter besparing van metselwerk, met beton gevulde ruimten gebleven, zooals de teekening aanwijst.

Bij de uitvoering van het gedeelte van den pijler boven de betonfundeering viel niets meldenswaardigs voor.

De uitvoering van het *Rechter Landhoofd* gat tot geene enkele moeilijkheid aanleiding. Bij het onderzoek van den bodem bleek dat ook hier eene paalfundeering noodig was.

Met ontgraving van den fundeeringput is in Mei 1876 aangevangen en toen die in Juli tot 0,50 M. onder M. R. gevorderd was, is begonnen met het heien van een damwand met eene rechthoekige inwendige ruimte, lang 25, breed 12,50 M., waarin 288 palen geheid zijn, evenals bij het Linker Landhoofd. De punten der palen reiken hier tot gemiddeld 6,58 M. onder, die der damplanken tot gemiddeld 2,82 M. boven A.P. De betonkuip is tot 6 M. boven A.P. uitgebaggerd, de palen zijn op 6,50 M. boven A.P. afgezaagd en de bovenkant van den beton, die in eene laag in den drooge gestort is, reikt tot 10 M. boven A.P. Gedurende de betonstorting was het weder ongunstig en daardoor werd dit werk veel vertraagd. Voor het verwerken van de benoodigde 1250 M³. werden niet minder dan 5½ dag of 60 werkuren gevorderd.

De storting kwam in September gereed en, na verharding van den beton, werd in October, met metselen aangevangen: welk werk, met eene tusschenpoozing van eene week om de op 10 November ingevallen vorst, tot het einde dier maand werd voortgezet en in Mei 1877 werd hervat en voltooid.

Op den beton is wederom het metselwerk aangelegd, in den vorm van een rechthoek lang 21,930 M., breed 9,55 M., met twee afgesnoten hoeken lang langs de schuine zijde gemeten, 3,57 M. en met vele rondgaande versnijdingen opgetrokken tot 11 M. boven A.P., waar de lengte nog 19,93 M. en de breedte 7,55 M. bedraagt.

Van 11 tot 13 M. boven A.P. zijn de wanden van het metselwerk verticaal en bestaat de doorsnede weder uit twee, met de lange zijde aan elkander sluitende rechthoeken, lang 19,63 en 15,50 M., breed 5,315 en 1,935 M., zoodat de langste of noordelijke rechthoek, aan beide zijden 3,065 M. buiten den anderen uitsteekt.

Aan de grond- of noordzijde versnijdt de muur, op 13 en op 13,55 M. boven A.P., telkens 25 cM. en is hij overigens tot den onderkant van de kroonlijst, verticaal opgetrokken, met uitzondering van het middelste

gedeelte, ter lengte van 6.40 M., dat, van 19 M. boven A.P. tot den onderkant van de dekzerk, schuin is opgetrokken en ongeveer 1.90 M. in dikte vermindert.

Aan de rivierzijde versnijdt de muur 24 cM. en is de voorsprong met een, de achterste rechthoek ter wederzijde van den voorsprong met twee versnijdingen van 25 cM. opgetrokken.

De bovenkant der versnijdingen van het gedeelte buiten den voorsprong, die ook rondom de kopeinden van het landhoofd doorgaan, liggen op dezelfde hoogte als die van de grondzijde van dien muur. Ook voor den voorsprong ligt de bovenkant der onderste versnijding op 13 M. boven A.P., maar die van de tweede ligt op 14 M. boven A.P.; daarop is een schuin afgewerkt dekstuk, met zijn bovenkant op 14.45 M. boven A.P. geplaatst en hierboven heeft ook dit muurvlak, evenals de anderen, eene helling van 1:20, tot 20 M. boven A.P., waarboven alle dagvlakken te lood opgemetseld zijn.

Ter hoogte van 15.289 M. boven A.P. vangt, in den voorsprong, eene inkassing, met verticale zijwanden en achterwand aan, breed 9.20 M. en op 19.85 M. boven A.P. 1.80 M. diep, zoodat ook hier, aan elk einde van het rechtstand, een pijlerkop aanwezig is gedekt met eene zerk, waarvan de bovenkant ligt op 22.74 M. boven A.P. en waarop een hardsteenen parapetmuur staat. reikende tot 24.04 M. boven dat peil.

Het voorvlak van den voorsprong onder de inkassing en de pijlerkoppen zijn geheel met hardsteen bekleed, de zijvlakken der laatsten slechts voor zoover zij niet onder den grond komen.

Ook voor de *pijlers I, II en III* bleek eene geheide fundeering noodig te zijn en voor elk hunner werden 128 palen in den grond geslagen, voor pijler I tot de diepte van 6.42 M. onder A.P., voor pijler II tot 8.30 M. onder A.P. en voor pijler III tot 6.19 M. onder A.P. De dampalenwand, die de betonfundeering omgeeft, omsluit eene ruimte, rechthoekig lang 13.728 M., met twee driehoekige koppen, waardoor de lengte in de as van den pijler wordt 22.728 M., terwijl de inwendige breedte 9 M. bedraagt. De palen staan, in alle richtingen, hart op hart 1.07 M. uit elkander. De gemiddelde diepte waarop de punt der dampalen reikt is voor pijler I 3.45, voor pijler II 3.42 en voor pijler III 3.40 M. boven A.P.

De koppen der palen zijn afgezaagd op 6 M. boven A.P., de grond is weggebaggerd tot 5.50 M. boven A.P. en de bovenkant van den beton ligt op 8.50 M. boven A.P.

De zijden van den, op den beton aangelegden fundeeringmuur, loopen evenwijdig met die van den damwand. Op 8.50 M. boven A.P. is de lange zijde van dien muur 12.486 M., terwijl de breedte bedraagt 6 M. Op 9 M. boven A.P. bedraagt de breedte nog 5 M. Op deze hoogte begint het schoone werk en is de doorsnede van den pijler gevormd door een rechthoek, breed 4.63 lang 10 M. met aan iedere zijde een punt, waarvan de beide zijvlakken loodrecht op elkander staan en door een cirkelboog van 2.315 M. straal met de lange zijde van den pijler verbonden zijn.

De zijvlakken van den pijler zijn opgetrokken met hellingen van 1 : 20, voor zooveel betreft de spitsbogen tot 13.25 M. boven A.P. voor het middelste gedeelte van den pijler, ter lengte van 9.10 M., bij pijler I en III tot 14.85 M., bij pijler II tot 15.189 M. boven A.P., terwijl de koppen der pijlers met parapetmuur zijn opgebouwd, tot 16.30 M. boven A.P. en aan de buitenzijde, boven den spitsboog, door halve gelijkzijdige achthoeken van 1.619 M. zijde zijn begrensd.

Alle buitenvlakken zijn met hardsteen bekleed.

Bij den bouw van geen dezer drie pijlers werd eenige moeielijkheid ondervonden.

Ook bij den bouw van *pijler IV* viel weinig voor dat vermelding verdient. In Juli 1876 was de fundeeringput, tot 6.5 M. onder M. R. uitgebaggerd en werd met het heien aangevangen. In Augustus waren damwand en palen ingeslagen en de laatsten afgezaagd; op 21 Augustus werd met betonstorten begonnen en in 4 dagen (63 werkuren) waren 1100 M³. door twee kokers, gestort. Om de fundeering van den pijler, die in de zomerkade van den Rozandepolder geplaatst was, te kunnen maken, was eene sleuf of haventje gebaggerd; zoodra, door aanvulling daarvan, een kleidam om den pijler was verkregen, werd de betonkuip leeggepompt en hoewel de waterstand in de rivier eene hoogte van 2.30 M. boven de fundeering bereikte, leverde de droogmaking hoegenaamd geen bezwaar op.

Gedurende de hooge waterstanden in Februari en Maart 1877, moest, wegens het onderloopen van het bouwterrein op de beide oevers het werk gestaakt worden, maar overigens liep het zonder stoornis af.

De ruimte binnen den damwand, die de betonfundeering omsluit, heeft een rechthoekigen vorm met, in het verstek afgesneden hoeken. Zij is inwendig in de as lang 27 M. en breed 12 M. Langs de lange zijden is de lengte van den wand 19.97 M. De onderkant der dampalen reikt tot gemiddeld 0.204 M. onder A. P.; de bovenkant is afgezaagd op 6.50 M. boven A. P. In den put zijn geslagen 262 heipalen die tot de gemiddelde diepte van 8.46 M. onder A. P. reiken en op 3.26 M. daarboven zijn afgezaagd. De put is uitgebaggerd tot 2.76 M. boven A. P. en de bovenkant van den beton ligt op 6.50 M. boven dat peil.

Het grondvlak, waarmede de gemetselde pijler op den beton rust, bestaat uit een rechthoek gesloten door twee halve cirkels. In de lengte as gemeten is de pijler lang 23.60 M. en in de dwarsas, breed 8.60 M. Op 7.50 M. boven A. P. zijn beide afmetingen met twee meters verminderd en op deze hoogte vangt een cilindrisch blok aan dat 6.25 M. dik en één M. hoog is.

Op 8.50 M. boven A. P., waar de pijler 6.15 M. dik en 21.15 M. lang is in de as, vangt het schoone werk aan, dat met hellingen van 1:20 opgetrokken is tot 13.50 M. boven A. P. Op deze hoogte veranderd de vorm van de horizontale doorsnede van den pijler. Zij bestaat hier uit een rechthoek lang 15 M., breed 5.605 M., met aan iedere zijde, een regelmatig half achthoekigen kop omschreven om een cirkelboog van 2.5025 M. middellijn. Hooger op hellen alle buitenvlakken weder 1:20. Tot dracht van de bruggen zijn echter in beide lange zijden inkassingen gemaakt en wel aan de landzijde van 15.289 M. boven A. P. opwaarts, wijd 9.10 M. en aan de rivierzijde van 20.753 M. boven A. P. opwaarts, wijd 11.25 M. De wanden van die inkassingen zijn verticaal en in tegenstelling van de rest van den pijler, niet met hardsteen bekleed. Buiten de inkassingen is de pijler nog opgetrokken tot 22.72 M. boven A. P.

Kort na de goedkeuring der besteding werden de proefpalen voor de pijlers V en VI geslagen en, evenals bij het linkerlandhoofd bevonden was en later ook voor de andere steunpunten zou bevonden worden, wees zich ook hier de onvermijdelijke noodzakelijkheid aan om eene paalfundeering onder den beton te maken.

In het voorjaar van 1876 werd een aanvang gemaakt met het baggeren van eene fundeeringsleuf voor pijler V, ongeveer tot de diepte waarop de onderkant van den beton zou komen te liggen. Op 1^o. Juni werd met het inheien een aanvang gemaakt, maar de hooge waterstanden in het einde dier maand en in het begin der volgende waren oorzaak dat eerst op 19 Juli met het slaan der palen voor den damwand kon aangevangen worden en hadden mede ten gevolge, dat door invloeiing van zand de fundeeringput 70 c.M. verondiepte, welk zand

echter gedurende de beheering van den damwand, door den stroom weder gedeeltelijk verplaatst werd. Om van die gunstige werking zooveel mogelijk partij te trekken werd het inheien van de boven- en benedenvlakken van den damwand nadat de lange zijden voltooid waren eenige dagen uitgesteld. Nadat de heipalen waren afgezaagd en losse schermen in de kuip waren gesteld, werd dit doel ten deele bereikt en daarna de beheering voltooid en het nog te veel in den put achtergebleven zand met den beugel uitgebaggerd, waarna de vereischte 1000 M³. beton, in drie lagen van 1.5 M. dikte in 4¹/₂ dag of 69 werkuren werden gestort.

Het droogmaken van den fundeeringput werd eenigen tijd, door den hoogen waterstand vertraagd. Het binnenvlak van den damwand was met zeildoek bekleed en om dit doek tegen den wand aan te persen werd op 24 September begonnen met het daartegen aanstellen van planken, waarvan de voet, door een laag bazalt, dik 1 M., tegen het zeildoek werd gedrukt, met het gunstige gevolg dat, op 29 September de kuip in drie uren, met eene locomobiel werd ledig gepompt en dit werktuig, ter verdere droogmaking later nu en dan nog slechts eenige oogenblikken behoefde te werken.

Met het metselwerk werd een aanvang gemaakt. In het begin van October had een sterke was van de rivier plaats, zoodat het water tot ruim 3 M. boven den bovenkant van den beton reikte en er dag en nacht moest doorgewerkt worden om den pijler boven water te krijgen. Het groote nut van de bekleding van het zeildoek met planken bleek hierdoor volkomen, want, ook zelfs onder deze ongunstige omstandigheden was de eene locomobiel ruim voldoende om den put droog te houden.

Het verdere afwerken van den pijler geschiedde zonder enig bezwaar, slechts was de hooge waterstand van Februari 1877 oorzaak dat, door het onderloopen der bouwterreinen, ook hier het werk eenigen tijd moest worden gestaakt. In Juli 1877 was hij geheel voltooid, terwijl van den lagen waterstand van October daaraanvolgende gebruik gemaakt werd, om den damwand af te zagen.

De betonkuip bestaat uit een rechthoek met twee driehoekige koppen. Zij is inwendig wijd 12 M. en lang, in de as, 33.62 M.; langs de lange zijde van den wand bedraagt de lengte 21.62 M. De onderkant der dampalen reikt tot gemiddeld 0.147 M. onder A.P., die der heipalen tot 6.15 M. daaronder. De damwand is afgezaagd op 6.50 M. boven A.P. In den put zijn 292 palen geslagen, waarvan de kop is afgezaagd op 3.50 M. boven A.P. De onderkant van den beton ligt 2 M., de bovenkant 6.50 M. boven A.P.

Het grondvlak van den pijler bestaat weder uit een rechthoek en twee spitsbogen. waarvan de rechte zijden elkander onder een hoek van 90° snijden en door cirkelbogen aan het eigenlijke pijlerlichaam verbonden zijn. Op den beton is de rechthoek breed 7 M. en zijne lange zijde is 16.626 M. In de as is de lengte, op den beton gemeten, 26.26 M.

Op 7 M. boven A.P. versmalt de pijler tot 6.60 M.; op 7.50 M. tot 6.25 M. Hierboven hebben alle vlakken eene helling van 1:20, voor de beide lange zijden, over eene lengte van 11.25 M., tot 20 M. boven A.P., waar de pijler 5 M. dik is en verder tot 13 M. boven A.P. waar de dikte 5.70 M. bedraagt. Op deze hoogte is de spitsboog afgedekt met eene afwaterende dekzerk, dik aan den buitenkant 50 c.M. en 50 c.M. smaller dan de daaronder gelegen pijler. Boven deze hoogte heeft de pijlerkop een veelhoekigen vorm, zooals de tekening aanwijst, die boven het draagvlak van den bovenbouw nog met eene hardsteenen borstwering is afgedekt, waarvan de bovenkant ligt op 21.60 M. boven A.P.

Boven den beton is de geheele pijler met hardsteen bekleed.

Met het heien van de palen voor *pijler VI* kwam men op 13 Mei 1876 gereed. Bij het heien van den damwand ontstond, door sterken was van het water, enig oponthoud, dat echter opgeheven werd door aanvoer van langere palen. In Juni kwam de geheele beheering gereed, werden de heipalen op 2.50 M. boven A.P. afgezaagd, hetgeen met twee zagen, in 9 dagen tijd nitgevoerd werd en werd met de betonstorting aangevangen.

Zoodra de beheering gereed was werd getracht de, door uitbaggering ten behoeve van de fundeering van den pijler gevormde gleuf weder aan te plempen, maar dit doel kon, bij het aanhoudend wassend water, niet bereikt worden; door den sterken stroom had, boven en zuidwaarts van den pijler, uitschuring van den bodem, tot de diepte van 1 à 2 M. plaats. Om verdere verdieping te voorkomen werd de pijler, aan de bovenzijde, door middel van een rijzendam, met den oever verbonden, maar zoodra deze aangesloten was en de richting van den stroom daardoor om den noordoosthoek van den pijler geleid werd. ontstond nabij dien hoek eenige meerdere diepte, die het storten van 170 scheepston schrotbazalt noodzakelijk maakte. Die verdieping en de snelle was van het water deden de vrees ontstaan, dat de damwand te weinig wederstandsvermogen tegen eene verticaal opwerkende kracht zou kunnen aanbieden en om die te vermeerderen werd hij, door eene belasting met stortsteen op twee houten vloeren aangebracht, bezwaard. Het water rees tot 10.51 M. boven A.P., zoodat de tot 10 M. boven A.P., afgesloten kuip overstroomde en om daarin geen belangrijke verondieping door invloeiing van zand te verkrijgen, werd de damwand door opboeiing tot 10.60 M. boven A.P. verhoogd.

In het begin van Juli waren de benoodigde 1950 M³. beton, door twee kokers, in 77 werkuren gestort, doch om den hoogen waterstand werd het bedenkelijk geacht met het ledigpompen een aanvang te maken vóór den 27sten dier maand. Toen had dit plaats, bij een waterverschil van 1.25 M. Even als later bij pijler V was ook hier op het zeildoek eene doorgaande beplanking aangebracht en evenmin hier als daar gaf de droogmaking en de latere drooghouding tot eenige moeite aanleiding. De opmetseing van den pijler had, zonder enig vermeldenswaardig voorval plaats. evenals die van de bazalkade langs het jaagpad op de pijlerfundeering opgetrokken, die in October 1876 gereed kwam, terwijl de pijler in December van dat jaar voltooid was.

De vorm van den pijler wijkt door de aanwezigheid van het jaagpad, geheel af van dien van pijler IV, al staan beide langs de normaallijn van de rivier.

De vorm van de fundeeringkuip is een rechthoek met twee in het verstek afgesneden hoeken; langs de zijde van de rivier is de kuip inwendig lang 27 M., de breedte in de as is 13.65 M.; aan de landzijde is de rechte damwand 19.97 M. lang, terwijl de gedeelten, die haaks op de lange zijde staan, 10.135 M. lang zijn en de beide schuine zijden eene lengte hebben van 4.97 M. De dampalen reiken met hunnen voet, aan de landzijde, tot gemiddeld 0.202 M., aan de rivierzijde tot gemiddeld 1.256 M. onder A.P. en hun boveinde is afgezaagd op 7.50 M. boven dat peil. In de kuip zijn geslagen 300 heipalen met de punt tot gemiddeld 7.75 M. onder A.P. en waarvan de kop op 2.50 M. boven A.P., is afgezaagd; de bodem is uitgediept tot 1.65 M. boven A.P. en de bovenkant van den beton ligt op 7.50 M. daarboven. Op deze hoogte vangt het metselwerk van den pijler en van den bazaltmuur, langs het jaagpad aan.

De voet van den laatsten, die 1.40 M. dik is, ligt over 14.5 M. evenwijdig aan en 0.5325 M. binnen den binnenkant van den dampalen-

wand; de beide uiteinden van dien muur zijn, langs de rivierzijde ojfelformig en verder langs de binnenzijde van den dwarswand van de kuip omgebogen, in welke richting zij eene lengte van 4.75 M. hebben. Het voorvlak van dezen muur heeft eene helling van 1:20 en de bovenkant van de 0.50 M. breede dekzerk ligt op 10.53 M. boven A.P.

Het grondvlak van den pijler heeft een langwerpig rechthoekigen vorm, met in het verstek afgesnoten hoeken, zoodat de uiteinden halve regelmatige achthoeken vertoonen. De lengte en breedte in de assen zijn 23.60 en 8.60 M. Het metselwerk is, met acht rondgaande halve steens versnijdingen, opgetrokken tot 8.50 M. boven A.P. en van hier tot 9.50 M. boven A.P. bestaat de horizontale doorsnede uit een rechthoek met twee halfeirkelvormige koppen, breed 6.25 M., lang over de as 21.25 M.

Op deze hoogte vangt het schoone lichaam van den pijler aan, dat eene doorsnede van denzelfden vorm heeft en in aanleg 21.05 M. lang en 6.05 M. breed is. Het werk is met hellingen van 1:20 opgetrokken tot 13.50 M. boven A.P., en van hieraf tot de dekljst hebben de koppen weder den achthoekigen vorm en zijn zij 0.60 M. smaller dan het middelste gedeelte van het pijlerlichaam. De wanden der koppen behouden de helling van 1:20 tot de dekljst; die van het middendeel der pijlers zijn boven 20 M. boven A.P. verticaal opgetrokken.

Tot dracht der bruggen zijn in de beide lange zijden van den pijler inkassingen gemaakt aan de rivierzijde, wijd 11.25 M., en liggende met de zool op 20.753 M. boven A.P., naar de zijde van het landhoofd, wijd 9.10 M., en liggende met den onderkant op 15.289 M. boven A.P. Op de koppen bevinden zich verhoogingen, waarvan de bovenkant ligt op 22.72 M. boven A.P.

De ruimte tusschen den pijler en den bazaltmuur is aangevuld met zand, gedekt door eene laag klei, dik 1 M., waarop weder ongeveer 0.45 M. zand, waarin een klinkerbestrating is aangebracht.

De uitgaven voor het onderheien der pijlers en landhoofden hebben bedragen voor:

het rechterlandhoofd . . .	f 10 883.46
pijler I.	4 334.86
„ II.	5 668.55
„ III.	4 207.11
„ IV.	13 888.38
„ V.	11 248.73
„ VI.	10 933.30
het linkerlandhoofd. . . .	10 447.24

Te zamen . . . f 71 611.33

Op elk van de koppen van de pijlers IV en VI is een brughuisje geplaatst, waarvan de inrichting en de vorm uit de figuur zichtbaar zijn. De bouw van deze huisjes is opgenomen in bestek 679, waarbij is aanbesteed het voltooien van de aardebaan en het maken van verschillende grond- en metselwerken, tusschen het station Arnhem en den voet van ten afrid in de Betuwe, welk werk werd aangenomen door J. HILLEN te Grave voor f 282 600.

Tot herstel van de gemeenschap langs den Zuider Rijn dijk moest achter het linker landhoofd een doorgang gemaakt worden. Met de

aannemers D. VOLKER en A. VOLKER LZ. werd voor de uitvoering van het daarvoor noodige landhoofd eene overeenkomst gesloten. Dit werk, dat bij bestek 609 verrekend is, werd aangenomen voor f 26 100. In October 1876 werd met het graven van den fundeeringput een aanvang gemaakt.

In eene rechthoekige ruimte, lang 15.20 M., breed 7.20 M., door eene dampalenwand omgeven, werden 105 heipalen geslagen. De put werd ontgraven tot 6 M. boven A.P., de palen afgezaagd op 6.50 en de damwand op 8.50 M. boven A.P.; tot welke laatste hoogte de kuip met beton is aangevuld.

Op deze hoogte werd het metselwerk, ter lengte van 13.25 M. en ter breedte van 5.25 M., rechthoekig aangelegd en met acht halvesteensversnijdingen opgetrokken tot 9.50 M. boven A.P., vanwaar de pijler, met verticale wanden, altijd rechthoekig ter lengte van 11,25 M. en ter breedte van 3 M., is opgemetseld tot 22.10 M. boven A.P. In den pijler is eene opening bespaard, wijd 4 M., hoog in de as 7 M., van onderen door een cirkelboog met 0.60 M. pijl, vanboven door een halven cirkel afgesloten.

Aan de rivierzijde is, in den pijler, eene inkassing gespaard, tot dracht van den bovenbouw, lang 9.20 M., waarvan de zool ligt op 21.20 M. boven A.P. Hierachter is de muur, ter hoogte van 21.20 M. boven A.P., 0.80 M. dik, terwijl de achter- of grondzijde hellend afgewerkt is. Op de uiteinden van den muur staat eene hardsteenborstwering, waarvan de bovenkant ligt op 24.04 M. boven A.P. Die borstwering is 0.85 M. hoog en zijn voet is aan de binnenzijde, gesteund door hardsteenstukken, breed 1.40, dik 0.64 M.

Boven den grond zijn de zijvlakken met hardsteen bekleed, terwijl de inkassing tot dracht der brug met hardsteen gedekt en al wat daarboven ligt of geheel van hardsteen, of met hardsteen bekleed is.

Bij het slaan der palen bleek de grond zoo vast te zijn, dat de voorgestelde diepte niet kon bereikt worden; zij zijn dan ook niet dieper dan tot gemiddeld 3.47 M. onder A.P. geslagen, terwijl de punten der damplanken de gemiddelde diepte van 3.50 M. boven A.P. hebben bereikt; daarentegen lag de zandlaag 30 c.M. dieper dan verwacht werd, zoodat onder den beton nog eene laag zand van die dikte is aangebracht.

In October 1876 werd met dit werk aangevangen; in September 1877 was het voltooid.

Grond- en rijswerken.

Het terrein rondom den voet der pijlers I, II en IV, langs de noordzijde van pijler III en langs de zuidzijde van pijler VI is met schrotbazalt bezet, evenals de benedenglooiing van de aardebaan langs de voorzijde der beide landhoofden; de rivierbodem noordwaarts van pijler VI en rondom pijler V is bezet met zinkstukken, waarop eene steenbestorting is aangebracht, die met zijn bovenkant reikt tot de diepte waarop de dampalen zijn afgezaagd.

De op den rechteroever, langs den Rozandepolder, aanwezige zomerkade is over eene lengte van 1200 M. afgegraven en vervangen door eene nieuwe, meer binnenwaarts gelegen kade; aan beide einden aan de bestaande aansluitende en waarvan de kruin, die 3 M. breed is ligt op 12 M. boven A.P. Aan de buitenzijde heeft deze nieuwe kade een beloop van twee op een, aan de binnenzijde van 3 op 1; zij is geheel van klei opgetrokken en de beide taluds zijn bezood.

Tusschen het rechter landhoofd en de rivier is het terrein over eene breedte van 50 M. ter wederzijde van de as, van den spoorweg, tot de hoogte van 10 M. boven A.P. afgegraven.

Het zomerbed in de rivier heeft in de brug eene breedte van 150 M. Aan de zuidzijde is het beperkt door pijler VI, aan de noordzijde door een beloop, hellende gemiddeld ongeveer 10 op 1; de bodem is uitgebaggerd tot 3.80 M. boven A.P.

De grond, voortkomende uit de uitbaggering in de rivier en van de ontgraving op den rechteroever is, behalve tot vorming van een klein gedeelte spoorwegdam op beide oevers, gebruikt tot aanplemping van de ruimte tusschen pijler VI en den linker oever en tot vorming van een jaagpad, dat langs de rivierzijde van pijler VI geleid is en, voor zoover het met dien pijler een geheel vormt, reeds bij de beschrijving daarvan werd vermeld.

De bovenkant van de aanplemping, die op de situatietekening zichtbaar is, ligt op 10 M. boven A.P.; het geheele lichaam is gevormd van zand met eene 0.50 M. dikke laag klei afgedekt.

De voet van het jaagpad bestaat uit een rijspakwerk, waarvan de, op 7.50 M. boven A.P. gelegen kruin eene breedte heeft van 3 M. en welks voet rust op eene bleeslaag, dik één M. die aan de rivierzijde 5 M. uit dien voet uitsteekt. Het jaagpad is opgetrokken met eene buitenglooiing van 2 op 1, tot 10.40 M. boven A.P., op welke hoogte de kruin, met eene tonronde van een decimeter daarboven, 4 M. breed is.

Tegen de daarachter gelegen aanplemping steunt het jaagpad met een beloop van 3 op 1.

Het jaagpad is gemaakt met den grond dien de uitbaggering en de ontgraving opleverden, dus in hoofdzaak uit zand, doch boven de hoogte van 9.50 M. boven A.P. zijn kruin en buitenbeleep met één M. dikke zuiver klei bekleed. Overigens is, op het buitenbeleep, eene steenbezeetting, dik 25 c.M., op eene laag puin, dik 20 c.M., aangebracht, is de binenglooiing met bazalt bezet en de kruin met klinkers bestraat. De buitenzijde van het pakwerk is ter dikte van 25 c.M. met puin bekleed en langs den buitenberm daarvan is eene puinbestorting aangebracht.

In Juni en Juli 1876 werden de noodige stukken voor het jaagpad langs den linkeroever gezonken, doch het hooge water belette om dadelijk het baardwerk te maken, hetgeen beneden de as der overbrugging in Augustus, daarboven in October plaats had.

Bij geen der grond- of rivierwerken viel overigens iets voor dat waard is vermeld te worden.

Behalve de hierboven genoemde brughuisjes zijn al de tot nu toe vermelde werken verrekend bij bestek 609.

Volgens hetzelfde bestek zijn uitgevoerd eenige grondwerken, die niet rechtstreeks behooren bij de brug en waarvan de kosten ad f 12 625, in de hierachter gevoegde tabel, dan ook niet bij die van de brug zijn opgenomen.

Volgens bestek 613 werd op 8 Juli 1875, aanbesteed het maken van zes dwarskribben tot normaliseering van den Neder-Rijn boven de spoorwegbrug; het werk werd aangenomen door E. S. Reijmer te Rotterdam voor f 10 414. Op de situatietekening zijn de kribben aangeduid. Bij de uitvoering had niets plaats dat vermelding verdient.

Bovenbouw.

De wijdte in den dag der vijf kleine brugopeningen is 53.5 M., die der beide groote 90 M.

Voor de kleine bruggen is de lengte van den balk, tusschen de hartlijnen der eindstijlen 55.825 M.; de wijdte tusschen de aslijnen der brugbalken 7.40 M.; de baan ligt bij het boven einde van de brugbalken; de brug is voor dubbelspoor en de afstand tusschen de beide spoorassen is 4 M.

De brugbalk heeft rechte, evenwijdige boven- en onderranden en is, tusschen den binnenkant der horizontale platen van die randen, 6.80 M. hoog; hij is door stijlen verdeeld in 11 vakken, elk lang 5.075 M.; in de vier uiterste vakken, aan elk einde, is een schoor, met den top naar het naastbij liggende uiteinde gekeerd, aangebracht, in de drie middenvakken kruisen zich de schoren.

De randen van den brugbalk zijn samengesteld uit horizontale en verticale platen, die met hoekijzers aan elkander verbonden zijn. In de beide uiterste vakken van den onderrand, aan ieder einde van den balk, ontbreken de doorgaande horizontale platen, die overigens eene breedte van 1002 en eene dikte van 10 m.M. hebben en waarvan er zooveel zijn aangebracht als vereischt wordt om eene netto doorsnede op te leveren die tegen de daarop werkende krachten weerstand bieden kan. Het grootste aantal platen is zes; zij zijn niet uit eene breedte genomen maar bestaan uit strooken van 300, 400 en 501 m.M. breed en, waar zulks voor de sterkte voldoende was, bestaat de uiterste plaat uit eene strook van 400 m.M. breed.

De verticale platen, waarvan er zich twee in elken rand bevinden, staan met eene tusschenruimte van 60 c.M. uit elkander. Zij zijn 17 m.M. dik en 600 m.M. breed.

De tusschenstijlen bestaan uit eene plaat, haaks op de richting van den brugbalk en twee platen evenwijdig aan die richting, aan de binnenzijde van de verticale randplaten aangebracht, zij hebben dus in doorsnede den vorm van eene liggende H (**I**); de verschillende platen zijn met 4 hoekijzers aan elkander verbonden, terwijl de evenwijdige platen, aan elk uiteinde, langs de binnenzijde nog met een hoekijzer omzoomd zijn. Van den tweeden en derden stijl is de dwarsplaat nog met hoekijzers aan de randplaten verbonden. Bovendien zijn overal de vulplaten aangebracht, noodig om opkropping van het ijzer te vermijden.

Bij den eersten of eindstijl zijn twee dwarsverbindingen, haaks op de richting van de brug, op een onderlingen afstand van 203 m.M. aangebracht, die echter niet uit eene doorgaande plaat, maar elk uit 7 dwarsstrooken, dik 10 m.M., bestaan, waarvan de onderste 543 m.M., de bovenste 1248 m.M. en elk der vijf andere 290 m.M. hoog zijn en die ieder, met de noodige vulstukken, door 4 hoekijzers aan de platen evenwijdig aan die richting zijn bevestigd. Laatstgenoemde platen zijn 1000 m.M. breed en langs hunne randen, aan de binnenzijde, weder met hoekijzers omzoomd; verder zijn ook hier overal de noodige vul- en laschplaten aangebracht.

De schoren bestaan uit twee stel, elk van twee platen, dik 16,5 m.M., behalve die in het middenvak, welke elk uit eene plaat, dik 17 m.M., en de tegenschoren, in het vijfde vak van elk einde, die ieder uit eene plaat, dik 15 m.M., gemaakt zijn.

De voeten der tegenover elkander geplaatste stijlen van twee brugbalken zijn gekoppeld door dwarsliggers, hoog buitenwerks 500 m.M., bestaande uit een boven en onderrand, elk van twee hoekijzers van 80 m.M. zijde, dik 8 m.M., en in de lengte in 7 vakken verdeeld, waarvan de vijf middenste, lang 80 c.M., door stijlen, bestaande uit een hoekijzer van 60 m.M. zijde, dik 7 m.M., en gekruiste latten, breed 60 dik 7 m.M., als vakwerk zijn samengesteld, terwijl de uiterste vakken door een plaat, dik 8 m.M., zijn gedicht, welke plaat boven den ligger doorgaat en daar, aan de dagzijde, schuur afgesneden, aan de achterzijde, tusschen hoekijzers met de brugstijlen vereenigd is.

Boven ieder dezer dwarsliggers is tusschen de toppen der brugbalken, een dwarsdrager geplaatst, bestaande uit een verticale plaat hoog 1178, dik 9 m.M., langs de boven en onderzijde voorzien van een rand, gevormd uit twee hoekijzers van 90 m.M. zijde, dik 9 m.M. en eene plaat,

breed 270, dik 10 m.M.; de uiteinden van deze dragers zijn gesteund door driehoekige consoles, die 9 m.M. dik zijn en door hoekijzers, als die der randen, daaraan zijn bevestigd.

In elk raam gevormd door een der genoemde dwarsliggers, een dwarsdrager en twee stijlen van de brugbalken is, tegen schrancking, een kruis aangebracht, waarvan elke arm bestaat uit twee hoekijzers van 8 c.M. zijde, dik 11.7 m.M., die met hunne uiteinden bevestigd zijn aan de driehoekige platen in de hoeken van het raam aanwezig.

Langs den onderkant van den onderregel dezer verticale kruisverbindingen is een horizontaal kruisverband aangebracht, bestaande uit hoekijzers van 130 m.M. zijde, dik 15 m.M., in het uiterste en 100 m.M. zijde, dik 12 m.M., in de overige vakken, die met laschplaten aan de onderranden der brugbalken verbonden zijn. Een tweede horizontaal kruisverband is aangebracht aan den onderkant der dwarsdragere en bevestigd aan laschplaten, die aan consoles onder de dragers verbonden zijn.

In het uiterste vak bestaat dit eveneens uit hoekijzers van 120 m.M. zijde, dik 15 m.M., in het daaraan grenzende hebben de hoekijzers 100 m.M. zijde en zijn zij 12 m.M. dik, terwijl voor de zeven middenvakken het been van het hoekijzer 90 m.M. breed en 9 m.M. dik is.

Tusschen de dwarsdragere en daaraan verbonden met hoekijzers van 9 c.M. zijde, dik 9 m.M., zijn vier rijen langsliggers geplaatst. Die liggers zijn hoog 85 c.M. en bestaan uit eene verticale plaat, dik 8 m.M., met twee randen elk van twee hoekijzers van 90 m.M. zijde, dik 9 m.M.; in het boven- en benedenvlak zijn de opvolgende langsliggers aan elkander verbonden door horizontale platen, dik 10 m.M., die door de lijfplaat van den dwarsdrager heengaan. De langsliggers die tot hetzelfde spoor behooren zijn, aan de benedenzijde, onderling gekoppeld door horizontale kruisen van ijzeren strooken, breed 60, dik 7 m.M.

Op de langsliggers zijn, tot dracht der spoorstaven, eiken dwarsliggers aangebracht, waarover in de ruimte tusschen elke twee sporen van dezelfde baan eene geribd ijzeren vloer gelegd is, terwijl over de uiteinden, buiten de spoorbanen, een eiken loopplank en over die tusschen de beide spoorbanen en over aldaar, op de binnenlangsliggers der twee spoorbanen, geplaatste greenen dwarsliggertjes, een eiken vloer is aangebracht.

Op den bovenrand van elken brugbalk bevindt zich een voetpad, bestaande uit eene plankenvloer, breed 1.38 M., gedragen door twee langsliggertjes, elk samengesteld uit twee hoekijzers en aan den buitensten langsligger bevestigde consoles van plaatijzer. Langs de buitenzijde van dit voetpad is eene ijzeren leuning geplaatst.

De oplegging der bruggen heet plaats in denzelfden geest als bij de brug over de Koningshaven in den spoorweg van Rotterdam naar Breda en voor de beschrijving wordt dus naar die van genoemden spoorweg verwezen.

De details der constructie van de brug en de wijzigingen die daarin op bijzondere punten, bijv. de ontmoeting van twee bruggen op een pijler, zijn moeten gebracht worden, zijn in de teekeningen zichtbaar.

De openingen van 90 M. zijn overspannen door bruggen, bestaande uit twee, aan hunne bovenzijden gekoppelde brugbalken, waartusschen de baan, voor dubbel spoor, nabij den onderrand geplaatst is.

Elke brugbalk is lang tusschen de harten der eindstijlen 93.06 M. en bestaat uit een rechten onderrand en een veelhoekig gebogen bovenrand, van welke de hoekpunten liggen op een cirkelboog, beschreven met eene straal van 122.78 M. De buitenwerksche lengte van den brugbalk is 94.49 M. en de hoogte, gemeten tusschen de buitenkanten der hoekijzers van de randen, aan de uiteinden 6.60 M., in het midden

10 M. Tusschen de randen zijn stijlen en schoren aangebracht; de eerste verdeelen de brug in 13 vakken, waarvan de beide uitersten 6.60 M. en alle overigen 7.26 M. lang zijn. In de diagonaal van elk vak bevindt zich eene schoor, met den top gekeerd naar het naastbijgelegen steunpunt; in de vijf middenste velden is nog een tweede schoor in de andere diagonaal van het veld aangebracht.

Aan den voet van elken stijl, dragende op de onderranden van de twee, op een afstand van 9.25 M. hart op hart, tegenover elkander geplaatste brugbalken, is een dwarsdrager aangebracht en tusschen de opvolgende dwarsdragers bevinden zich 4 rijen langsliggers, één op 1.25 M. en één op 2.75 M. ter wederzijde van de as. Op de langsliggers zijn weder de houten dwarsliggers geplaatst en op deze de spoorstaven, met daartusschen aangebracht geribd ijzer dek, terwijl de baan verder met planken afgedekt is.

Tusschen de horizontale platen der boven- en onderranden zijn windkruisen aangebracht en de boven-einden van de tegenover elkander geplaatste stijlen der twee brugbalken zijn door koppelbalken vereenigd.

De randen van de brugbalken hebben den gewonen bakvorm; zij bestaan uit horizontale platen breed 1.22 M., dik 11 mM., waaraan twee verticale ribben, hoog 68 cM., elk bestaande uit twee platen dik 15 mM., met wederzijdsche hoekijzers van 13 cM. zijde, dik 15 mM., bevestigd zijn. De afstand tusschen de binnenkanten der platen van de verticale ribben, bedraagt 695 mM.

De horizontale platen der randen zijn, in de richting van de breedte, uit twee of drie strooken samengesteld. In de benedenranden bevinden zich, in de beide eindvakken, geene horizontale platen, doch zijn deze vervangen door een kruisverband van strooken, breed 10 cM., dik 11 mM. In het midden van elk vak van den bovenrand is, ter voorkoming van buiging door de daar werkende drukkende krachten, tusschen de verticale platen een dwarsschot geplaatst, gevormd door eene plaat dik 8 mM. met hoekijzers van gelijke dikte en van 8 cM. zijde.

De eindstijl is, in de richting van den balk 1.43 M. breed; hij bestaat in hoofdzaak uit drie haaks op die richting geplaatste stijlen, waarvan de horizontale doorsnede den vorm eener **I** heeft; de middenstijl is gevormd uit een verticale plaat dik 10, breed 638 mM., aan de lange zijden, langs beide vlakken, omzoomd door een hoekijzer van 15 cM. zijde, dik 15 mM.; tegen de andere beenen van deze hoekijzers is, in de richting van den brugbalk, aan wederzijde van den stijl, eene plaat bevestigd, breed 470, dik 12.5 mM. De beide andere stijlen hebben geene doorgaande lijfplaat maar zijn gevormd uit twee deelen, die ieder den **T** vorm hebben en samengesteld zijn uit eene toptafel, breed 210, dik 12.5 mM., die met twee hoekijzers, van 10 cM. zijde, dik 12 mM. bevestigd zijn aan den steel, die 17 cM. breed en 10 mM. dik is, de steelen dezer **T**'s zijn gekoppeld door horizontaal geplaatste hoekijzertjes van 25 mM. zijde, dik 6 mM. De uitwendige vlakken van deze drie stijlen zijn, door kruisplaten van 465 mM. breed en 12.5 mM. dik, met elkander verbonden.

De tweede stijl heeft den kokervorm; hij is lang, in de richting van de brug, 670 mM., breed haaks daarop 665 mM. De wanden, in de richting van den brugbalk, bestaan elk uit eene plaat breed 67 cM., dik 13 mM. en de wanden haaks daarop zijn elk uit twee **T**'s gevormd, die samengesteld zijn uit twee ongelijkzijdige hoekijzers, van 100 bij 80 mM. zijde, dik 10 mM., met het breedste been evenwijdig aan de as en uit eene strook breed 150, dik 8 mM. De steelen, van elk paar over elkander staande **T**'s zijn gekoppeld door 9 hoekijzers, van 70 mM. zijde, dik 7 mM. en in elk vak, dat daardoor ontstaat, is een kruis aangebracht, uit strooken breed 70, dik 8 mM. In de dwarsas van den stijl

is van onderen, ter hoogte van den onderrand van de bovenkoppeling en van boven, ter respectievelijke hoogte van 1575, 1590 en 1255 m.M., eene dwarskoppeling aangebracht, bestaande uit eene plaat dik 8 m.M. aan de lange zijde van de verticaal, verbonden met twee hoekijzers van 100 bij 80 m.M. zijde, dik 8 m.M. aan de zijwanden van den stijl.

De stijlen 3 tot 7 hebben allen denzelfden hoofdvorm. Zij bestaan uit twee evenwijdige platen, in de richting van de brugas, waarvan de buitenkanten 665 m.M. van elkander verwijderd zijn. Aan den binnenkant is, langs elke zijde dezer platen, een hoekijzer bevestigd en in het midden humner breedte zijn zij door een tusschenschot gekoppeld, dat weder bestaat uit twee T's, gevormd door twee hoekijzers en een daartusschen geplaatste strook; die strooken zijn weder met elkander vereenigd door horizontale hoekijzers en door gekruiste latten, op gelijke wijze als voor stijl 2 is omschreven, terwijl ook hier van onder, ter hoogte van den onderrand van de bovenkoppeling en van boven, dwarsplaten zijn aangebracht, die evenwel hier de kruisen vervangen. Bij de stijlen 5, 6 en 7 bevindt zich nog eene dergelijke dwarsplaat midden tusschen de bovenste en die aan den onderrand der koppeling. Voor de verschillende stijlen zijn de breedten en de afmetingen der onderdeelen verschillend, naar gelang der krachten die daarop werken.

De schoren sluiten onder en boven tegen de verticale ribben der randplaten; zij zijn dus, evenals deze, dubbel in elken wand, terwijl elke schoor bestaat uit twee platen ijzer, dik 15 m.M., met uitzondering alleen van de tegenschoor in het voorlaatste vak, die uit eene plaat, dik 30 m.M. en van die in het laatste vak, die uit eene plaat, dik 15 m.M. gevormd is. Deze laatste schoor is tegen den buitenkant van de verticale rib geklonken, terwijl al de overigen, door middel van wederzijdsche laschplaten, aan de ribben bevestigd zijn.

De dwarsdrager bestaat uit eene lijfplaat hoog 996, dik 13 m.M., waaraan met hoekijzers van 80 en 130 m.M. zijde, dik 12 m.M., de randplaten, breed 300, dik 12 m.M., bevestigd zijn. Van deze randplaten, zijn in het midden vier, aan de einden twee in elken rand aanwezig; de lijfplaat is in de lengte uit twee stukken genomen, die met wederzijdsche laschplaten vereenigd zijn. Alles is van ijzer, met uitzondering van vier stalen vulplaten aan iederen kant van de lijfplaat, daar waar de langsligger met deze plaat moet verbonden worden. De vereeniging van den dwarsdrager met den brugbalk heeft plaats door middel van vastgeklonken hoekijzers en vulplaten, terwijl boven op de lijfplaat van den drager, tegen den stijl van den brugbalk, nog eene driehoekige versterking is aangebracht.

De langsligger bestaat uit eene lijfplaat hoog 754, dik 9 m.M., van boven en van onderen onzoomd met twee hoekijzers van 9 c.M. zijde, dik 10 m.M., waaraan de randen, breed 22 c.M., zijn vastgeklonken. Die randen bestaan in het midden van elken normalen langsligger, ter lengte van 3490 m.M., uit twee platen voor het overige uit eene plaat, dik 8 m.M. De opvolgende langsliggers zijn aan elkander verbonden door laschplaten, die door de lijfplaat van den dwarsdrager gestoken zijn; terwijl de langsliggers, die tot hetzelfde spoor behooren, aan de benedenzijde onderling gekoppeld zijn door een horizontaal kruisverband, bestaande uit stalen diagonaal-staven, breed 60, dik 7 m.M. en haaks op den ligger geplaatste hoekstalen van 6 c.M. zijde dik 7 m.M.

Op de langsliggers zijn eiken dwarsliggers geplaatst, zwaar 20 bij 18.5 c.M. waarop de spoorstaven bevestigd zijn. Tusschen deze draagt, op die dwarsliggers, eene geribd ijzeren plaat, terwijl op de buiteneinden daarvan eene eiken loopplank aangebracht is. Onder het middenpad liggen greenen balken, lang 2.80 M., zwaar 12 en 18.5 c.M., gedekt door een eikenvloer van 4 c.M. dik, terwijl aan iedere zijde van

de brug binnen langs den brugbalk, een looppad is gevormd, bestaande uit een 4 c.M. dik eiken dek, breed 104 c.M. gedragen door twee liggers, elk samengesteld uit eene 26 c.M. breede ijzeren plaat, dik 7 m.M., waaraan van boven en van onder, aan den buitenkant een hoekijzer geklonken is, van 7 c.M. zijde, dik 8 m.M.

Tegen den onderkant van de horizontale platen van den bovenrand van den brugbalk is eene windkoppeling aangebracht. Tusschen elke twee stijlen is een kruis gemaakt, waarvan elke arm bestaat uit een hoekstaal, in de vier eerste vakken aan elk einde van 12 c.M. zijde, dik 12 m.M.; in de vijf middenste vakken van 9 c.M. zijde, dik 10 m.M.; langs het verticaal geplaatste been van het hoekstaal is, in de twee uiterste vakken, aan elk einde der brug, nog een staalplaat geklonken, hoog 12 c.M., dik 10 m.M.

Een dergelijk kruisverband tegen de uitwerking van den wind, is ook geplaatst op de randplaten van den onderrand der brugbalken.

De boveninden der eindstijlen van de wederzijdsche brugbalken zijn gekoppeld door een dwarsligger, bestaande uit een boven- en onderrand en door 6 stijlen verdeeld in 7 vakken, waarvan de beide uitersten, lang 677.5 m.M. door een uitgesneden plaat gedicht zijn, terwijl in de vijf middensten een kruis van platte staven aangebracht is. De geheele hoogte van den balk tusschen de randplaten, is 67 c.M.; deze zijn breed 35 dik 1 c.M.; de hoekijzers, waaraan zij bevestigd zijn, zijn ongelijkzijdig, de horizontale zijde is 157, de verticale 79 m.M. breed, de ijzerdikte is 11 m.M. Tusschen de verticale beenen is, over ruim de lengte der vijf tusschenvelden, eene staande strook aangebracht, breed 150, dik 8 m.M., waarop de stijlen, bestaande uit een gootijzer breed 80 m.M. met opstaande ribben breed 25 m.M. dik de bodem 8, de ribben 15 m.M. en de schoren, breed 70, dik 8 m.M., geklonken zijn. Met zijne uiteinden steunt deze balk op, aan de stijlen uitgebouwde consoles.

De onderkant van deze onderkoppeling ligt 4.983 M. boven den bovenkant van de spoorstaaf en op dezelfde hoogte bevindt zich, bij iederen tusschenstijl van de brugbalken, een soortgelijken balk, die zich alleen door een gering verschil in de breedten en dikten van eenige onderdeelen, van dezen onderscheidt en den onderrand vormt van eene bovenkoppeling, waarvan de bovenrand denzelfden vorm heeft.

Bij stijl 2 zijn, tusschen dien boven- en onderrand, twee kruisen aangebracht, waarvan elke arm bestaat uit een hoekijzer van 12 c.M. zijde, dik 12 m.M. in de hoeken en aan het midden der balken, aan daartoe aangebrachte platen, geklonken. Bij de overige koppelingen bevindt zich slechts een kruis, waarvan elke arm bestaat uit twee hoekijzers van 8 c.M. zijde, dik 1 c.M. en bij de zes middenste stijlen is, ter hoogte van het kruispunt der diagonalen, nog eene horizontale verbinding aangebracht, die uit twee hoekijzers van 10 c.M. zijde, dik 1 c.M. gevormd is.

Op den bovenrand van den onderregel der koppelingen liggen nog over de geheele lengte van de brug twee ijzeren I balken, hoog 20 c.M., waarvan de toptafels 10 c.M. breed en 1 c.M. dik zijn, terwijl het lijf de dikte heeft van 9 m.M.

Wat de oplegging, de ontmoeting van twee bruggen op een pijler, de compensatietoestellen enz. betreft, waarin niets bijzonders is, wordt ook hier naar de teekeningen verwezen.

Het maken en opstellen van den bovenbouw werd aanbesteed 23 December 1875 en aangenomen door de firma Actiën Gesellschaft für Eisen Industrie und Brückenbau, vorm. HARKORT, te Duisburg, voor f 769 989.

Volgens § 9 van het bestek moesten de dwarsdragers en langsliggers van de beide groote bruggen van 90 M. overspanning gemaakt worden van gegoten staal.

Van dit materiaal werd, zooals gebruikelijk was, o. a. gevorderd dat het een wederstandsvermogen zou hebben van 60 K.G. per m.M²., dat de uitrekking onder het brekingsgewicht niet minder zou bedragen dan 17 pct. in de richting waarin het gewalst was en 13 pct. in eene richting haaks daarop, terwijl de samentrekking op de breuk niet minder zijn mocht dan 25 pct. in de eerste en 18 pct. in de tweede richting. De platen en de beenen der hoekstalen moesten zich, zonder gebrek te vertoonen, koud laten ombuigen, tot het omgebogen deel met het verlengde van het andere eenen hoek vormde van 110° tot 140°, naar gelang der dikte van de plaat.

De fabriek te Hoerde had de levering van het vereischte staal van den aannemer op zich genomen, en in Juni 1876 werd met de fabricatie aangevangen; doch de eerste proeven waren zeer onvoldoende. Hoekstalen, in Augustus gewalst waren niet veel beter; hetzelfde kan gezegd worden over hetgeen in de volgende maand geproduceerd werd; het staal was in den regel te hard en vooral weinig gelijkslachtig. In de volgende maanden was het ter keuring aangeboden materiaal beter; maar toch bleef het voortdurend noodig een groot deel van het geproduceerde af te keuren en bleek vooral dat men niet vooraf de zekerheid had of het metaal waarvan de fabricatie begon, goed zou uitvallen of niet.

In Januari 1877 begon de fabricatie van het klinknagelstaal en de uitkomst was al even ongelukkig als met het plaat- en hoekstaal. In Februari kwam het plaat- en hoekstaal gereed, doch het nagelstaal bleef dezelfde ongunstige uitkomsten leveren als vroeger. Op den 23sten dier maand werd een langsligger onderworpen aan de proef, omschreven in § 43 van het bestek. Deze paragraaf bepaalde dat, van de deelen die geklonken uit de fabriek naar de plaats van opstelling werden verzonden, zooals dwarsdragers, langsliggers en verticalen, vóór de verzending één stuk, op twee punten ondersteund of bevestigd en zoodanig belast zou worden, dat eene spanning zou ontstaan, in het staal van 26 K.G. per m.M²., waaraan het stuk gedurende ten minste twintig minuten moest worden onderworpen. Na het wegnemen der belasting mocht geene doorbuiging overblijven.

In zijne memorie betreffende het „Onderzoek van de draagkracht van stalen en ijzeren liggers” opgenomen in de Verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Jaargang 1883—1884, Tweede aflevering, zegt de heer TELDERS, destijds sectie-ingenieur bij den aanleg van Staatsspoorwegen:

„Onder het langzaam en voorzichtig belasten der schaal hield de ligger zich goed, totdat de spanning in den uitersten vezel, volgens berekening aangegroeid was tot 20 K.G. per m.M². De waargenomen doorbuiging, aanvankelijk onder de berekening blijvende, kwam thans daarmede geheel overeen. Toen de proef werd vervolgd en de onder stelde elasticiteits-grens bij eene spanning van 26 K.G. per m.M². genaderd was, werd eene eigepaardige knap gehoord, die eene seconde later door eene tweede gelijksoortig geluid gevolgd werd; waarop de ligger, onder eene zwaren slag door midden brak.

„De breuk vertoonde eene zuivere heldere metaaloppervlakte, zonder eenige gebreken, die het ontijdig bezwijken konden verklaren. Eene uitbreiding van het onderzoek werd noodig geoordeeld. Den 19den en 20sten Maart 1877 werden twee langdragers van denzelfden vorm onderzocht.

„De inrichting der proefneming bleef onveranderd. Alleen was tot het meer gelijkmatig verdeelen der drukking, onder het aangrijpingspunt een uit vilt, eikenhout en gesmeede platen samengesteld kussen van twee M. lengte en 37 c.M. hoogte aangebracht. Bij den eersten

dezer liggers werd een knap gehoord, toen, volgens berekening, eene spanning van 24 K.G. per m.M². bereikt was. De benedenflensplaat en een der beneden hoekstalen waren gescheurd. Het uitwendige aanzien der breukvlakken deed geene buitengewone hardheid of broosheid onderstellen.

„Het draagvermogen van den derden ligger bleek nog veel kleiner te zijn. Nadat deze balk eene belasting welke, volgens berekening, eene spanning van 10 K.G. per m.M². had teweeg gebracht, met goed gevolg had doorstaan, werden reeds bij eene spanning van 12 K.G., twee knappen gehoord. Daar de, bij de geringe doorbuiging nog zeer fijne en weinig geopende scheur zich niet spoedig liet vinden, werd de proef voortgezet. Toen 18.5 K.G. spanning bereikt was deed zich andermaal een knap hooren en bij 20 K.G. spanning werd eene scheur in een der beneden hoekstalen ontdekt. Een volgende knap veroorzaakte bij 22.2 K.G. spanning de slijting der beneden flensplaat. Bij 28 K.G. spanning braken de beide beneden hoekstalen en de gemelde flensplaat, op ongeveer 800. m.M. afstand van de eerste scheuren.

„Bij 33.9 K.G. spanning werden ten derde male flensplaat en hoekstalen afgescheurd. De ligger met zijn, op verschillende plaatsen gebroken onderrand, droeg de langzaam aangroeiende belasting, totdat, bij 37.8 K.G. spanning de geheele doorscheuring volgde Dadelijk na het breken der liggers waren strooken, in de nabijheid der breuken uitgeboord, aan rek- en drukproeven onderworpen. De laatste gaven, over het algemeen voldoende uitkomsten. De draagkracht bedroeg 60 K.G., à 75 K.G. per m.M²., de uitrekking was hoogstens 21 percent, minstens 13.5 percent en de samentrekking op de doorsnede wisselde af van 26 tot 41 percent. Ook werden eenige klinkboutkoppes afgehakt, om na te gaan, of de steelen de geboorde gaten geheel vulden. Zulks bleek volkomen het geval te zijn.”

Die resultaten, waarvan de oorzaak nog voortdurend raadselachtig blijft, deden terugdeinzen voor het gebruik maken van staal, in die deelen der constructie welke rechtstreeks aan de belasting waren onderworpen, zoodat besloten werd de dwarsdragers en langsliggers van de groote bruggen, evenals al het overige van ijzer te maken. Intusschen was de volledige levering van staal afgeloopen en daar de beproefde stukken niet aan de voorschriften van het bestek hadden voldaan, kwam de schade geheel ten laste van den aannemer, die, ter vervanging van de stalen, ijzeren dwarsdragers en langsliggers moest leveren. Slechts werd goedgekeurd om die deelen, waarvan eventueele verbrekking geen gevaar kon doen ontstaan, van staal te maken en daardoor zijn aan de brug sommige windkruizen en vulplaten van staal.

Met de fabricatie van het ijzer, dat de stalen deelen moest vervangen, kon eerst in Mei 1877 aangevangen worden; de geheele oplevering van het werk werd daardoor nogthans niet vertraagd.

Reeds in September 1876 was met de opstelling van den steiger voor den bovenbouw van de meest zuidelijke opening een aanvang gemaakt; in December was de opstelling van den bovenbouw, op dien steiger, afgeloopen en bij het losmaken van de ondersteuning van dien bovenbouw was eene maximum-doorbuiging, in het midden van den brugbalk, van niet meer dan 9 à 10 m.M. geconstateerd.

In April daaraanvolgende werd een aanvang gemaakt met de beheing voor de steigers tusschen de pijlers II tot IV. Spoedig volgde daarop de ondersteiger voor de overspanning tusschen de pijlers IV en V. In Juli kwamen de bovenbouwen tusschen de steunpunten II—III en III—IV gereed, waarvan de ondersteuning werd weggenomen en werd met IV—V begonnen, die in Augustus voltooid van den steiger losgemaakt werd; in dezelfde maand werden de steigers in de openingen

R. L—I en I—II gemaakt en met opstellen van den bovenbouw aangevangen; in September werd aangevangen met de beheing van den ondersteiger, tusschen de pijlers V en VI; in October was de laatste bovenbouw van 53.5 M. geheel afgeklonken, in December waren alle bovenbouwen opgesteld en in Januari 1878 was de laatste steiger uit de rivier opgeruimd.

Bij de opstelling van de brug gebeurde niets dat vermelding verdient.

Met het afwerken van sommige deelen in de fabriek, het verven en het leggen van vloeren op het bouwterrein werd, in de eerste maanden van 1878, voortgegaan; het laatstgenoemde werk werd, door het aanhoudende slechte weder, zeer vertraagd, zoodat het leggen van den vloer eerst op 28 Mei voltooid was, waarop dadelijk, nog in dezelfde maand, de algemeene beproeving, voorgeschreven in art. 16 van het bestek, plaats had.

Overeenkomstig de bepalingen van het bestek bestonden de twee proefftreinen elk uit vijf locomotieven, wegende te zamen 250 000 K.G. en vier wagens samen zwaar 64 000 K.G., die eerst op elke overspanning 15 minuten rust hielden, en daarna de brug, in snelle vaart, bereden.

Bij deze beproevingen werd de doorbuiging in het midden van de brugbalken der kleine openingen, gemiddeld bevonden te bedragen, bij den last in rust 25 m.M., bij dien in beweging 24 m.M., terwijl bij de eerste eene geringe, blijvende doorbuiging door zetting der verbanden, werd waargenomen. Bij de groote bruggen bedroegen de overeenkomstige doorbuigingen 34 en 30 m.M., eveneens met eenige zeer geringe zetting bij de belasting in rust.

Merkbare zijdelingsche bewegingen of schuddingen kwamen bij geene enkele overspanning voor.

De onderranden der brugbalken vertoonden, bij het overtrekken der treinen, eene vrij aanmerkelijke verlenging, waaruit de goede werking van draagstoelen en rollen bleek en die, na ontlasting, genoegzaam gedeel verdween.

De waargenomen doorbuigingen van dwarsdraggers en langsliggers bedroegen slechts enkele millimeters en getuigden voor de groote stijfheid der vloeren.

De zijdelingsche uitbuiging der stijlen werd op $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$ en $\frac{3}{4}$ van de hoogte gemeten en overtrof nergens 0.4 m.M.

Ter plaatse van de aansluiting der langsliggers werd eene niet onbelangrijke uitbuiging (tot 7 m.M.) in de dwarsdraggers gemeten, die na ontlasting niet geheel verdween, maar waarvan nog 1 à 2 m.M. overbleef.

Aangaande de details der beproeving kan men raadplegen het, op pag. 77 en volgende van de Verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, jaargang 1880—1881, opgenomen volledig verslag.

De weg tusschen het linker landhoofd van de eigenlijke brug over den Rijn en het daarachter gebouwde hoofd is overspannen door den bovenbouw van twee bruggen in den spoorweg bij Zutphen, die door de verbouwing van het stationsemplacement aldaar beschikbaar kwamen. De waarde der bruggen is in de berekening der kosten van de brug over den Rijn opgenomen. Het gewicht, dat in de hierachter gevoegde tabel niet is opgenomen, bedraagt aan getrokken ijzer 22 556 K.G.

Gewicht van den bovenbouw.

Volgens de gewichtstaten en de staten van afrekening is aan den bovenbouw van de brug verwerkt:

De overspanningen van :	Getrokken ijzer.	Gesmeed ijzer.	Gegoten ijzer.	Geribd plaatijzer.	Getrokken staal.	Gehamerd grietstaal.	Hout.
	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	M ³ .
53.5 M ¹ . de vijf stuks.	1420 980	62 552	5330	31 550	"	10 541	153 385
90 " " twee "	1293 450	49 883	4739	21 033	32 342	13 974	110 037
Te zamen	2723 448	112 435	7078	52 583	32 342	24 515	243 422

Bovendien is nog verwerkt aan de verftoestellen 24 183 K.G. getrokken ijzer, 3215 K.G. gesmeed ijzer, 1,701 M³. eikenhout en 43 K.G. koper. In elk der bruggen van 53.5 M. zijn verder nog 100 stuks en in elk der bruggen van 90 M. nog 108 stuks koperen waterpijpjes aangebracht.

Het gezamenlijke gewicht der kleine bruggen is . . . 1 651 968 K.G.
hiervan rust onmiddellijk op de pijlers. 57 884 "

Blijft . . . 1 594 084 K.G.

daarentegen is hier bij te voegen voor spoorstaven
en toebehooren $5 \times 56.825 \times 160$ 45 460 "

Totaal gewicht der kleine bruggen. . . . 1 639 544 K.G.

Het gezamenlijk gewicht der groote bruggen is . . . 1 508 861 K.G.
waarvan onmiddellijk op de pijlers rust 59 654 "

Blijft . . . 1 449 207 K.G.

waarbij voor spoorstaven en toebehooren $2 \times 94.49 \times 160$ 30 237 "

Totaal gewicht der groote bruggen. . . . 1 479 444 K.G.

Hierbij is gerekend voor het gewicht van de M³. eikenhout 800 K.G.,
voor de M³. greenenhout 600 K.G.

Men heeft dus voor het gewicht per M. en per spoor van de kleine
bruggen $\frac{1\ 639\ 544}{2 \times 5 \times 55.825} = 2937$ K.G. ongeveer, of 55 l. K.G. per M¹.

de groote bruggen $\frac{1\ 479\ 444}{2 \times 2 \times 93.06} = 3974$ K.G. of 441. K.G. per M¹.

Kosten.

De totaalkosten, voor den bouw van de brug, kunnen berekend worden als volgt:

Bestek of over-eenkomst.	OMSCHRIJVING VAN HET WERK.
609	Het maken van de pijlers en de landhoofden voor de brug over den Rijn nabij Arnhem.
613	Het maken van eenige werken, tot normaliseering van de rivier de Neder-Rijn boven de ontworpen spoorwegbrug nabij Arnhem, tusschen de kilometerraaien XIX en XX.
623	Het maken en stellen van den metalen bovenbouw voor de brug over den Rijn te Arnhem.
679	Het voltooiën der aardebaan en het maken van verschillende grond en metselwerken, tusschen het station Arnhem en den voet van den afrid in de Betuwe. Slepen van vaartuigen en houtvloten door de in aanbouw zijnde brug over den Rijn bij Arnhem. Waarde van de bruggen van Zutphen aangevoerd. Doen van grondboringen nabij Oosterbeek ter plaatse van de ontworpen overbrugging van den Rijn. Kosten van onteigening. Kosten van buitengewoon opzichters.

(*) Grondwerken, als behoorende tot den weg Arnhem—Nijmegen, niet bij kosten voor den bouw van de brug geboekt.

Hierbij zouden nog behooren gevoegd te worden de kosten van het gewone personeel, die echter niet opgegeven zijn tot 15 Juni 1879, de datum waarop de brug voor het publiek verkeer werd opengesteld. Voor de algemeene kosten tot 30 Januari 1880 is geboekt f 22 201 en aangezien het eerste werk werd aanbesteed op 3 Juni 1875 zou men dus, naar evenredigheid, voor die kosten kunnen stellen $\frac{4}{5}$ van het geheele bedrag of f 17 760, en voor de totaalkosten der brug, in ronde cijfers f 1 678 500 ongeveer, behalve die der spoorstaven en toebehooren.

Personeel.

Onder de algemeene leiding van den hoofdingenieur VAN DEN BERGH was de uitvoering van het werk opgedragen aan den sectie-ingenieur

Aannemer.	Aanneem-som.	Meer.	Minder.	Bedrag.
D. Volker te Dordrecht en A. Volker Lz. te Sliedrecht.	f 579 000	f 137 022	(*) f 12 625	f 703 397
E. S. Reymer, te Rotterdam.	10 414	"	"	10 414
Actiën Gesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau vorm: J. C. Harkort, te Duisburg.	769 989	22 579	"	792 568
J. Hillen, te Grave.	282 600	"	"	(†) 19 500
D. Volker te Dordrecht en A. Volker Lz. te Sliedrecht.	"	"	"	11 980
"	"	"	"	3 158
"	"	"	"	1 025
"	"	"	"	93 362
"	"	"	"	23 213
Te zamen				f 1 660 617

(†) Voor zooveel betreft de in dit bestek opgenomen brughuisjes

J. M. TELDERS, aan wien waren toegevoegd op de bouwplaats de adjunct-ingenieur jhr. O. J. A. REPELAER VAN DRIEL, de hoofdopzichter W. G. DE BRUIJN, de opzichter L. A. VAN MELS jr., een chef de bureau en eenige buitengewone opzichters, zoowel om toezicht te houden bij de uitvoering van het werk op het terrein, als tot het doen van opmetingen en peilingen enz. en tot het vervaardigen van de noodige detailteekeningen.

Met de keuring der bouwstoffen en de leiding der uitvoering aan de fabriek van de Actiën Gesellschaft für Eisen Industrie und Brückenbau te Duisburg was, onder de bevelen van genoemden sectie-ingenieur, belast de bouw- en werktuigkundige M. VAN RUTH, met de aan hem toegevoegde opzichters.

BRUG OVER DE WAAL BIJ NIJMEGEN.

Brug over de Waal bij Nijmegen.

De horizontale afstand van de dagzijden van de landhoofden van de brug over de Waal, gemeten op één M. onder den bovenkant der spoorstaven, bedraagt 682.50 M. De brug bestaat uit 8 openingen, waarvan de meest noordelijke 55.50 M., de drie volgende 57.50, de vijfde 58.50, de zesde en zevende 133 en de achtste 130 M. wijd is, gemeten, wat de eerste en achtste opening betreft, van den voorkant van het landhoofd tot de as van den naastliggenden pijler en voor de overigen hart op hart van de pijlers.

De bovenbouw van de brug wordt dus gedragen door negen steunpunten, en wel twee landhoofden en zeven pijlers, van welke laatsten vijf op den noordelijken oever en twee in het bed der rivier staan.

Steunpunten.

Het noordelijk landhoofd bestaat uit twee deelen, die alleen de fundering gemeen hebben en door een weg, breed 5 M., van elkander gescheiden zijn. Deze weg is door eene ijzeren balkbrug overbrugd, van welke een uiteinde gedragen wordt door het noordelijk deel des landhoofds, welk deel den algemeenen landhoofdvorm heeft en bestaat uit een frontmuur, lang 20 M., en twee haaksche vleugels, lang 7.40 M.; de dagvlakken van frontmuur en vleugels zijn verticaal, de achterzijden zijn met halvesteens versnijdingen opgetrokken boven den gemetselden voet, waarvan de bovenkant ligt op 9.67 M. + A.P. en de onderkant op den beton der fundering; van het zuidelijk deel van het landhoofd is de grondvorm een rechthoek, lang in de richting van de brugas 15, breed haaks daarop 12 M. Ook van dit deel zijn de wanden boven den funderingsmuur verticaal opgetrokken, terwijl weder die funderingsmuur met verscheidene versnijdingen afdaalt tot op den beton, of 8.50 M. boven A.P. Tegen de zuidzijde van dit tweede gedeelte is het eigenlijke landhoofd, of steunhoofd van de brug over de rivier aangebracht, dat op dezelfde betonfundering staat en waarvan de doorsnede is samengesteld uit een rechthoek en twee cirkelbogen; op den beton is de rechthoek lang 10.65 M., breed 2.325 M. en zijn de stralen der cirkelbogen 2.325 M. Tot 14.40 M. boven A.P. is het voorvlak met eene helling van 1:20 opgetrokken, die in de kegelvormige uiteinden tot 1:10 overgaat, zoodat op die hoogte de lengte van den rechthoek 10.06 M. de breedte 2.03 M. bedraagt, terwijl ook de straal des cirkelboogs 2.03 M. is. Van 14.40 M. boven A.P. tot den bovenhand der kussenblokken, op 15.05 M. boven A.P., of die der dekzerken zijn de wanden te lood opgetrokken.

Het geheele landhoofd staat op eene betonfundering, waarvan de onderkant op 7, de bovenkant op 8.50 M. boven A.P. ligt en die omgeven is door dampalen. De ruimte binnen den damwand bestaat uit twee rechthoeken, waarvan de noordelijke, wijd 14, lang 12.45 M., met eene lange zijde aansluit aan de zuidelijke, wijd 24 diep 18.3 M., zoodat de oostzijde van het breedere deel 7 M. de westzijde 3 M. buiten het smallere uitsteekt.

Van het noordelijk deel van het landhoofd, dat is van het landhoofd, van de wegbrug, is de frontmuur in aanleg, of op 8.50 M. boven A.P., lang 12 M. en zijn de beide vleugels lang 9.40 M.; in dien frontmuur

is eene uitsparing wijd 2.70 M., gedekt met een segmentgewelf, waarvan de pijl 54 cM. bedraagt en waarvan de aanvang op 12.90 M. boven A.P. ligt; daar boven is de dikte van den frontmuur 4.20 M. en neemt deze, door halveestensversnijdingen in het achtervlak van den muur, af, tot zij onder de draagstenen van de wegbrug nog 3.32 M. bedraagt. Bij hunne aansluiting met den frontmuur komen de achtervlakken van de vleugels met de zijvlakken van het spaarwelf overeen en van daar tot hun uiteinde versnijden zij zes maal, zoodat zij aan het uiteinde nog 2.99 M. dik zijn. Met die afmetingen gaan zij op tot den bovenkant der eerste versnijding van den frontmuur en versnijden verder op dezelfde hoogte als deze, zoodat zij van boven, onder de schuine afdekking tegen den frontmuur nog 2.44 M. en aan het uiteinde 2.11 M. dik zijn.

Op de vleugelmuren zijn borstweringmuren opgetrokken, die met eene hardsteenplaat, waarvan de bovenkant ligt op 23.23 M. boven A.P. afgedekt zijn.

Het geheele landhoofd is als versterkt bruggehoofd ingericht. Daartoe bevinden zich, in het zuidelijk gedeelte, lokalen voor officieren en manschappen op twee verdiepingen, eene remise of bergplaats voor materieel, eene kruidkamer, eene standplaats voor een ontstekingswerktuig, en verdere lokalen, gangen en trappen, een en ander uit de tekening te zien. Het deel van dit landhoofd dat dient tot dracht van de brug is de hierboven reeds vermelde zuidelijke voorsprong.

Om en bij het landhoofd zijn nog verscheidene versterkingswerken uitgevoerd, waarvan de algemeene inrichting uit de teekeningen blijkt.

Het maken van dit landhoofd werd aanbesteed bij bestek n^o. 631, op den 20sten April 1876 en aangenomen door W. P. DE VRIES en H. DE VRIES te Rossum voor f 208 795. In dit bestek zijn echter hehalve het eigenlijke landhoofd, ook de versterkingswerken, het in verband daarmee omleggen van den noordelijken Waaldijk en een afrid in de Betuwe begrepen.

Met dit werk werd, dadelijk na de goedkeuring der aanbesteding, aangevangen, maar door onvoldoende vordering der onteigening kon in den beginne niet veel kracht ontwikkeld worden. In 1876 bepaalde zich het werk tot den aanvoer van grond uit den fundeeringput van pijler I en uit de afgraving van den oever, naar den nieuwen Noorder-Waaldijk en naar den fundeeringput voor het landhoofd, voor zoover dit de onteigening toeliet. In Augustus en September moest echter het werk geheel stil liggen. In Maart en April 1877 werd het vertraagd door den hoogen stand van het water in de rivier en ook door den zeer hoogen stand van het kwelwater. In laatstgenoemde maand kon nogthans een aanvang gemaakt worden met de ontgraving van den fundeeringput voor het landhoofd en met de beheering van de oostelijke zijde van den damwand.

Niettegenstaande het water in de Waal gedurende de maand Mei hooger bleef dan 9 M. boven A.P., slaagde men er in den put voor de fundeering van het landhoofd, tot 7 M. boven A.P. uit te graven; waarbij het overtollige water door middel van eene centrifugaalpomp, gedreven door een locomobiel, zonder veel moeite verwijderd kon worden. De bodem van den put bestond over het algemeen uit grofzand, gemengd met kiezel, langs de noordzijde bevond zich evenwel eenige klei, die verwijderd werd. Langs de oostzijde van den put, waar een bekleedingsmuur moest worden gebouwd, die op 9.75 M. boven A.P. moest gefundeerd worden, kon het terrein achter den damwand niet worden weggegraven en werd deze, om die reden, met schoren en stempels, tegen om en doorbuigen voorzien. In de volgende maand (Juni) was de waterstand in den fundeeringput nog zoo hoog, dat met

het storten van den beton niet kon worden aangevangen, zonder dien kunstmatig te verlagen. Om dit te kunnen doen zonder in de betonkuip noemenswaardige beweging in het water te veroorzaken, werd van daar, naar de naastbij zijnde poldersloot, een watergang gegraven, lang 100 M., en aan het einde van dezen eene centrifugaalpomp met locomobiel geplaatst, waardoor het water tot 8.25 M. boven A.P. afgemalen werd, zoodat den 25sten Juni met de betonstorting een aanvang gemaakt kon worden en deze in het begin der volgende maand afliep. Bij het einde dier maand kon met metselen worden aangevangen. Behalve eenige stremming door vorst, in den volgenden winter, werd het metselwerk ongestoord voortgezet en kwam het in Juni 1878 gereed.

Het maken van de pijlers I tot VII was reeds op 31 December 1874 aanbesteed en aangenomen door dezelfde firma die later ook de uitvoering van het noordelijk landhoofd ondernam en zulks voor f 814 354. Reeds op 7 Maart werd een aanvang gemaakt met den aanvoer van werktuigen en achtereenvolgens werden, bewesten de Nieuwehaven bestaande gebouwen, ingericht tot berging en opslag van materialen, mortel en betonbereiding, smederij enz., en terreinen gehuurd tot berging van hardsteen, puin en verdere bouwstoffen.

Hoewel pijler VII de eerste was die onderhanden genomen werd, zal in de beschrijving, de volgorde van het noorden naar het zuiden, zooals die op het terrein bestaat, aangehouden worden en dus een aanvang worden gemaakt met:

Pijler I. Evenals voor de overige landpijlers en voor de beide landhoofden werd, na eene voorafgaande proefbeheing, ook voor pijler I besloten hem koud op den grond te fundeeren.

De fundeering bestaat voor dezen pijler uit een laag beton, dik 3 M., waarvan de onderkant ligt op 5 M. boven A.P. omgeven door eene kuip van damplanken. Deze kuip is lang, in de richting van de as des pijlers, 21 M. en breed, in de richting van de brugas, 10 M., terwijl de vier hoeken in het verstek zijn afgesneden, zoodat de lange zijwand van de kuip 15 M. dus de korte 4 M. lengte behoudt.

De punten der dampalen reiken tot 2 M. boven A.P.

Op den beton is de grondlaag van het metselwerk van den pijler aangelegd. De vorm van deze grondlaag is langwerpig rechthoekig, met ronde koppen; de breedte is 5 M., de lengte van het rechthoekig gedeelte is 10.65 M., de koppen zijn halve cirkels, dus is de lengte in de as van den pijler, 15.65 M.; de laag is 50 c.M. dik en de dagvlakken zijn allen verticaal. Van 8.50 tot 14.45 M. boven A.P. blijft de horizontale doorsnede bestaan uit een rechthoek met twee halfcirkelvormige koppen. De rechthoek behoudt van onder de lengte van 10.65 M., maar, terwijl hij op de grondlaag 4.65 M. breed is, bedraagt de breedte, op 14.45 M. boven A.P., niet meer dan 4.055 M., terwijl de lengten van den pijler in de as op dezelfde hoogten zijn 15.30 en 14.11 M., zoodat de zijvlakken eene helling hebben van 1 : 20, die in het gebogen gedeelte langzaam vermeerdert tot 1 : 10. Boven 14.45 M. boven A.P. zijn de wanden van den pijler te lood opgetrokken, of liever afgedekt, welke afdekking voor de ronde koppen conisch oploopt, zoodat de dikte, aan den buitenomtrek 0.55 M. en in den kegeltop 0.65 M. bedraagt. Tusschen de afdekking der koppen is het bovenvlak van den pijler 9 M. lang, voorzien van draagsteen met onderlagen, voor de kussenblokken der brugbalken en verder, naar twee zijden afwaterend, met hardsteen gedekt. De geheele pijler is boven den beton met hardsteen bekleed.

In Mei 1876 werd een aanvang gemaakt met de ontgraving van den fundeeringput, doch daaraan werd niet met veel inspanning gewerkt. Eerst in Augustus was de noodige diepte bereikt om met het heien van den damwand te kunnen aanvangen, en eerst in het begin van

October was de beheiging en de ontgraving en uitbaggering tot 5 M. boven A.P. gereed. In deze maand werd de beton gestort in twee lagen, dik 1.50 M., het metselwerk opgetrokken tot 9.50 M. boven A.P., de damwand op 8 M. boven A.P. afgezaagd en de aanvulling rond den pijler onderhanden genomen. In Juli 1877 was de pijler met zijne aanvulling gereed, zonder dat er iets was voorgevallen dat der vermelding waard is.

Pijler II is gelijk aan pijler I, alleen met dit geringe verschil, dat het bovenvlak 50 c.M. hooger ligt, tengevolge waarvan de bovendikte 5 c.M. minder bedraagt dan van pijler I, en de lengte in de as aldaar 10 c.M. minder, omdat de hellingen der zijwanden dezelfde zijn gebleven.

Ook hier gaf de uitvoering geen aanleiding tot moeilijkheden. In Mei 1876 werd met de ontgraving van den put begonnen; in Augustus was de beheiging gereed en de uitbaggering bijna: in September werd de beton gestort in twee lagen, elk van 1.5 M. dik, de bovenoppervlakte daarvan schoongemaakt en in October de damwand afgezaagd, het metselwerk opgetrokken tot 10.40 M. boven A.P., de fundeeringput aangevuld; in November werd het werk voortgezet en in Juli 1877 kwam het gereed.

Pijler III is weder 50 c.M. hooger dan pijler II, en de bovendikte en lengte zijn dus iets minder, terwijl hij overigens aan de beide voorgaanden gelijk is. In April 1876 werd met de ontgraving van den fundeeringput voor dezen pijler aangevangen, hetgeen in de volgende maand werd voortgezet, terwijl de put met eene centrifugaalpomp, gedreven door eene locomobiel, werd droog gehouden; in Juni werd een Darmstädter stoomheistelling in den put gebracht om den damwand te slaan, waarmede men, evenals met de uitbaggering tot 5 M. boven A.P. in Juli gereed kwam; in de volgende maand werd de beton in twee lagen, dik 1.50 M., onder water gestort, na verharding met een tonmolen drooggemalen en schoongemaakt en de eerste laag hardsteen gelegd. In Juni 1877 was het werk voltooid. Gedurende het werk viel niets bijzonders voor, dan dat de hooge waterstanden in Maart en April den voortgang daarvan belemmerden.

Pijler IV. Ook deze pijler is weder 50 c.M. hooger en aan den kop 5 c.M. dunner en 10 c.M. korter, doch overigens gelijk aan den voorgaanden. In April 1876 werd met het grondwerk aangevangen, wat in de volgende maand onder bemaling door eene centrifugaalpomp met locomobiel werd voortgezet; in Juni werd de beheiging aangevangen en nu en dan belemmerd door de aanwezigheid van groote stenen in den bodem, waardoor de planken uitweken of kantelden en niet allen met de punt de diepte van 2 M. boven A.P. bereikten. De hooge waterstand in de rivier werkte bovendien ongunstig op den voortgang van het werk: vooral de drooghouding van den put werd er door bemoeijlikt. In Juli kwamen nochtans de beheiging en de betonstorting gereed; in Augustus werd met het metselwerk en de grondaanvulling een aanvang gemaakt en in Juni 1877 was de pijler af.

Pijler V, die nabij de rechter normaaloeverlijn gebouwd is en waarop de uiteinden van eene kleine en van eene groote brug rusten, is op palen gefundeerd. In eene zeshoekige ruimte, breed in de richting van de spoorweg 14 M., en lang in de richting van de pijleras 38 M., zijn 401 palen geslagen, dat is vier meer dan was aangenomen, die voor het meerendeel de bepaalde diepte van 7 M. onder A.P. bereikten. De dampalenwand is ingeheid tot ± 1 M. onder A.P., de ruimte in de palenkist is tot 3 M. boven A.P. uitgegraven en de palen zijn op 3.60 M. boven A.P. afgezaagd. In de aldus gevormde kist is, op de palen, eene laag beton gestort, reikende met den bovenkant op 7 M. boven A.P., terwijl de dampalen, die 30 c.M. dik zijn, mede op 7 M. boven A.P. afgezaagd zijn.

Van 8 tot 14.175 M. boven A.P. is de grondvorm van den pijler een rechthoek, gesloten door spitsbogen, samengesteld uit cirkelbogen van 60° , beschreven met een straal gelijk aan de dikte van den pijler. Aan de beide lange zijden hebben de pijlervlakken eene helling van 1:20, die naar de punt van den spitsboog overgaat in 1:5. De dikte op den fundeeringmuur, dat is op 8 M. boven A.P., bedraagt 7.28 M. en de lengte in de as aldaar 28 M. Van 8 tot 7.50 M. en van 7.50 tot 7 M. boven A.P. heeft de pijler een gelijksoortigen vorm, die slechts, in zoover dit gevorderd wordt, door de meerdere dikte, eenige wijziging in zijne afmetingen ondergaat. De dikten op die hoogten zijn resp. 7.68 en 8.10 M. en de vlakken zijn verticaal, zoodat twee versnijdingen, elk hoog 50 c.M., ontstaan. Boven 14.175 M. boven A.P. behouden de zijvlakken de helling van 1:20 tot 21 M. boven A.P. Op eerstgenoemde hoogte zijn de spitsbogen hellend afgedekt en boven die afdekking verandert de horizontale doorsnede, die van 15.175 tot 21.64 M. boven A.P. bestaat uit een rechthoek met twee halfcirkelvormige koppen; de lengte van den rechthoek is 14 M. en de dikte van den pijler bedraagt van 21 M. boven A.P. opwaarts 6 M. De halfcirkelvormige koppen hebben een middellijn die één M. minder bedraagt dan de dikte van het aansluitende deel van den pijler. Boven 21 M. boven A.P. zijn de pijlerwanden verticaal.

Van 16.285 M. boven A.P. opwaarts is, in de noordzijde van den pijler, eene inkassing gespaard, met verticale wanden, breed 9 M. en diep, op en boven 21 M. boven A.P., 2 M.

Op de pijlerkoppen zijn halfcirkelvormige parapetmuren aangebracht, met den bovenkant op 25.17 M. boven A.P., die met hunne uiteinden aansluiten aan twee pilasters, waarvan de bovenkant de hoogte bereikt van 26.08 M. boven A.P.; tusschen die pilasters is nog een koppelmuurtje van $1\frac{1}{2}$ steen dik gebouwd, waarin twee poortvormige openingen zijn gespaard en de kop van den pijler is, bezuiden de inkassing tusschen de pilasters, ter hoogte van 21.64 M. boven A.P., met hardsteen afgedekt. Behalve in de inkassing is overigens het geheele lichaam van den pijler met hardsteen bekleed. Het gedeelte van dezen pijler en ook van de pijlers VI en VII, gelegen boven de deklijst of 20.90 M. boven A. P., was niet begrepen in het werk omschreven in bestek 395, maar werd bij bestek 722 aanbesteed en aangenomen door A. VAN ZELSTE Rotterdam voor f 12 600.

Met het grondwerk voor den pijler werd in Juni 1874, door het baggeren van een toegangskanaal, een aanvang gemaakt en in September daaraanvolgende was de geheele fundeeringput, tot de diepte van 3 M. boven A.P., uitgegraven en gebaggerd, en was de helft der heipalen in den grond geslagen, waarbij geen bezwaar was ondervonden en het grootste gedeelte der palen, zonder schoenen, de diepte van 7 M. onder A.P. ruim bereikt had. In de volgende maand werden de overige palen geheild, doch vooral in den laatsten tijd ging dit moeilijker en moesten vele palen van schoenen worden voorzien. Het inslaan der dampalen in September en October leverde meer bezwaar. Wel bereikten de meeste de diepte van 1 M. onder A.P.: maar de bodem was zeer steenachtig, waardoor vele palen, meer dan bij eenigen anderen pijler, kantelden en uit de richting geraakten. Langs elk der dampalen, die de diepte van 1 M. onder A.P. niet bereikt hadden, werd, tot steun, een heipaal ingeheid, die aan eene zijde afgevlakt was, met welke zijde hij tegen den damwand sloot. Toen de damwand afgeheid, de heipalen op 3.60 M. boven A.P. afgezaagd en met de zandaanvulling een aanvang gemaakt waren, werd op 8 November, met de betonstorting begonnen. Toen de eerste laag geheel en de tweede laag ongeveer voor de helft gestort

was rees het water in de rivier tot zoodanige hoogte, (10.50 M. boven A. P.) dat dit werk niet kon worden voortgezet.

Daar men bevreesd was dat, door het hooge water, veel zand in den fundeeringput en op de onvoltooide betonfundeering stroomen zou, werden boven en beneden den pijler, schermen van planken gesteld die, zoo goed als dit mogelijk was, door rijshout werden beschermd en met spoorstaven werden gesteund en geschoord.

Door den snellen was van het water kon men aan de uitvoering van dit werk niet die zorg besteden, die voor eene goede samenstelling noodig was, zoodat de schermen, nog voor het einde der maand, door den stroom en den daarbij heerschenden hevigen wind werden losgemaakt en medegevoerd. Toen in December het water gevallen was verhinderde aanvankelijk de vorst het betonstorten te hervatten, waarmede echter op 14 December kon worden aangevangen en dat den 20sten dier maand geheel afgelopen was. Voor met de storting werd aangevangen was gebleken dat er geen spoor van ingestroomd zand in den put te vinden was en gedurende de storting had men voortdurend goed weder.

De waterstand in de rivier, die 16 Maart 1876 de hoogte van 13.25 M. boven A. P. bereikte, belette de werkzaamheden te hervatten. Intusschen waren toen die hooge standen wel oorzaak dat er zeer veel zand in den put stroomde. De geheele fundeeringput, de betonkuip en het toevaartkanaal waren daarmede gevuld en in de volgende maand werd een aanvang gemaakt met de opruiming daarvan, die einde Mei tot 8 M. boven A. P. gevorderd was, doch door de op nieuw intredende hooge waterstanden, die 23 Juni het peil van 10.98 M. boven A. P. bereikten, weder gestaakt moest worden, toen zij bijna gereed was. Gedurende de geheele maand Juli bleef de waterstand zoo hoog, dat het voorzigtiger geacht werd, den fundeeringput niet droog te maken, hetgeen echter in Augustus, met behulp van twee centrifugaalpompen, plaats had; het toen nog aanwezige, ingestroomde zand werd verwijderd, de beton werd behoorlijk gereinigd en met het stellen van hard steen en het optrekken van metselwerk werd een begin gemaakt, zoodat de pijler, voor dat in December de vorst inviel, tot ongeveer 14 M. boven A. P. opgemetseld was, tusschen de beide spitsbogen, die ter hoogte van 15.40 M. boven A. P. waren afgedekt.

De verdere opmetseling van den pijler leverde geen bezwaar, maar in den zomer van 1877 was de waterstand te hoog om den damwand af te zagen en toen men er in October toe wenschte over te gaan, was de pijler zoo door zand omringd dat men, om den wand te bereiken, dit eerst tot 6.80 M. boven A. P. moest weggraven en eerst daarna kon men den wand uit de hand afzagen, waarbij eene door eene locomobiel gedreven centrifugaalpomp, in dienst moest gesteld worden, om in den drooge te kunnen werken.

Pijler VI. De vorm van de betonkuip, hare dwars-afmetingen de dikte van den wand komen geheel overeen met wat aangaande pijler V is gezegd; de diepte van aanleg der fundeering is evenwel niet dezelfde, de onderkant van den beton ligt hier 1 M. boven A. P.

In Mei 1875 werd met de uitvoering van het werk een aanvang gemaakt, door het heien van een scherm, tot afwending van den stroom uit de bouwplaats, boven den pijler; in dezelfde maand werd begonnen met uitbaggering van den fundeeringput, welk werk in Juni en Juli werd voortgezet, in welke laatste maand het inheien der palen werd onderhanden genomen, dat in Augustus affiep. Over het algemeen werd de diepte van 8 M. onder A. P., die voor de punt der palen was voorgeschreven, niet slechts overschreden, maar aangezien door de groote zakking het weerstandsvermogen niet voldoende werd geacht, zijn in

den put 438 palen, dat is 41 meer dan het bestek voorschreef, geslagen.

In dezelfde maand Augustus werd met het afzagen van de palen, op 1.60 M boven A.P. en met het heien van den damwand een aanvang gemaakt, welk werk in September gereed kwam. Niet alle palen bereikten de voorgeschreven diepte van 5 M. onder A.P. en langs die waarmede dit niet het geval was, werd tot steun een 16 M lange heipaal, met afgevlakt kant ingeslagen. De binnenzijde van de betonkuip werd met zeildoek bekleed, dat van onder tegen den damwand werd gespijkerd, ter breedte van 50 cM. op den bodem werd omgebogen en daar met ijzeren pinnen werd vastgezet.

De betonstorting werd aangevangen en in twee weken voltooid; in den nog onversteenden beton werden stijlen geplaatst en met kespens aan den damwand verbonden, om een kistdam te vormen, waarvan de beplanking en de kleiaanvulling in het begin van October werden uitgevoerd, zoodat 14 dagen na afloop van de betonbestorting, met de droogmaking van den put kon worden aangevangen, die met twee tonmolens in 15 uren plaats had, bij eene hoogte van het buitenwater van 1.70 M. boven den beton. Na opruiming van de slib werd met het stellen van den hardsteen en het metselwerk aangevangen en hiermede vorderde men, voor den winter, in November nog tot 10 M. boven A.P.

Boven den beton wijkt de vorm van den pijler slechts in zoverre af van dien van pijler V, dat beide vlakken evenwijdig aan de pijleras, onder eene helling van 1 : 20 opgetrokken zijn tot den onderkant der draagsteenen onder de brugbalken, zoodat beide zijden ten opzichte van die as symmetriesch zijn en dat de parapets op de pijlerkoppen niet hooger reiken dan tot 21.90 M. boven A.P. De bovenkant van de draagsteenen ligt 21.94 M. boven A.P. en de bovenkant der daartusschen gemaakte afdekking van den pijler 21.70 M. Het geheel is met hardsteen bekleed.

In December 1875 was het scherm boven den pijler afgebroken; in Februari daaraanvolgende zou het werk weder aangevangen worden en wel door het stellen van een steiger, om daarop den hardsteen aan te voeren; doch het water in de rivier begon zoo snel te wassen, dat het werk moest gestaakt worden. Op 24 Februari bereikte het de hoogte van 12.73 M. boven A.P. en eerst in het begin van April was het weder zoo laag weggevallen, dat de pijler van slib en vuil kon gereinigd worden en den 27sten dier maand de opmetseling weder onderhanden kon genomen worden en verder ongestoord kon worden voortgezet, zoodat men daarmede gereed kwam in Augustus 1877.

In December 1877 moest het afzagen van den damwand, waarmede men bezig was, om den hoogen waterstand gestaakt worden. In Januari werd dit werk weder hervat; maar gedurende eenigen tijd werd dit belet door het afbreken van den steiger van den bovenbouw. In Februari, en ook in volgende maanden, verhinderde de hooge waterstand het werk weder; zoodat het tot in October 1877 duurde eer die afzaging gereed was.

Pijler VII wijkt alleen hierin van pijler VI af, dat de onderkant van den beton op A.P. ligt en de palen op 0.66 M. daarboven zijn afgezaagd en dat de bovenkant van de draagsteenen op 21.64 M. boven A.P. en die van de deksteenen, daartusschen, op 21.55 M. boven dat peil gelegen is; voorts dat hier 27 extra dus in het geheel 424 palen in den put zijn geheid.

In April 1875 werd het werk voor dezen pijler begonnen, met het plaatsen van een stroomscherm daarboven in de rivier; in de volgende maand was de uitbaggering tot A.P. gereed en was met het inslaan der heipalen een aanvang gemaakt, en in Juni met dat der dampalen; in Juli was de beheiding afgeloopen, voor zooveel de heipalen betreft zonder bezwaar; het heien der dampalen ging echter van het begin af

moeielijk, zoodat de voorgeschreven diepte voor de punt, van 7 M. onder A.P., niet overal bereikt werd. In de volgende maand werden tot steun, langs die dampalen waarvan de punt de diepte van 7 M. niet bereikt had, heipalen geheel lang 17 M. die met een vlak afgewerkten kant met het damscherf in aanraking kwamen en werden de heipalen afgezaagd; doch door den hoogen rivierstand kon eerst den 30sten dier maand een begin worden gemaakt met het aanbrengen van het zeildoek en het opbrengen der toestellen voor de betonstorting, die in de volgende maand in 16 dagen gereed kwam en in 4 lagen, elk dik 1.75 M. aangebracht werd. De stijlen voor den kistdam werden dadelijk in den beton gesteld. In September werd die dam met klei gevuld en de kuip met twee tonmolens, drooggemaakt en later drooggehouden. Na schoonmaking van den beton werd met het metselwerk aangevangen, dat in November tot 10.50 M. boven A.P. opgetrokken was. In December werd een begin gemaakt met het opruimen van het scherm boven den pijler en in de volgende maand werden eenige palen daarvan, door het afkomende ijs afgebroken en medegevoerd. Het metselwerk, dat gedurende den winter had stil gelegen, werd den 12den April 1876, nadat het van slib en vuil was gereinigd, hervat en kon einde Juli als voltooid beschouwd worden. In September daaraanvolgende werd aangevangen om de dampalen met lint- en cirkelzagen, af te zagen en hiermede ging men voort tot het in December, door den hoogen waterstand, belet werd; de lang aanhoudende hooge standen verhinderden dit werk te hervatten, zoodat het eerst in October 1877 gereed kwam.

Het maken van het *Zuidelijk landhoofd* werd op 30 December 1875 aanbesteed en aangenomen door K. VAN WIJNGAARDEN IJZN. voor f 210 850. Hoewel in mindere mate dan het andere is ook dit landhoofd als militair verdedigingswerk ingericht.

De aanleg van het metselwerk van het hoofd bestaat uit een recht-hoek, lang 26.30 M., breed 10.02 M., waarin, aan de achter- of land-zijde, eene ruimte, lang 10.25 M., diep 1.93 M. bespaard is. Op dezelfde fundeering als het landhoofd rust evenwel een jaagpad met bekleedingsmuur langs den linker Waaloever; daardoor heeft de fundeering den vorm gekregen die in de figuur zichtbaar is en die bestaat: aan de rivierzijde uit een trapezium waarvan de beide schuine zijden vervangen zijn elk door twee richtingen, die haaks op elkander staan en dus een punt vormen, en aan de landzijde uit een rechthoek. Binnenwerks van den dampalenwand is de zijde langs de rivier 29.66 M.; de beide schuine zijden, die met het verlengde van de zijden langs de rivier een hoek van 45° maken, zijn lang 7.21 M. en de zijden haaks daarop 6.08 M., zoodat de tweede evenwijdige zijde van het trapezium, die met de binnenwijdte van den achtersten rechthoek overeenkomt, 31.26 M. lang is.

De fundeering is omgeven door een omgaanden wand van dampalen, dik 30 c.M., waarbinnen zich 532 palen bevinden; de grond is, binnen den bak, opgeruimd tot ongeveer 4 M. boven A.P. en de palen zijn, op 4.60 M. boven dat peil, afgezaagd; terwijl verder de bak onder en bezuiden het eigenlijke landhoofd, tot 8 M. boven A.P. en daar be-noorden, onder het jaagpad, tot 9 M. boven dat peil met beton gevuld is.

De keermuur van het jaagpad die over eene lengte van 24.9 M., op één M. afstand evenwijdig aan den binnenkant van den damwand loopt en verder aan beide einden door een flauwe bocht overgaat in een recht gedeelte met den voorkant evenwijdig aan de zijde van de punt van den damwand, is in aanleg dik 2.5 M. en van boven ter hoogte van 14 M. boven A.P., 1.80 M. De achterzijde is verticaal, de

voorzijde helt dus $\frac{1}{10}$ achterover. De keermuur is gebouwd van zuilen-bazalt.

De as van den rechthoekigen pijler ligt op 10.01 M. achter en evenwijdig aan den binnenkant van den damwand, de fundeeringmuur is ter hoogte van één M. massief opgemetseld. Aan elk der beide uiteinden wordt op dien fundeeringmuur een blokhuis aangetroffen van rechthoekigen vorm, aan de rivierzijde voorzien van een ronden hoektoren, waarin zich een hardsteenen wenteltrap bevindt tot toegang naar de aardbedekking en op twee andere hoeken waarvan vierkante torentjes gemetseld zijn, zooals uit de teekening zichtbaar is; tusschen die beide blokhuisen bevindt zich het eigenlijke landhoofd waarvan de fundeeringmuur dik is in de richting van de brug 8.11 M. De as van den pijler snijdt dit grondvlak op een afstand van 5.01 M. van de noord- en 3.10 M. van de zuidzijde en het landhoofd is daarboven met wederzijdsche versnijdingen opgetrokken tot 14 M. boven A.P., waar de dikte 7.01 M. bedraagt en wel 4.41 M. ten noorden en 2.60 M. ten zuiden van de as. Hierboven is het voorvlak, aan de rivierzijde opgetrokken tot 16.53 M. boven A.P., waar het 5 c.M. terugspringt, om dan weder verticaal op te stijgen tot 20.03 M. boven A.P., waar het opnieuw 10 c.M. terugwijkt om dan verticaal op te gaan tot het draagvlak van de brug of 21.53 M. boven A.P. Boven 14 M. boven A.P. versnijdt het achtervlak van den muur nog tweemaal, zoodat de dikte onder den laatsten terugsprong in het voorvlak, 6.62 M. bedraagt.

Het voorvlak is, boven 14 M. boven A.P., tot aan het draagvlak, geheel met hardsteen bekleed; het draagvlak is 1.50 M. breed en daarboven is de muur, eerst onder eene helling van 1 op 1, vervolgens bijna te lood, opgetrokken tot 23.8 M. boven A.P., op welke hoogte hij 2.90 M. dik is. Het achtervlak van dezen muur gaat hier, ter hoogte van ongeveer 2.70 M., verticaal naar beneden en achter den muur bevindt zich een tweede die, op 23.80 M. boven A.P., daarvan 2.50 M. verwijderd en van boven 1.01 M. dik is, zoodat zijne verticaal opgetrokken achterzijde strookt met de achterzijde van het gedeelte van den fundeeringmuur onder de blokhuisen en dus ligt 5.01 M. achter den pijleras. Deze muur wordt gedragen door twee langs die blokhuisen, zonder eenige versnijding opgaande conterforten, breed gemiddeld ongeveer 1.70 M., die door een gewelf wijd 10.26 M. vereenigd zijn. De voorzijde van dezen muur is, boven het gewelf, onder eene helling opgetrokken en de ruimte tusschen de twee muren is, tot 2.70 M. onder den bovenkant, volgemetseld, zoodat, achter het dragende gedeelte, van het landhoofd, eene drooge sloot gevormd is.

Tusschen het draagvlak en de sloot is, in den muur, een overwelfde gang aangelegd, wijd, voor de middenste 6.05 M., 1.50 M. en voor elk uiteinde, dat 3.057 M. lang is één M. Ieder van die uiteinden staat, door middel van een, in het landhoofd gemetselden trap, met de binnenruimte van een der blokhuisen in gemeenschap.

De inrichting der blokhuisen blijkt voldoende uit de teekeningen. Tegen elk blokhuis is, op het landhoofd, een muur gebouwd, lang in de richting van dit hoofd 2 M., dik 1 M., met den bovenkant op 27.02 M. boven A.P., en in elk dezer muren is een schietgat. Ook worden schietgaten aangetroffen in den muur, die den overwelfden gang in het landhoofd scheidt van de drooge gracht.

Den 4den Februari 1876 werd met de uitvoering van het landhoofd een aanvang gemaakt. Het eerste werk bestond uit den aanleg van een dam in de vestinggracht, ten zuiden van het landhoofd en tegen den Zuider-Waaldijk aansluitende. De benodigde aarde werd verkregen door afgraving van de vestinggronden, ten oosten van de spoorwegas en door ontgraving en uitbaggering van den fundeeringput. Voortdurend

werd dit werk belemmerd en vertraagd door hooge waterstanden in de rivier; van 19 Februari tot 2 Maart en van 11 tot 27 Maart moest het om die reden, zelfs geheel gestaakt worden. In Mei stiet men op oude paalfundeeringen en muurwerken, die men te vergeefs trachtte, door afdamming en slooping, in den drooge op te ruimen, zoodat men er toe besluiten moest die door dynamiet te doen springen waartoe ladingen van 0.3 tot 0.8 K.G. in geboorde gaten van 5 c.M. middellijn gebruikt werden. De laatste lading van 1.8 K.G. werd aangebracht onder eene houten fundeering, die door baggering onderloops was geworden en die in zooverre uit elkander werd geslagen, dat zij verder door de baggermachine kon worden opgeruimd.

Tengevolge van al deze moeielijkheden kon, eerst in Juni, met het heien aangevangen worden en in die maand sloeg men 42 heipalen en 123 dampalen in den grond. In Augustus werden de laatste heipalen geslagen en in September liep ook de beheering van den damwand af, doch ook dit werk ging niet zonder bezwaar. Door den hoogen waterstand moest, op 20 Juni, het heien gestaakt worden, want men kon de palen niet tot de voorgeschreven diepte inheien, niettegenstaande zij twee meter langer waren geleverd dan het bestek voorschreef. Op 3 Juli werd het werk hervat, maar tegen het einde der maand werd de tegenstand zoo groot, dat men de palen van schoenen moest voorzien. Wel werd de toestand, bij de laatste palen die men in die maand heide, wat beter, doch dit was van voorbijgaanden aard; spoedig moest men weder schoenen gebruiken en toch kon men niet met alle palen de voorgeschreven diepte, van 6 M. onder A.P. bereiken, hoewel eenige andere dieper ingeslagen werden. Gedurende het inheien, was ook het afzagen der palen, op 4.60 M. boven A.P. onderhanden genomen; in September waren alle dampalen geslagen, alle heipalen afgezaagd en de put tot 3.935 M. onder A.P. uitgebaggerd en opgezuiverd, zoodat op den 11den dier maand met de storting van den beton kon begonnen worden. Dag en nacht doorwerkende, werd de geheele benoodigde hoeveelheid beton, in twee lagen, elk dik 2 M., gestort en dit werk kwam den 23sten September gereed. Nadat de betonslib weggebaggerd of door twee gaten, wijd 12 c.M., in den damwand, geloosd was, werden op 50 c.M. binnen den wand, stijlen in den beton gezet, daarlangs eene beplanking aangebracht en de ruimte tusschen deze beplanking en de damplanken, met klei gevuld, eene centrifugaalpomp met locomobiel aangevoerd en opgesteld; daar de waterstand echter zeer hoog was, werd niet met de bemaling aangevangen voor 10 October, toen hij een weinig gedaald was; maar ook toen kon met eene pomp van 17 c.M. diameter bijna geene daling van het water in den put verkregen worden en hoewel men dezen aan het achtereind, tot 9 M. boven A.P., met zand aanvulde, gelukte, bij een waterstand van 8.66 M. boven dat peil, niettegenstaande het gemaal met eene tweede pomp, van 23 c.M. middellijn, versterkt werd, de droogmaking niet. Om den toevoer van water, door de rivierzijde van den damwand, te keeren, werd de, één M. hooge voet van den keermuur langs het jaagpad, in plaats van in metselwerk in beton uitgevoerd; deze betondam, die aan de buitenzijde tegen de damplanken aansluit en waarvan de bovenkant op 9 M. boven A.P. ligt, verkreeg aan den binnenkant een beloop van 1 op 1, waarvan de teen in aanraking kwam met den aanleg van het metselwerk van het landhoofd. De beton voor dezen dam werd in twee dagen gestort en na enkele dagen werd de waterbemaling hervat en, geholpen door den dalenden waterstand in de rivier, gelukte het thans den fundeeringput droog te krijgen, zoodat het werk verder zonder stoornis kon voortgezet worden. De ruimte tusschen den beton onder den

bekleedingsmuur van het jaagpad en het metselwerk van het landhoofd werd later met beton aangevuld.

Bovenbouw.

Over den rechter Waalwijk die tusschen de beide deelen van het Noordelijk landhoofd heen loopt, is eene brug gebouwd, wijd in den dag 5 M. De bovenbouw bestaat uit 4 doorgaande ijzeren balken, lang tusschen de harten der steunpunten 5.52 M., hoog tusschen de randen 0.45 M. en twee buitenliggers van gelijke lengte, bestaande uit een **I**-ijzer buitenwerks hoog 0.3 M. met toptafels breed 0.125 M., alles dik 11 m.M.; de hoofdbalken zijn geconstrueerd uit plaatijzer van 8 en hoekijzer van 7.62 m.M. dik. Tusschen die langs balken bevinden zich vijf dwarskoppelingen, die met schroeven vastgezet zijn om, in geval zulks noodig mocht wezen, weggenomen te kunnen worden. Op de noordelijke helft der opening liggen, op deze dwarskoppelingen, houten balkjes en haaks hierop ijzeren regels, die een geribd plaatijzeren dek dragen. Over de zuidelijke helft, of eigenlijk over de zuidelijke 2.4325 M. van de opening der bruggen zijn geene houten balkjes voorhanden, maar zijn de ijzeren regels, die het geribd dek dragen, zuidwaarts nog over 2.4325 M. aangebracht en door soortgelijke langsregels aan elkander gekoppeld.

Tusschen de spoorstaven van elk spoor, in het middenpad en in elk buitenpad wordt op die wijze, een raam gevormd, lang 4.875 M. bestaande uit twee langsregels en acht dwarskoppelingen en geheel gedekt met geribd ijzer. In het midden der lengte is, aan de onderzijde der langsregels van elk raam, een draaiingsas aangebracht, waarom regels en ijzeren dek tusschen, in- en buiten de spoorbanen kunnen draaien, met het gedeelte dat over de opening ligt naar beneden, waar de kleppen ijzeren steunpunten vinden in de noordelijke dagzijde van het zuidelijke gedeelte van het landhoofd. Dit landhoofd wordt daardoor van die zijde afgesloten. In horizontalen toestand dragen de beweegbare kleppen aan de zuidzijde, op klinken, die in daartoe, op de middendwarskoppeling van de brug geplaatste gegoten ijzeren klossen, spelen, terwijl het andere uiteinde op hardsteenen draagstukken rust en het midden van de noordelijke helft gesteund wordt door een ijzeren regel, die tot dat einde is aangebracht over de houten langsliggers, waar op de spoorstaven, voor dit gedeelte van de brug, bevestigd zijn. Tusschen deze houten liggers zijn, in het metselwerk, kelen gespaard tot afvoer van regenwater.

Over de drooge gracht in het Zuiderlandhoofd, die, zooals reeds gemeld is, van boven 2.50 M. wijd is, werd eene brug geslagen, in hoofdzaak bestaande uit vier balken van hoek- en plaatijzer, hoog buitenwerks 30 c.M. Voor zoover de balken tot hetzelfde spoor behooren zijn zij van beweegbare dwarskoppelingen voorzien. Tusschen, in en buiten de spoorbanen zijn ijzeren ramen aangebracht, die door eene geribd ijzeren plaat zijn afgedekt en om eene as kunnen draaien, waardoor het zuidelijke uiteinde van de kleppen in de drooge gracht neerslaat en de toegang tot de brug aan die zijde wordt afgesloten, alles in denzelfden geest als voor het andere landhoofd beschreven is.

Deze werken werden gelijktijdig met de landhoofden, waartoe zij behooren, aanbesteed en de kosten daarvan zijn dus in de aannemingssom van deze begrepen.

De bovenbouw van de eigenlijke brug over de rivier overspant 8 openingen, waarvan vijf over den uiterwaard langs den oever, drie over het zomerbed van de rivier.

De vijf eersten zijn wijd in den dag 53.5 M.; de brugbalken zijn

lang, tusschen de harten der eindstijlen 55.825 M. en van buitenkant tot buitenkant der eindstijlen 56.825 M. De bruggebaan ligt nabij den bovenkant der brugbalken en, ofschoon de afstand van de assen der beide spoorbanen 4 M. bedraagt, is hierdoor de afstand van as tot as der twee tot dezelfde brug behoorende hoofdbalken, niet grooter dan 7.40 M. De balk is, met evenwijdige randen, hoog, tusschen de horizontale platen dier randen, 6.80 M. en door twee eindstijlen en 10 tusschenstijlen verdeeld in 11 vakken lang 5 075 M.; in de drie middenvakken zijn gekruiste schoren aangebracht; in de vier uiterste, aan elke zijde bevindt zich een schoor met den top naar buiten. De randen der balken bestaan uit horizontale platen, verticale platen en hoekijzers, de stijlen uit hoekijzers met of zonder plaatversterking, de schoren uit een of twee strooken van verschillende breedte of dikte, naar gelang de spanning die er in wordt opgewekt.

De beide brugbalken zijn bij elken stijl gekoppeld door een kruisverbinding, waarvan de bovenregel gevormd wordt door den dwarsdrager van de bruggebaan. Tegen den onderkant van deze verticale kruisverbinding en langs dien van de dwarsdragers, bevinden zich horizontale kruisverbanden, evenals bij de bruggen van 53.5 M. wijdte der overbrugging bij Arnhem, aan welke deze bruggen overigens geheel gelijk zijn, zoodat naar de beschrijving en de teekeningen van deze voor verdere details kan verwezen worden. Al deze bruggen liggen, met den bovenkant van de spoorstaaf onder eene helling van 200 op 1.

De drie overige bruggen zijn wijd in den dag 127 M. en de bovenkant van de spoorstaaf ligt hier waterpas ter hoogte van 23.80 M. boven A.P., de afstand tusschen de harten der eindstijlen, die 1600 m.M. breed zijn tusschen de middelvlakken der, later te vermelden, uiterste dwarsdragers is 129.94 M. De lengte van den bovenbouw, buitenwerks van de eindstijlen, is 131.95 M.

Elke brug bestaat uit twee brugbalken, waartusschen bij den onderrand de eigenlijke bruggebaan ligt; de boveinden der brugbalken zijn door dwarsverbindingen tegen schrancking met elkander vereenigd en aan de onder- en bovenzijde is eene windkoppeling aangebracht.

De afstand tusschen de harten der brugbalken is 9.56 M., de binnenwerksche wijdte tusschen de brugstijlen 8.575 M. en de spoorwijdte van as tot as der beide banen 4 M.

De onderrand van den brugbalk is recht, de bovenrand is volgens een veelhoek, waarvan de hoekpunten gelegen zijn op een cirkelboog, met 155.45 M. straal beschreven, gebogen. In de buitenrib van den eindstijl is de brug hoog 7 M. en in het midden 21.545 M.; de wand is verdeeld in 21 vakken van ongelijke lengte; het eerste vak gerekend van het hart van den binnenrib van den eindstijl tot het hart van den volgenden stijl, is 4140 m.M. lang, het middenvak heeft eene lengte van 8280 m.M. Van het einde naar het midden neemt de lengte der vakken telkens met 414 m.M. toe. De wand is dubbel en elk van deze beide gedeelten bestaat uit een enkelvoudig schorenstelsel van de tweede orde; in de vijf middenvakken zijn de schoren gekruist, in de overige vakken zijn alleen schoren met den top naar buiten aangebracht.

De randen hebben den bakvorm en bestaan uit verticale en horizontale platen, die met hoekijzers en klinknagels met elkander vereenigd zijn. Alleen in de drie uiterste vakken van den onderrand, waar de spanningsgetallen betrekkelijk gering zijn, konden de doorgaande horizontale randplaten worden vervangen door kruisen van 100 m.M. breed en 10 M.m. dik en koppelplaten bij de stijlen. Elke verticale rib van den bak bestaat uit twee platen, breed 1000, dik 12.5 m.M.; de hoekijzers, waarmede zij aan de horizontale platen verbonden zijn, hebben 130 m.M. zijde en zijn 15 m.M. dik, terwijl de horizontale platen in iedere laag

te samen 1500 m.M. breed en elk 10 m.M. dik zijn. Elke laag van den horizontalen rand is, uit twee of drie strooken van gelijke of verschillende breedte samengesteld en het aantal lagen is nergens grooter dan vijf.

In het midden van elk vak van den bovenrand zijn de twee verticale platen aan elkander verbonden door eene dwarsplaat, hoog 1010, breed 868, dik 8 m.M., die langs elk der vier zijden omzoomd is met een hoekijzer van 80 bij 80 m.M. zijde, dik 8 m.M., waarvan dat langs de bovenzijde en de beide verticaal gerichtte dienen tot verbinding aan den brugrand. Het doel van deze koppelingen is het beletten, dat de verticale randplaten, onder de werking van drukkende krachten, uitbuigen.

De schoren 1, 2 en 3 van het uiteinde van den balk gerekend, bestaan in elken wand van iederen balk, uit twee platen, dik 12.5 m.M., breed 780,725 en 560 m.M., terwijl de schoren 4 tot 11 uit een strook, dik 25 m.M., in iederen wand bestaan, waarvan de breedte van 470 m.M. tot 190 m.M. afneemt; de schoor 12 bestaat, op gelijke wijze, uit een strook, breed 150, dik 22 m.M.; 13 uit eene strook breed 150, dik 15 m.M., en 14 uit eene strook breed 150, dik 12.5 m.M. De schoren 1 tot 11 zijn, met wederzijdsche laschplaten aan de verticale randplaten verbonden; de overigen zijn daarbuiten tegen geklonken. Van de schoren, die in hetzelfde vlak gelegen zijn, is bij het kruispunt de eene doorsneden en de beide stukken daarvan zijn met wederzijdsche laschplaten vereenigd.

De eindstijl heeft een niet algemeenen vorm; hij bestaat uit twee helften, die ten opzichte van de lengte-as van den brugbalk symetriesch zijn. Ieder van deze helften is weder samengesteld uit twee stijlen, die midden op midden 1600 m.M. van elkander verwijderd zijn en die gevormd zijn, elk uit twee gootijzers, waarvan de bodems 200 m.M. breed en 10 m.M. dik en de zijwanden of wangen respectievelijk 100 en 80 m. M. breed en 13 en 10 m.M. dik zijn. Over de hoogte der onder- en bovenranden bevinden zich tusschen de binnenwanden van elk tweetal gootijzers, vulplaten, dik 8 m.M., terwijl tusschen deze over de geheele hoogte van den stijl strooken van dezelfde dikte, breed 200 m.M. aangebracht zijn. Langs den bovenkant van de vulplaat tusschen de onderranden, langs den onderkant van dien tusschen de bovenranden en op twee plaatsen daartusschen zijn dwarskoppelingen aangebracht, bestaande uit een hoekijzer van 8 c.M. zijde, dik 1 c.M. en in elk van de drie daardoor gevormde vakken bevindt zich een kruis, bestaande uit twee latten, breed 8, dik 1 c.M. Elke twee gootijzers zijn tot een stijl gekoppeld, door een op hunne buitenvlakken, over de geheele hoogte aangebrachte plaat, breed 410 m.M., dik 12.5 m.M. en daaroverheen is eene tweede plaat van dezelfde dikte, aangebracht, die over de hoogte van den onderrand 1005 m.M., over dien van den bovenrand 410 m.M. breed is en tusschen deze twee randen gelijkmatig in breedte afneemt, langs den binnenkant van de, naar elkander gekeerde schuine zijden zijn deze platen, over hare geheele lengte omzoomd met een hoekijzer van 105 m.M. zijde, dik 10.5 m.M. Langs de verticale platen van de randen en de buitenvlakken van den stijl zijn vulplaten aangebracht, dik 12.5 m.M., terwijl over laatstgenoemde vlakken tusschen de randen van den brugbalk nog diagonaalkoppelplaten van gelijke dikte voorhanden zijn.

De eerste tusschenstijl bestaat eveneens uit twee, ten opzichte van de lengte-as van den brugbalk, symetriesche helften, die ieder zijn samengesteld uit twee gootijzers, aan de buitenzijde gekoppeld door eene plaat breed 440, dik 10 m.M. Langs de naar buitengekeerde wangen van de goot zijn versterkingsplaten aangebracht, breed 100, dik 12 m.M. en tusschen de korte, tegen elkander sluitende wangen, is, even als bij den eindstijl, tusschen de randen der brugbalken, eene dwarsplaat dik 8

m.M. voorhanden. Op de hoogte van den onderrand van de bovenkoppeling is eene diergelijke dwarsplaat aangebracht en tusschen deze drie platen zijn de beide deelen van den stijl aan elkander verbonden door drie hoekijzers, waarvan er een ligt langs den bovenkant van de onderste dwarsplaat en door vier kruissen van latten, zwaar 8 en 1 c.M., welke hoekijzers en latten bevestigd zijn aan strooken, breed 200, dik 8 m.M. die zich bevinden tusschen de naar binnengekeerde wangen der gootijzers.

Behoudens eenig verschil in sommige afmetingen en het voorhanden zijn van eene kruisverbinding meer, tusschen de opgaande wangen van de gootijzers is de tweede tusschenstijl gelijk aan den eersten. Bij den derden, vierden, vijfden en zesden zijn de plaatjes langs de buitenwangen en bij de volgende ook die langs de bodems der gootijzers weggelaten, overigens zijn zij, behalve het toenemend aantal kruisen en het verschil der afmetingen van de onderdeelen, allen aan de voorgaanden gelijk.

Bij elke verticale rib van den eindstijl en bij elken tusschenstijl rust, op den onderrand van den brugbalk, een dwarsdrager, de vijf eerste dwarsdragers aan elk uiteinde zijn, van staal, de 14 overige zijn van ijzer gemaakt. De stalen dragers bestaan uit een verticale plaat, hoog 1000, dik 9 m.M. langs den boven- en onderrand omzoomd door twee hoekstukken, van 9 c.M. zijde, dik 1 c.M., waarop, voor de twee eerste dwarsdragers een horizontale plaat en voor de volgende twee doorgaande en twee kortere horizontale platen, breed 22, dik 1 c.M. geklonken zijn; de daarop volgende ijzeren dragers hebben eene verticale plaat, hoog 990 m.M., dik 13 m.M. omzoomd door hoekijzers van 155 en 80 m.M., zijde dik 13 m.M. met het lange been in horizontale richting, de randplaten zijn 350 m.M. breed en 13 m.M. dik; het aantal dezer platen is verschillend, ten gevolge van het verschil van den onderlingen afstand der dwarsdragers; bij den eersten ijzeren drager zijn twee doorgaande en een gedeeltelijke plaat in het midden voorhanden, bij den tweeden en derden twee doorgaande en twee gedeeltelijke platen, bij den vierden en den vijfden zijn drie doorgaande en een gedeeltelijke plaat, bij den zesden en zevenden eindelijk zijn drie doorgaande en twee gedeeltelijke platen aangebracht. De verbinding der dwarsdragers, zoowel stalen als ijzeren, aan de brugbalken, heeft plaats door wederzijdsche hoekijzers van 9 c.M. zijde, dik 1 c.M., terwijl op de bovenranden der dragers versterkingsdriehoeken zijn geplaatst, hoog 50, breed 49 c.M.

Tusschen de dwarsdragers liggen vier rijen langsliggers, onder elke spoorstaaf één, die, voor zoover zij tusschen de beide dwarsdragers bij den eindstijl of in de negen middenste vakken liggen, van ijzer en voor de 12 overige vakken van staal zijn; bij een van de drie bruggen zijn echter de liggers in de 7 middelste vakken van ijzer en aan iedere zijde zeven stuks van staal. De langsligger, in het uiterste vak, bestaat uit eene verticale plaat, hoog 686, dik 8 m.M., met randen van twee hoekijzers van 7 c.M. zijde, dik 7 m.M.; de overige ijzeren langsliggers bestaan uit eene verticale plaat, hoog 68, dik 1 c.M., met randen gevormd door twee hoekijzers van 105 m.M. zijde, dik 10 m.M. en één tot drie platen, breed 230, dik 10 m.M.; de stalen liggers hebben eene verticale plaat hoog 686 m.M., dik 7 m.M. voor die in de drie uiterste vakken, 8 m.M. in de overige, hoekstukken van 7 c.M. zijde, dik 7 m.M., en een tot drie randplaten, breed 150, dik 7 m.M.

De langsliggers zijn met hoekstukken en vulplaten aan de lijfplaat van den dwarsdrager verbonden, terwijl elke twee, op elkander volgende vereenigd zijn door een, tegen den boven en den onderrand aangebrachte, door die lijfplaat gestoken, strook. Op afstanden die verschillen van 660 tot 780 m.M. zijn, langs het lijf van den langsligger verstijvingshoekijzers aangebracht.

In de zeven middenste vakken zijn de langsliggers, tot hetzelfde spoor

behoorende, in of nabij het midden, bij een der verticaal verstijvingen gekoppeld door een dwarsschot, bestaande uit eene plaat hoog 47 c.M., aan de boven en onderzijde omzoomd door een hoekstuk van 6 c.M. zijde, alles dik 7 m.M. en aan de benedenzijde zijn al de langsliggers gekoppeld door een horizontaal kruisverband van staven breed 6 c.M., dik 7 m.M., voor zooveel de diagonalen betreft en van hoekstukken van 6 c.M., dik 7 m.M. voor wat aangaat de zijden der rechthoeken waarin het verband verdeeld is.

Aan de buitenzijde van de uiterste dwarsdragers zijn de langsliggers, in den vorm van consôles, verlengd, die van boven 518, van onder 268 m.M. lang zijn.

Op de langsliggers zijn eikenhouten dwarsliggers lang 2.40 M., zwaar 20 bij 18 c.M., aangebracht, waarop de spoorstaven met haakbouten bevestigd zijn; tusschen de spoorstaven is, op die liggers een geribd plaatijzeren dek, breed 1.3 M., wegende 40 K.G. per M², aangebracht en op dit dek zijn, in elke baan, over de geheele lengte der brug, twee doorgaande ijzers aangebracht, waarvan de toptafel 122 m.M. breed en 9 m.M. dik, de steel 78.5 m.M. lang en 11.5 m.M. dik is. Tusschen de beide spoorbanen is een eikenhouten vloer gelegd, breed 2.16 M., van deelen dik 5 c.M., gedragen door greenen dwarsliggers, lang 2.7 M., breed 12, hoog 18 c.M. Tusschen elken brugbalk en de naastliggende spoorbaan bevindt zich eene loopbrug, gedragen door twee gootijzers, waarvan de bodem breed is 260 en de wangen 88 m.M. lang zijn met eene ijzerdikte van 8.5 m.M.; de gootijzers zijn, met de bodems naar elkander, op een der wangen, met een binnenwerkschen afstand van 495 m.M. geplaatst en zij dragen een eiken dek, breed 1.04 M., dik 4 c.M.

De tegenover elkander staande stijlen der beide brugbalken van de zelfde brug zijn aan de bovenzijde door eene dwarskoppeling verbonden, waarvan de onderkant 4.80 M. boven den bovenkant van de spoorstaaf ligt en waarvan de hoogte toeneemt naarmate men het midden van de brugopening nadert. Bij de buitenrib van den eindstijl is de buitenwerksche hoogte van de bovenkoppeling 740 m.M. De bovenrand is gevormd uit eene horizontale plaat, breed 300, dik 8 M., gedragen door twee hoekijzers, waarvan de staande beenen van elkander zijner gewend en waarvan de zijden 70 m.M. breed en 10 m.M. dik zijn; de onderrand is gevormd door een gootijzer, breed 220 m.M., met wangen breed 100 m.M., de bodem dik 10, de wangen 12 m.M.; door zes verticale gootijzers van 30 m.M. bodem, dik 8 m.M., met twee wangen van 25 m.M. lengte, dik 15 m.M., aan weerszijde van de koppeling, tegen de buitenzijde van de hoek en gootijzers aangebracht, is de lengte van de bovenkoppeling in 7 deelen verdeeld, waarvan de beide uiterste ongeveer half zoo lang zijn als de vijf daartusschen gelegen; in elk binnenvak is een kruis aangebracht van ijzeren latten, breed 80, dik 8 m.M., en in het buitenvak is, langs de boven en onderzijde, eene plaat, dik 10 m.M., geplaatst, die aan de naar elkander gekeerde zijden schuin zijn afgesneden, zoodat zij aan den naar den balk gekeerden kant slechts de breedte der randen behouden en tegen den brugbalk elkander raken; de onderste plaat reikt, langs den balk, nog tot 378 m.M. beneden den onderrand van de koppeling en vormt zoodoende eene driehoekige console, die, langs de onderzijde, door een hoekijzer van 8 c.M. zijde, dik 8 m.M., omzoomd is. De koppeling bij de binnenrib van den eindstijl is buitenwerks hoog 1548 m.M., de randen, stijlen, kruisen, consoles, enz. zijn, behoudens de afmetingen, van gelijke constructie als die van de koppeling bij de buitenrib; slechts met deze uitzondering, dat de stijl, tusschen het eerste en tweede kruis van het einde, in plaats van uit één, uit twee gootijzers in

iederer wand is samengesteld, die met eene speelruimte, wijd 9 m.M., naast elkander geplaatst zijn. Behalve door de later te vermelden doorgaande langskoppelingen, zijn de beide koppelingen van den eindstijl, in hun bovenvlak, saamverbonden door 4 \perp ijzers, van 118 m.M. toptafel en 88 m.M. steel, dik 11 m.M., die bij den 1sten en 3den stijl van ieder einde van de koppeling evenwijdig aan de as van de brug op de bovenranden bevestigd zijn en door vijf kruisen, elk bestaande uit twee latten, breed 100, dik 10 m.M., zijn vereenigd.

Alle verdere dwarskoppelingen bestaan uit een boven- en een onder-rand, die door een kruisverband vereenigd zijn, de bovenrand is buitenwerks hoog 740 m.M. en is weêr samengesteld uit een boven- en een onderregel, ieder gevormd uit een gootijzer van 220 m.M. bodembreedte en 100 m.M. breede wangen, de eerste dik 10, de tweede 12 m.M.; de wangen van het bovenste gootijzer zijn naar beneden, die van het benedenste naar boven gericht; tusschen die beide regels bevinden zich weder twee wanden, elk van 5 stijlen gevormd door een gootijzer van 80 m.M. bodem, dik 8 m.M., met wangen van 25 m.M. breed, dik 15 m.M., waardoor 7 vakken ontstaan, waarvan de buitenste allen aan de buitenzijde gedicht zijn door eene plaat, dik 8 m.M., die langs de zijde, waar zij aan den brugstijl bevestigd is, iets hooger is dan de koppeling en van boven schuin is bijgewerkt, en de vijf binnenste voorzien van een kruis van twee diagonalen in elken wand, breed 80, dik 7 m.M. Aan de uiteinden zijn deze koppelingen met den brugstijl vereenigd, zowel rechtstreeks als door eene console gevormd door hoekijzers van 8 c.M. zijde, dik 8 m.M. en platen van 10 m.M. dik. De onderranden van de koppelingen zijn ook aan elkander gelijk, alleen met dit onderscheid, dat de horizontale gootijzers van de tweede koppeling $2^{20}/_{100}$, $^{10}/_{12}$ m.M. breed en dik zijn, en die van de andere $2^{20}/_{78}$, $^{8}/_{10}$ m.M.

Behoudens eenig gering verschil in lengte-afmetingen zijn deze onderranden verder gelijk aan de bovenkoppeling bij den buitenregel van den eindstijl. Waar dit deel van de bovenkoppeling met den brugstijl moet verbonden worden is daarop, met de vereischte hoekijzers, eene verticale plaat, dik 10 m.M., bevestigd, dienende tot aanhechting van het verticaal kruisverband, evenals de vroeger genoemde console in den hoek tusschen den brugstijl en den onderkant van den bovenrand der koppeling.

Bij de drie eerste stijlen aan elk brugeind bestaat het kruisverband eenvoudig uit een gootijzer van 220 m.M. bodembreedte, dik 8 m.M., en 78 m.M. hooge wangen, dik 10 m.M., in iedere diagonaal van het bovenraam, die bij hun kruispunt op eene gemeenschappelijke 10 m.M. dikke plaat vereenigd zijn. Bij de overige stijlen is, tusschen den boven- en den onderrand nog een horizontale steun aangebracht, bestaande uit een goot als die der diagonalen en aan de einden door eene laschplaat tusschen hoekijzers aan den brugstijl verbonden. Bij hun kruispunt zijn deze drie gootijzers allen doorgesneden en op eene 1 c.M. dikke plaat vereenigd.

Over de uiterste dwarskoppeling van den eindstijl en den bovenregel van de onderranden van de dwarskoppelingen van al de overige stijlen zijn boven de verticale stijlen tusschen het eerste en tweede kruis van het uiteinde af, in al die onderranden langskoppelingen aangebracht, die dus evenwijdig aan de as van de brug liggen en bestaan uit een I-ijzer 200 m.M. hoog, met 100 m.M. breede dwarstafels, alles dik 9 m.M.

Tusschen de voetpunten van de binnenrib van den eindstijl en den eersten daaropvolgenden stijl en verder tusschen die van elke twee stijlen, bevindt zich een kruis waarvan elke arm is saamgesteld in het

eerste en tweede vak uit twee stalen hoekstukken van 100 m.M. zijde, dik 12 m.M., tusschen de naar elkander gekeerde verticale beenen waarvan eene strook breed 100, dik 10 m.M. is geklonken; in het derde en vierde vak is de arm van het kruis eveneens samengesteld met weglating van de strook; in de overige vakken bestaat elke arm slechts uit een hoekstuk, langs het verticale been waarvan in de vakken 5, 6 en 7 een staande strook breed 100 m.M. geklonken is, die in het 5de vak 14, in de andere 10 m.M. dik is. Aan de uiteinden zijn de horizontale beenen dezer hoekstalen geklonken voor den eenen arm op, voor den anderen onder verbindingsplaten die op hunne beurt op den onderrand van den brugbalk bevestigd zijn.

Een dergelijk windkruisstelsel is door verbindingsplaten vereenigd met den onderkant van den bovenrand der brugbalken.

Tot dracht van de baan tusschen de kleine en groote bruggen is op pijler V een ijzeren balk geplaatst, bestaande uit vier liggers, onder elke spoorstaaf één, hoog buitenwerks 1.83 M., met boven- en onderrand elk van twee hoekijzers van 80 m.M. zijde, dik 10 m.M. en eene lijfplaat dik 8 m.M., alles in de richting van de brug lang 1.54 M. Onder en boven de hoekijzers der randen zijn deze liggers nabij elk einde gekoppeld door een hoekijzer, terwijl langs de lijfplaat verticale hoekijzers als die van de randen geplaatst zijn en in ieder der aldus gevormde vakken is een kruis aangebracht, waarvan de armen bestaan uit een hoekijzer van 65 m.M. zijde, dik 10 m.M., bevestigd aan in de hoeken der ramen aangebrachte laschplaten. Buitenlangs dezen balk is in het verlengde van het voetpad op de bruggen van 53.5 M., aan iedere zijde een console tot dracht van het voetpad uitgebouwd, bestaande in het verlengde van iedere kruiskoppeling uit een hoekijzer langs de verticale plaat en daarboven eerst schuins naar boven en dan horizontaal gebogen, waarvan de beide einden vereenigd zijn door een gebogen hoekijzer van 8 m.M. zijde, dik 1 e.M.

Bij de hoeken in den bovenrand en aan de einden is deze console van laschplaten voorzien, terwijl de gebogen zijde en het bovineinde van het verticaal gedeelte langs den ligger nog door een hoekijzer gekoppeld zijn. Om het trottoir boven den pijler tot uitwijkplaats te doen strekken, moest het verbreed worden en daartoe zijn, tegenover de consoles aan de brug, consoles op den pijler geplaatst, waarvan echter de bovenrand anders is gevormd, omdat de daarop liggende ijzeren plaat in hoogte moet overeenkomen met de bedekking van het trottoir, waarvan de liggers op de consoles, van de brug dragen.

Aangaande de verdere inrichting boven de pijlers, de leuningën, de oplegvlakken en compensatie-toestellen is overigens niets bijzonders te melden. De algemeene inrichting daarvan blijkt voldoende uit de teekeningen.

Op den 21den November 1873 werd het maken en stellen van den metalen bovenbouw voor de brug over de Waal aanbesteed en de minste inschrijver, aan wien het werk voor f 1 440 000 werd toegeewezen, was de Union Actiën Gesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie te Dortmund.

Dadelijk werd daarmee een aanvang gemaakt en, nadat de noodige walsen in de fabriek te Dortmund waren gegoten en afgedraaid, werd reeds in Februari 1876, in die te Hattingen, met het walsen van ijzer aangevangen, terwijl reeds in Juni daaraanvolgende met het heien der palen, voor den steiger van de brug tusschen de pijlers VI en VII, werd begonnen, welk werk trouwens, door hooge rivierstanden, belangrijk werd vertraagd. Nogtans kwam de ondersteiger, op eenige kleinigheden na, in Juli en de bovensteiger in Augustus klaar. In Mei waren 75 M. boven de brug, vóór elk juk van den steiger één,

dus te zamen zes dukdalven in de rivier geheid, om de scheepvaart te dwingen koers te nemen tusschen pijler VII en het Zuidelijke landhoofd, terwijl voor het slepen door de brug en voor behoorlijke verlichting bij nacht, in Juni werd zorg gedragen. Intusschen was ook met de fabricatie van het metaal aangevangen, die aanvankelijk veel bezwaar opleverde. zoowel voor wat betreft de vervaardiging van het staal als van het zware gootijzer. Toen in Juli, in de fabriek te Steele, zwaarder walsen werden gebruikt, was het bezwaar, voor zooveel het gootijzer betreft, overwonnen; toch werd ook later nog wel eens ijzer, dat ter keuring aangeboden was verworpen en de staalfabricatie bleef steeds wisselvallige, dikwijls slechte resultaten opleveren. Op 1 December werd de eerste bovenbouw, die aanvankelijk 10 cM. te hoog was aangelegd en nu gereed was, op zijne oplegtoestellen neergestreken, de opstelling van den bovenbouw was voltooid en met de opruiming van den steiger werd een begin gemaakt; de geheele opruiming was in Januari 1877 afgelopen.

Na langdurige vertraging door hoog water. kon, eerst in April daaraanvolgende, met het heien van de jukken, voor den ondersteiger, tusschen pijler VII en het Zuiderlandhoofd, alsook van de dukdalven boven die jukken, aangevangen worden. Op 21 Juni waren boven- en ondersteiger zoover gereed, dat met het stellen van den bovenbouw een aanvang kon gemaakt worden, die in Augustus zoover afgeklonken was, dat met de opruiming der bovensteigers een begin kon gemaakt worden. Met de beheering voor de derde groote opening werd in Juni een aanvang gemaakt evenals met die tusschen de pijlers II en III, III en IV en IV en V der kleine openingen; in de volgende maand werd ook met den ondersteiger, voor de kleine opening tusschen de pijlers I en II aangevangen; in November eindelijk werd met den ondersteiger tusschen het Zuidelijk landhoofd en pijler I begonnen. In September 1877 was de bovenbouw van de brug, tusschen pijler VII en het Zuider landhoofd en in December die tusschen de pijlers V en VI zoover voltooid, dat de ondersteuning der knooppunten kon worden weggenomen en met de opruiming der steigers een begin kon gemaakt worden. De groote brug tusschen de pijlers VI en VII was, bij het wegnemen van de ondersteuningspunten, aan de oostzijde, in het midden van den brugbalk, 23 m.M., aan de westzijde 27,5 m.M., doorgebogen; voor de bruggen tusschen pijler VII en het Zuidelijk landhoofd en tusschen de pijlers V en VI bedroegen die doorbuigingen aan de oostzijde van de eerste brug 33 m.M., aan de westzijde 32 m.M., voor de andere aan beide zijden 34 m.M.

De opstelling van de kleine bruggen had achtereenvolgens plaats en eindigde met die tusschen de pijlers I en II en tusschen het Zuider landhoofd en pijler I, die in Februari 1878 zoover was afgelopen, dat de ondersteuning onder de knooppunten konden worden weggenomen en weldra met de opruiming der steigers kon worden aangevangen.

In Juli 1877 was, ter beveiliging van de scheepvaart, aan het boven-einde van de Waalkade langs de stad Nijmegen een seinpost opgericht, om aan afvarende sleeptreinen en houtvloten en opvarende sleeptreinen seinen te kunnen geven; den 26sten nam de bediening van dien post een aanvang en deze werd, evenals de dienst voor het slepen van schepen en vloten, voortgezet tot nadat de steigers, die voor de opstelling van de brug hadden gediend, waren weggebroken.

In Juli 1878 was de brug gereed, in Augustus zou de beproeving plaats hebben, doch het was niet zonder bezwaar dat dit einddoel bereikt was. Afgezien van vertragingen door hooge waterstanden, die wel tijdrovend waren, maar niet tot groote moeielijkheden aanleiding gaven, was er eene andere omstandigheid die dit wel deed. Voortdurend

had men te kampen gehad tegen de onvoldoende resultaten die het staal bij de beproeving opleverde. Nu en dan voldeed het aan de voorschriften en gaven de beproevingen, die, vooral ook om de wisselvalligheid der uitkomsten, met de meest mogelijke zorg werden toegepast, voldoende resultaten, maar niet zelden gebeurde het ook weer, dat het gefabriceerde moest verworpen worden. Die ongestadigheid in de uitkomsten kon zorg wekken, maar toch dacht men op het metaal, gefabriceerd uit de charges, die bij het onderzoek goede uitkomsten hadden gegeven, te kunnen vertrouwen. Daarom had men er ook geen bezwaar in gezien de brug, op de pijlers VI en VII, in haar geheel op te stellen, zonder dat de beproevingen met dwarsdragers en langsliggers, die het bestek voorschreef, nog waren geschied: die beproevingen konden ook daarna plaats hebben en er scheen geen reden te zijn om twijfel te koesteren of balken, saamgesteld uit bouwstoffen, die aan de vastgestelde proeven voldeden, ook de zooveel minder zware beproevingen, waaraan zij in hun geheel moesten onderworpen worden, zouden kunnen onderstaan.

In Maart 1877 werd aan de fabriek te Dortmund een begin gemaakt met de samenstelling van een toestel, om de stalen dwarsdragers en langsliggers aan de voorgeschreven beproevingen te onderwerpen; in Mei kwam die toestel gereed en werd een balk aan de beproeving met een gunstig gevolg onderworpen; gunstig in zooverre, dat er geene reden bestond om de aanvaarding van de gemaakte balken te weigeren; maar de ongunstige uitkomsten, die in Februari verkregen waren met de stalen balken van de brug over den Rijn bij Arnhem, hadden het vertrouwen in dit metaal sterk aan het wankelen gebracht en er werd besloten, ook van de balken voor de brug over de Waal, enkele te belasten tot zij zouden breken. In de verhandeling van den Ingenieur TELDERS, waarvan sprake is in de beschrijving van de brug bij Arnhem, is de uitslag van die beproevingen in het breede medegedeeld; het is dus niet noodig daarover hier uit te wijden, genoeg zij het te melden, dat drie langsliggers aan de beproeving werden onderworpen en feitelijk braken, toen de berekende spanning in den uitersten vezel achtereenvolgens bedroeg 36, 40 en 35 K.G. per m.M.².

Voor den Staat was dit resultaat nog ongunstiger dan dat verkregen bij de brug over den Rijn; daar had de breuk plaats vóór dat de spanning bereikt was, die, volgens het bestek, in den ligger zou opgewekt worden en de aannemer, die niet aan zijn contract voldaan had, was dus aansprakelijk voor de gevolgen: hier was aan het voorschrift, dat de balk, gedurende twintig minuten, aan eene belasting moest worden onderworpen, die eene berekende spanning van 26 K.G. per m.M.² in den uitersten vezel deed ontstaan, zonder te breken en zonder dat, na het wegnemen der belasting, eene blijvende doorbuiging kon worden waargenomen, voldaan; de aannemer was dus de verplichtingen nagekomen, die hij bij contract op zich genomen had en indien de aanbesteder van meening was dat aan die balken, die braken bij het ontstaan van spanningen veel lager dan die, welke elk samenstellend deel kon weerstaan, geen vertrouwen kon geschonken worden, kwamen de kosten der verandering of vervanging voor zijne rekening.

Er moest van worden afgezien om de balken te gebruiken, voor het doel waarvoor zij bestemd waren, doch aangezien de afstanden tusschen de dwarsdragers, van de uiteinden der bruggen naar het midden, grooter en dus deze dragers, zoowel als de langsliggers, in dezelve volgorde zwaarder werden, werd het niet noodig geacht allen onvoorwaardelijk te verworpen, maar werd besloten de lichtere balken, bij de uiteinden, te vervangen door zwaardere, die voor het midden bestemd waren, en in plaats van deze nieuwe ijzeren balken te maken.

Overeenkomstig het voorstel van den Hoofdingenieur VAN DEN BERGH werd, met den aannemer, overeengekomen als volgt:

a. *Dwarsdragers:*

de stalen dwarsdragers, in knooppunt 1a en 1b, blijven onveranderd;

de stalen dwarsdragers, in knooppunt 2, 3 en 4, vervallen en worden vervangen door de stalen dwarsdragers, bestemd voor de knooppunten 9, 10 en 11;

de stalen dwarsdragers in de knooppunten 5, 6, 7, 8, 9, 10 en 11 worden vervangen door ijzeren;

de stalen dwarsdragers in de knooppunten 5, 6, 7 en 8 vervallen.

b. *Langsliggers:*

de stalen langsliggers, tusschen de knooppunten 1a en 1b, blijven onveranderd;

de stalen langsliggers, tusschen de knooppunten 1b—2 en 2—3, worden versterkt, door het tegenklinken van randplaten:

de stalen langsliggers tusschen de knooppunten, 3—4, 4—5, 5—6, 6—7 vervallen en worden achtereenvolgens vervangen door af te schaven stalen langsliggers, die bestemd waren ter plaatse 7—8, 8—9, 9—10 en 10—11;

de stalen langsliggers, tusschen de knooppunten 7—8 worden voor ééne overspanning, vervangen door af te schaven stalen langsliggers, die bestemd waren ter plaatse 11—11' en worden voor de twee overige overspanningen, vervangen door ijzeren;

de stalen langsliggers, tusschen de knooppunten 8—9, 9—10, 10—11 en 11—11' worden vervangen door ijzeren;

de verticale verstijvingen, het horizontaal kruisverband onder tegen de langsliggers en de verstijvingsplaten, op de plaats van aansluiting der langsliggers aan de dwarsdragers, kunnen volgens het oorspronkelijk ontwerp in staal worden gemaakt.

Bovendien werd nog met den aannemer overeengekomen aangaande den prijs voor het afschaven en pasklaar maken der langsliggers, die naar andere vakken moesten worden verplaatst en aangaande den prijs, waarvoor hij het staal, dat niet aan de bruggen kon gebruikt worden terugnam.

De voorwaarde, dat slechts bij eene brug, de langsliggers tusschen de knooppunten 7—8 vervangen zouden worden, door in te korten langsliggers, oorspronkelijk bestemd om gebruikt te worden tusschen de knooppunten 11 en 11', werd geboden door de omstandigheid, dat het aantal vakken waarin de brugbalk verdeeld is, oneven is. Er waren dus maar 3×4 langsliggers 11—11' en er moesten 6×4 langsliggers 7—8 verwerkt worden; er konden dus aan eene brug 2×4 stalen liggers gebruikt worden, terwijl voor de twee anderen 4×4 ijzeren moesten worden gebruikt.

Voor de overspanningen, tusschen de pijlers V—VI en VII—Zuiderlandhoofd, leverde de vervanging der dwarsdragers en langsliggers alleen een financieel bezwaar; doch voor de overspanning VI—VII, bij welke zij reeds waren bevestigd en die op de pijlers was opgesteld, terwijl de steigers reeds waren weggenomen, kreeg de zaak een moeilijker aanzien, ofschoon zij inderdaad zonder eenig onheil op eene tamelijke eenvoudige wijze afliep.

In Januari 1878 werd met de wijziging een aanvang gemaakt; de driehoekige versterkingen, op de dwarsdragers, werden weggenomen,

en de langsliggers werden losgemaakt door afhakking van de koppen en uitboring van de steelen van de klinknagels. Nadat een deel der langsliggers, van een einde af naar het midden was weggenomen, werd met het uitnemen der dwarsdragers begonnen. Op de beide, aan de brugwanden opgehangen verfoestellen, werd een vloer gelegd, die een voldoende gemakkelijk te verplaatsen steiger vormde. Ter waar- schuwung voor de scheepvaart werd, bij dag, tegenover dien steiger een vaartuig met roode vlag geplaatst, terwijl des avonds die steiger naar het einde der overspanning bij den pijler, werd gerold. De dragers werden één voor één weggenomen en door nieuwe vervangen en zoodra een dezer op zijne plaats gebracht was werd met het vastklinken aan de verticalen aangevangen en werden, in de velden tusschen de ver- vangen dwarsdragers, andere langsliggers geplaatst, zoodat het klinken van de verbinding van de langsliggers aan de dwarsdragers kon onder- handen genomen worden. Dit werk werd, zonder eenig noemenswaardig incident, voortgezet tot de geheele vervanging en afklinking, in Mei 1878, afgehoopen was.

Reeds in Juli was men begonnen met, op den noordelijken Waal- oever, palen te heien en steigerwerken te maken voor de beproeving van de brug die dan ook op 10 Augustus met een zeer gunstigen uitslag plaats had,

Op pag. 77 en volgende van de Verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, jaar 1880—1881, is het volledig verslag medegedeeld van de beproeving van deze brug en van die over den Rijn bij Arnhem, zoodat het niet noodig is daaromtrent te dezer plaatse meer mede te deelen.

Bijkomende werken.

Bij den bouw van het noordelijk landhoofd van de brug werden tevens eenige grondwerken uitgevoerd, een gedeelte van het grond- werk voor den spoorwegdam in de Betuwe en eenige wegen en water- leidingen, benevens een doorgang met duiker en ijzeren buis in dien dam.

Eveneens is, in het bestek waarbij de bouw van het zuidelijk land- hoofd werd aanbesteed, opgenomen het gedeeltelijk aanvullen, tot 15.53 M. boven A. P., van eene vestinggracht en van een terrein achter het landhoofd. Over deze werken, als niet rechtstreeks met den bouw der brug in verband staande, kan hier verder het stilzwijgen worden bewaard; maar als onafscheidelijk van het Noorderlandhoofd moet worden beschouwd, vooreerst de tijdelijke omlegging van den Noorde- lijken Waaldijk, die noodig was om de fundeering van het landhoofd te kunnen maken. Ter plaatse waar de as den bestaanden Noorder Waaldijk sneed, had deze eene, nagenoeg van het Zuidoosten naar het Noordwesten, gerichte strekking. Van ongeveer 50 M. boven, tot even- veel onder die as, moest hij verlegd worden, zoodat het rechte ge- deelte van den nieuwen dijk, dat haaks op de brugas werd aangelegd en in die as ongeveer 15 M. meer rivierwaarts kwam te liggen, met den bestaanden dijk, bovenwaarts door een cirkelboog, bendenwaarts door een olijf verbonden werd. Aan dezen tijdelijken dijk, die weder werd opgeruimd toen de versterkingswerken aan de rivierzijde van het landhoofd werden gemaakt, werd, bij eene hoogte van 15.5 M. boven A. P., eene kruinsbreedte gegeven van 5 M. met een binnenbeloop van 2 : 1 en een buitenbeloop van 3 : 1. Ook de definitieve richting van den dijk wijkt van de oorspronkelijke af. Van ongeveer 80 M. boven de brugas is de nieuwe dijk, met een boog, landwaarts ingebogen en hij loopt in afwisselend rechte en gebogen strekkingen achter langs de aangelegde versterkingswerken door de poort in het landhoofd, waar beneden hij, op dezelfde plaats als de tijdelijke dijk, aan den ouden Noorder Waaldijk aansluit.

Boven en beneden de versterkingswerken ligt ook hier de kruin 15.50 M. boven A.P., binnen deze op 14.17 M. boven dat peil en aan weërszijde heeft de verbinding van deze, op verschillende hoogten gelegen deelen, met opreden, onder 40 : 1, plaats; terwijl de ruimte, tusschen den eigenlijken dijk en het beloop der vestingwerken beneden de brug, tot 15.50 M. boven A.P. is aangevuld. Boven en beneden de brug gaat een afrid, hellende 10 : 1, van den dijk naar het maai-veld af en een dergelijke oprid is, aan de Oostelijke zijde, in het talud van den spoorwegdam, ingesneden.

Van ongeveer 10 M. benoorden de as van pijler II, tot aan de rivier is de uiterwaard, op den noordelijken oever, ter breedte van 50 M. aan iedere zijde van de brugas, afgegraven tot 9 M. boven A.P.; rechts en links daarvan is aan de ingraving een talud gegeven van 100 : 1, rivieropwaarts tot terreinshoogte, afwaarts tot 9.80 M. boven A.P. op welke hoogte hier verder het geheele terrein tot aan de rivier afgegraven is. Aan de dijkzijde heeft de ingraving plaats gehad met een beloop van 10 : 1; de voet van dit talud is bijna rechthoekig op de brugas. Aan de rivierzijde van pijler V is, evenwijdig aan de normaaloeverlijn, van 140 M. boven tot 140 M. beneden de brugas, eene kade aangelegd, met de kruin op 10 M. boven A.P. kruinsbreedte van 3 M. binnenbeeloop van 2 op 1, buitenbeeloop van 3 op 1.

Van ongeveer 18 M. ten noorden, tot 22 M. ten zuiden van pijler VI en eveneens van omtrent 80 M. ten noorden, tot 90 M. ten zuiden van pijler VII is de rivierbodem, naar aanleiding van het bestek, waarbij de pijlers zijn aanbesteed, bezet met zinkstukken, ter breedte van 55 M. aan wederzijde van de brugas; aansluitende aan de zuidzijde van laatstgenoemd zinkstuk is de oever met eene bleeslaag bezet, breed, bij die aansluiting, 110 M. en tegen den teen van den dijk ongeveer 200 M. Behalve met den steen, benoodigd voor de ziinking, zijn de zinkstukken en de bleeslaag, ter dikte van 20 c.M. gedekt met eene laag kogelbazalt, waarop rondom de pijlers, eene steenstorting van bazalt is aangebracht, reikende met den bovenkant tot 6.50 M. boven A.P., waar de kruinsbreedte van de storting één M. bedraagt en van waar de glooiingen, met eene gemiddelde helling van 2 op 1, naar beneden gaan. Op de bleeslaag is, langs den steenmuur van het jaagpad bij het zuidelijk landhoofd, eene soortgelijke steenstorting gemaakt.

Bij verschillende bestekken werd nog besteed het maken van zes kribben en van een strekdam, ter normaliseering van de rivier, aan het oosteinde van de stad Nijmegen, welk werk, ofschoon ver van de brug gelegen, toch als onmiddellijk daarmede in verband staande moet beschouwd worden. Behalve dat de uitvoering der werken herhaaldelijk door hoogen rivierstand werd gestoord en zelfs geheel belet, werd daarbij weinig bijzonders ondervonden. Bij bestek 694 was aanbesteed het maken van een gedeelte strekdam in de rivier de Waal en van eenige andere werken, onder welke laatste behoorde het opwerken van krib VI, uitgevoerd volgens bestek 643. Op 14 Maart 1879, bij een waterstand van 1.50 M. boven middelbare rivier, des avonds ten 8 ure, is het pakwerk ter optrekking van krib VI gedeeltelijk afgeschoven en verzonken, waarbij de zandaanvulling achter het werk zich, onder hellingen van 5 en 10 op 1, heeft afgevlakt. Om het uitschuiven van de zandaanvulling te voorkomen werden, door den aannemer, de noodige maatregelen genomen, onder anderen, doch, voornamelijk, bestaande in het aanbrengen van een zinkstuk van 176 M².

Dat de normaliseeringwerken een belangrijken invloed zouden uitoefenen op den toestand der rivier ter plaatse, bleek reeds toen, in Mei 1876, de kribben III, IV en V tot de volle hoogte en I en II tot twee meter beneden middelbare rivier waren opgetrokken. In zijn rapport

over die maand zegt de sectie-ingenieur van IDSINGA: „Sedert den aanleg der kribben I en II wordt eene aanzienlijke vermindering van verval in de rivier, tusschen de rijkspeilschaal en de peilschaal geplaatst aan de kade te Nijmegen, beneden hoekpaal LXXXVI, waargenomen. Terwijl toch het verval in November 1875, bij middelbaren waterstand, bedroeg 11 c.M., is dit cijfer bij denzelfden waterstand, thans gedaald tot 3 c.M. Gedurende de afgelopen maand Mei is, naarmate genoemde kribben hooger werden opgetrokken, het verval successievelijk 5 c.M. verminderd. Ook is opstuwung, door de kribben veroorzaakt, te bemerken uit de wijziging in de verdeeling van het verval in de rivier, tusschen de rijkspeilschaal en de peilschaal, welke even boven de kribben in de rivier is gesteld”.

Gewicht van den bovenbouw der overbrugging.

Blijkens de staten van afrekening is, aan de geheele brug, verwerkt 4 666 356 K.G. getrokken ijzer, 79 574 K.G. gesmeed ijzer, 75 440 K.G. geribd ijzer, 7328 K.G. gegoten ijzer; 254 157 K.G. getrokken staal; 161 141 K.G. gehamerd staal; 58 K.G. koper; 327 M³. eikenhout en 48,772 M³. greenenhout. Volgens den gewichtstaat moest aan de brug verwerkt worden aan:

Overspanningen :	Ijzer.				Staal.		Koper.	Hout.	
	Getrokken.	Gesmeed.	Geribd.	Gegoten.	Getrokken.	Gehamerd.		Eiken.	Greenen.
	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	M ³ .	M ³ .
drie wijd 127 M.	3126 370	14 470	43 611	2500	239 185	149 205	69	190.273	30.035
vijf „ 53 5 „	1400 888	24 235	31 043	4684		53 833	3	135.795	18.737
Samen . . .	4527 258	38 705	74 654	7184	239 185	200 038	72	326.068	48.772

Daar de aan iedere brug atzonderlijk verwerkte hoeveelheden niet bekend zijn, schiet er geen andere weg over om die te bepalen, dan door tusschen de verwerkte hoeveelheden en de berekende der onderdeelen, dezelfde verhouding aan te nemen, die tusschen die hoeveelheden voor de totalen bestaat. Vergelijkt men de cijfers van de afrekening en de gewichtstaten, dan ziet men dat de verschillen betrekkelijk niet groot zijn, met uitzondering evenwel van de hoeveelheden gesmeed ijzer en gehamerd staal. Van het eerste materiaal is volgens werkelijke weging 40 869 K.G. meer gebruikt dan berekend is en van het tweede omgekeerd 41 897 K.G. meer berekend dan werkelijk gebruikt.

De oorzaak tot dat verschil is deze, dat een gedeelte van de, voor de oplegging der drie groote bruggen, benooidige deelen, volgens den gewichtstaat, in gehamerd staal zouden worden uitgevoerd en inderdaad van gesmeed ijzer zijn gemaakt.

Met inbegrip van het gewicht der spoorstaven, doch met weglating van dat der deelen, die op de spanningen, in de staven van den bovenbouw, kunnen geacht worden geen invloed te hebben, zooals de deelen der oplegging, compensatietoestellen, luiken en ladders en verftoestellen kan men aannemen, dat gedragen wordt door iedere

Overspanning van:	IJzer.				Staal.		Koper.	Hout.	
	Getrokken.	Gesmeed.	Geribd.	Gegoten.	Getrokken.	Gehamerd.		Eiken.	Greenen.
	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.	K.G.			K.G.	K.G.
127 M.	1092 705	4005	14 690	440	84 719			50 414	6007
53.5 „	294 158	4200	6 274	894				21 712	2248

Bestek, overeenkomst of declaratie.	OMSCHRIJVING VAN HET WERK.
N ^o . 580	Het doen van grondboringen nabij Nijmegen ter plaatse der ontworpen overbrugging over de rivier de Waal.
„ 581	Het slaan van proefpalen voor de brug over de Waal bij Nijmegen.
„ 595	Het maken van de pijlers voor de brug over de Waal beneden Nijmegen.
„ 617	Het maken van vijf kribben tot normaliseering van de rivier de Waal boven Nijmegen, tusschen de kilometerraaien XXV en XXVI.
„ 621	Het maken en stellen van den metalen bovenbouw voor de brug over de Waal bij Nijmegen.
„ 624	Het maken van het Zuidelijk landhoofd van de brug over de Waal beneden Nijmegen.
„ 631	Het maken van het Noordelijk landhoofd van de brug over de Waal beneden Nijmegen en van eenige andere werken op den rechter Waaloever.
„ 643	Het maken van eene krib aan den linkeroever van de rivier de Waal bij Nijmegen.
„ 694	Het maken van een gedeelte strekdam in de rivier de Waal voor Nijmegen en van eenige andere werken.
„ 722	Het voltooiën van pijlers V, VI en VII van de brug over de Waal te Nijmegen.
„ 735	Het maken van het 2de gedeelte strekdam met bijbehorende werken in de rivier de Waal voor Nijmegen.

Het gewicht van de M³. eikenhout is hierbij aangenomen te bedragen 800 K.G. en dat van de M³. greenenhout 600 K.G. Het totaal gewicht van eene brug van 127 M. is dus 1 252 950 K.G., en dat van eene brug van 53.5 M. 329 516 K.G. Midden op midden van de steunpunten is de lengte der eerstgenoemde brug 129.94 M., die der andere 55.825 M. en dus is het gewicht, per meter lengte van de groote brug, 9643 K.G. of 74.21 l. K.G., en van de kleine 5903 K.G. of 105.73 l. K.G. en per meter lengte, per spoor, 4824 K.G. of 37.10 l. K.G. en 2952 K.G. of 52.37 l. K.G.

Kosten.

De totaalkosten voor den bouw van de brug kunnen berekend worden als volgt:

Aannemer.	Aanneem-som.	Meer.	Minder.	Bedrag.
M. Kroonenburg, te Culemborg.	f 1 230	f 13,—	„	f 1 243,—
D. Volker, te Dordrecht.	1 300	190,—	„	1 490,—
W. P. en H. de Vries, te Rossum.	814 354	54 729,28 ⁵	„	868 083,28 ⁵
W. P. en H. de Vries, te Rossum.	92 760	2 812,—	„	95 572,—
Union Actiën Gesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie Dortmund.	1 440 000	84 622,84	„	1 524 622,84
K. van Wijngaarden Lz., te Sliedrecht.	210 850	12 212,34 ⁵	„	223 062,34 ⁵
W. P. en H. de Vries, te Rossum.	208 975	„	f 89 873,01	118 921,99
W. P. en H. de Vries, te Rossum.	31 960	„	„	31 960,—
A. G. Huyskes, te Hedel.	49 483	882,30	„	50 365,50
A. van Zelst, te Rotterdam.	12 600	„	„	12 600,—
A. G. Huyskes, te Hedel.	46 666	627,—	„	47 293,—

Nummer bestek of overeenkomst.	OMSCHRIJVING VAN HET WERK.
N ^o . 776	Het voltooiën van den strekdam in de rivier de Waal voor Nijmegen. Slepen van schepen en houtvloten door de in aanbouw zijnde brug over de Waal beneden Nijmegen. Advertentiekosten en drukwerken. Inrichting van den seinpost en bediening daarvan. Schadeloosstelling aan eigenaren van vaartuigen, voor het strijkend maken van de masten met onkosten. Kosten van onteigening. Kosten van buitengewone Opzichters.

Hierbij is nog te voegen de waarde der voorwerpen, voor den bovenbouw van de baan, uit de magazijnen verstrekt als spoorstaven, laschplaten enz., berekend op f 8 652.74 en de algemeene kosten, die niet afzonderlijk zijn opgegeven doch tot 30 Juni 1880 bedragen hebben f 40 791.66. Aangezien de kosten, na de voltooiing van de brug, naar evenredigheid minder hebben bedragen dan gedurende den bouw, kunnen laatstgenoemde, bij benadering op ongeveer $\frac{4}{5}$ van het geheele bedrag en dus op \pm f 33 000 en het geheele kapitaal, aan den bouw der brug ten koste gelegd, op f 3 198 400 gesteld worden.

Personeel.

Onder de algemeene leiding van den Hoofdingenieur VAN DEN BERGH

Aannemer.	Aanneem- som.	Meer.	Minder.	Bedrag.
J. A. van Haaften, te Sliedrecht.	44 800	"	"	44 800,—
	"	"	"	18 200,—
	"	"	"	15,30
	"	"	"	732,26 ^s
	"	"	"	5 750,60
	"	"	"	74 799,13
	"	"	"	37 192,69
			Te zamen	f 3 156 703,74 ^s

was de uitvoering van het werk, op de bouwplaats, opgedragen aan den Sectie-ingenieur M. A. VAN IDSINGA, aan wien waren toegevoegd de Hoofdopzichter W. LORENTZ en, voor zooveel de opstelling van den bovenbouw betreft, de Adjunct-ingenieur jhr. O. J. A. REPELAER VAN DRIEL, verder een chef de bureau en eenige buitengewoon opzichters, zoowel om toezicht te houden bij de uitvoering van het werk op het terrein, als tot het doen van opnemingen en peilingen, en tot het vervaardigen van detailteekeningen, enz.

Met de uitvoering van het werk aan de fabrieken van de Union Actiën Gesellschaft für Bergbau, Eisen und Stahl Industrie te Dortmund en met de keuring der bouwstoffen was de Bouw en werktuigkundige M. VAN RUTH, met de aan hem toegevoegde opzichters, onder de leiding van den Sectie-ingenieur J. M. TELDERS, belast.



Fig. 1. Situatie op 1.10000.



Fig. 2.

PEILINGEN van den 20^{de} JULI tot en met den 8^{de} AUGUSTUS 1871.
Schaal 1 à 2000.

OVERBRUGGING HOLLANDSCH DIEP.

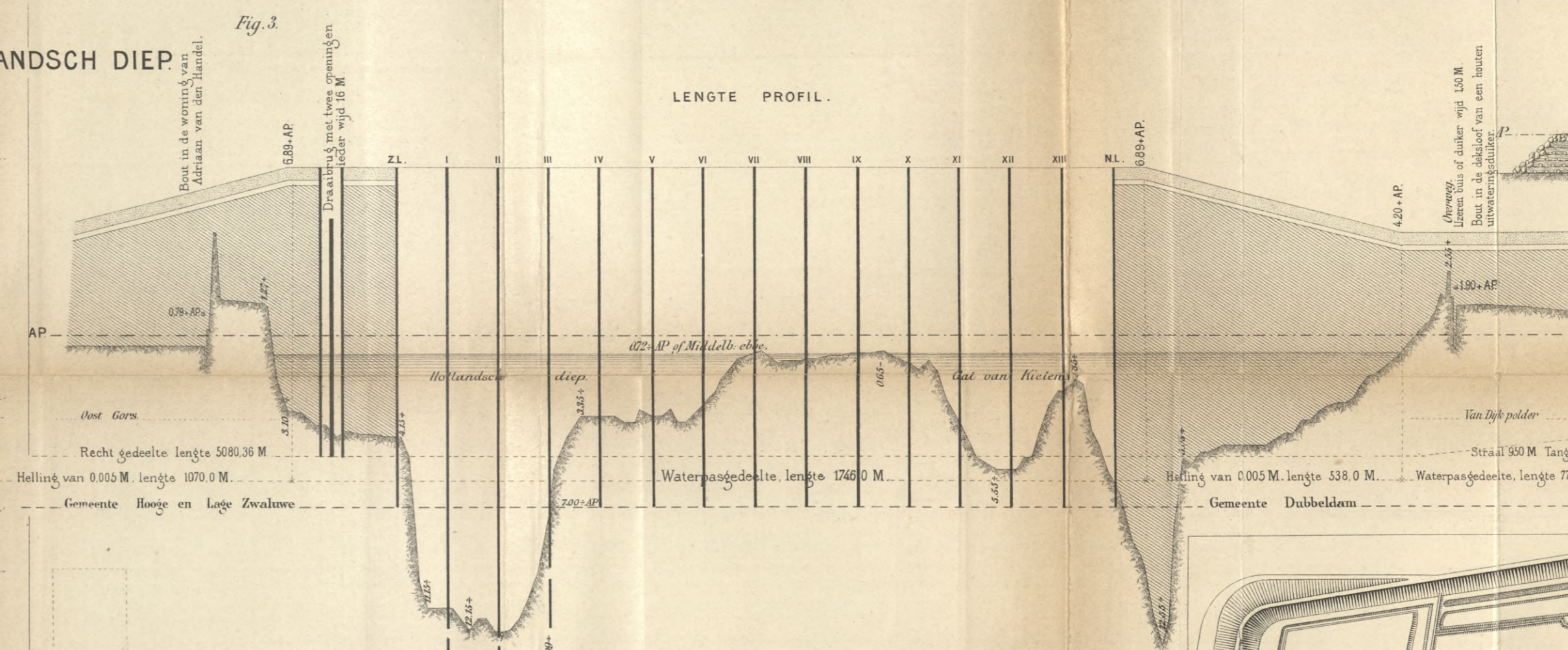


Fig. 3.

LENGTE PROFIL.

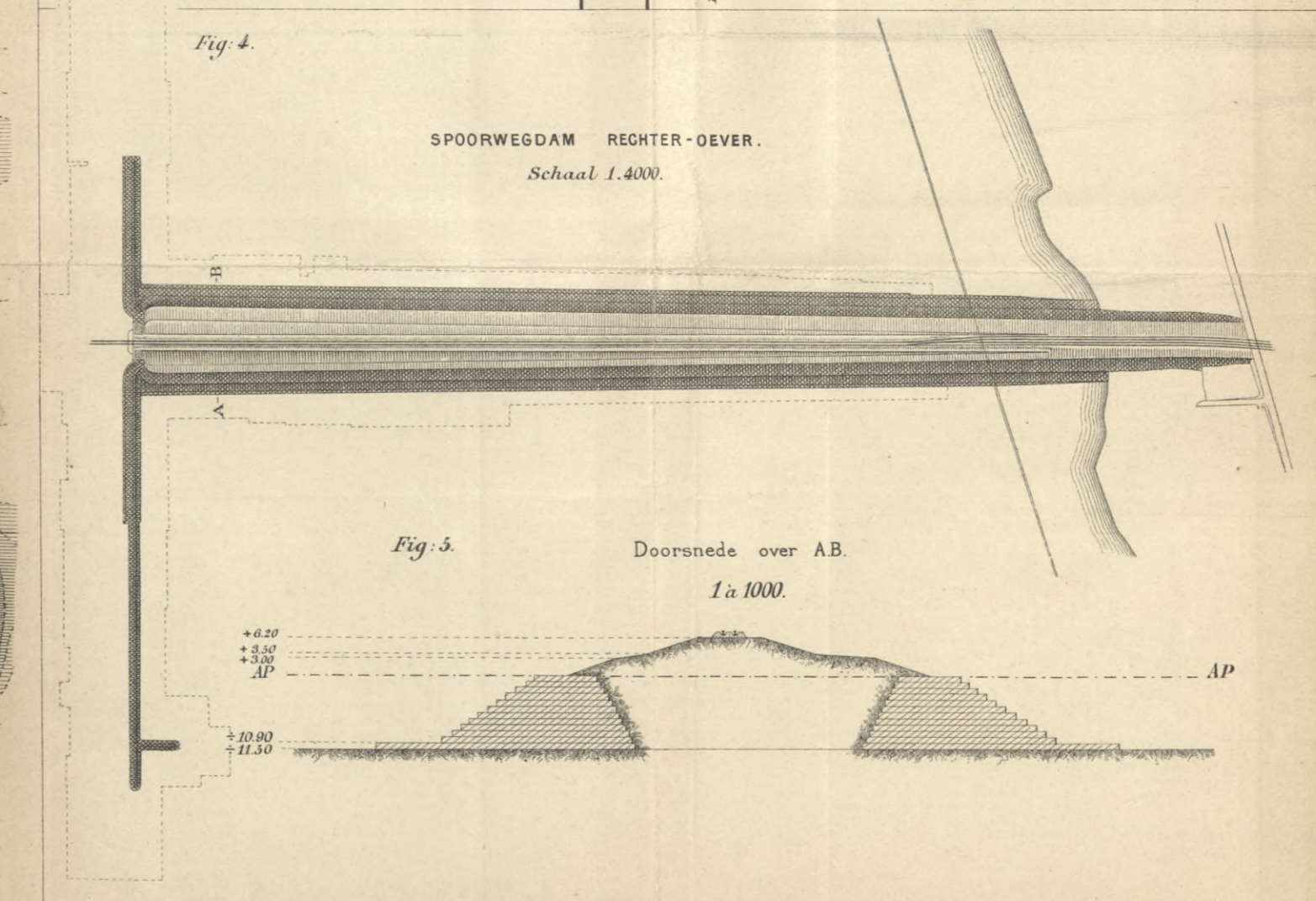


Fig. 4.

SPOORWEGDAM RECHTER-OEVER. Schaal 1.4000.

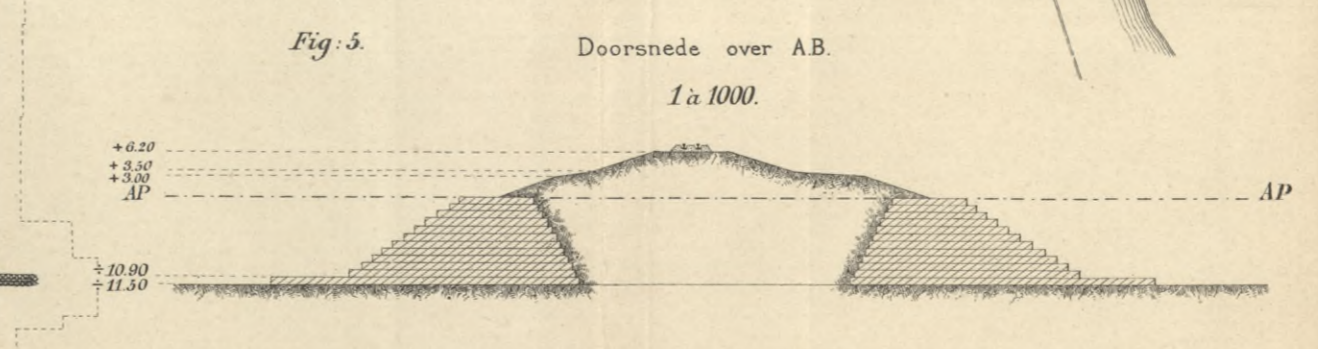


Fig. 5. Doorsnede over AB.
1 à 1000.

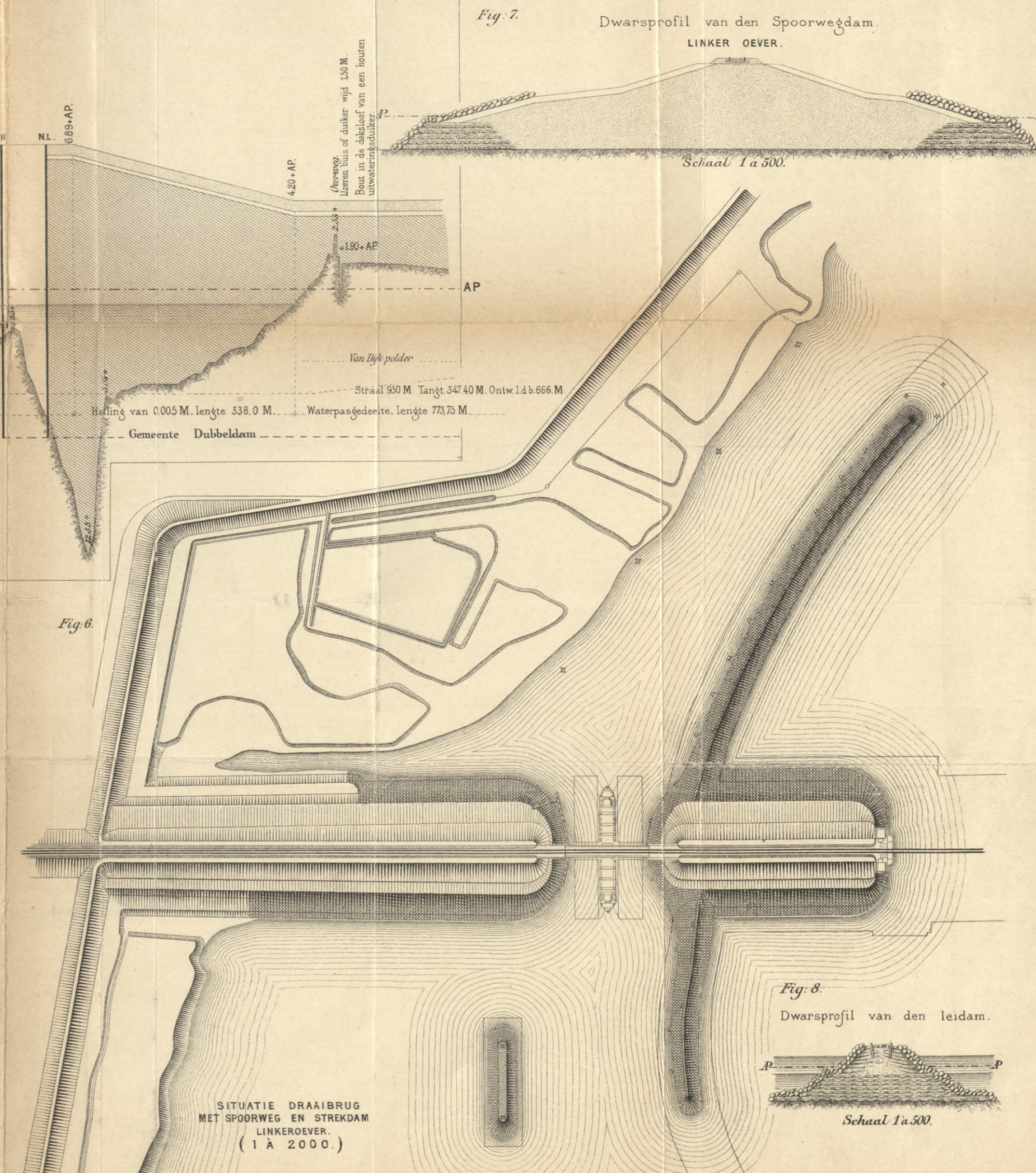


Fig. 6.

DWARS-PROFIEL VAN DEN SPOORWEGDAM. LINKER OEVER.

Schaal 1 à 500.

SITUATIE DRAAIBRUG
MET SPOORWEG EN STREKIDAM
LINKEROEVER.
(1 à 2000.)

Fig. 8. Dwarsprofiel van den leidam.

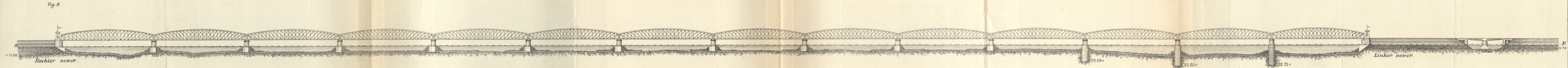


Schaal 1 à 500.

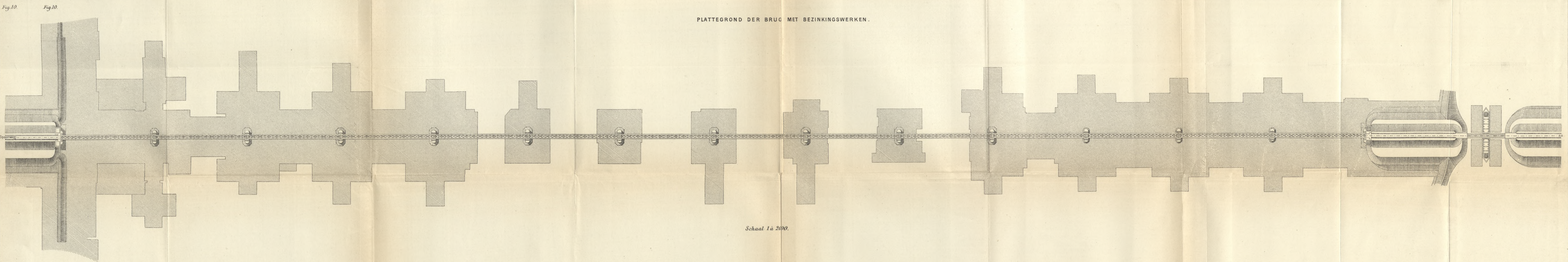


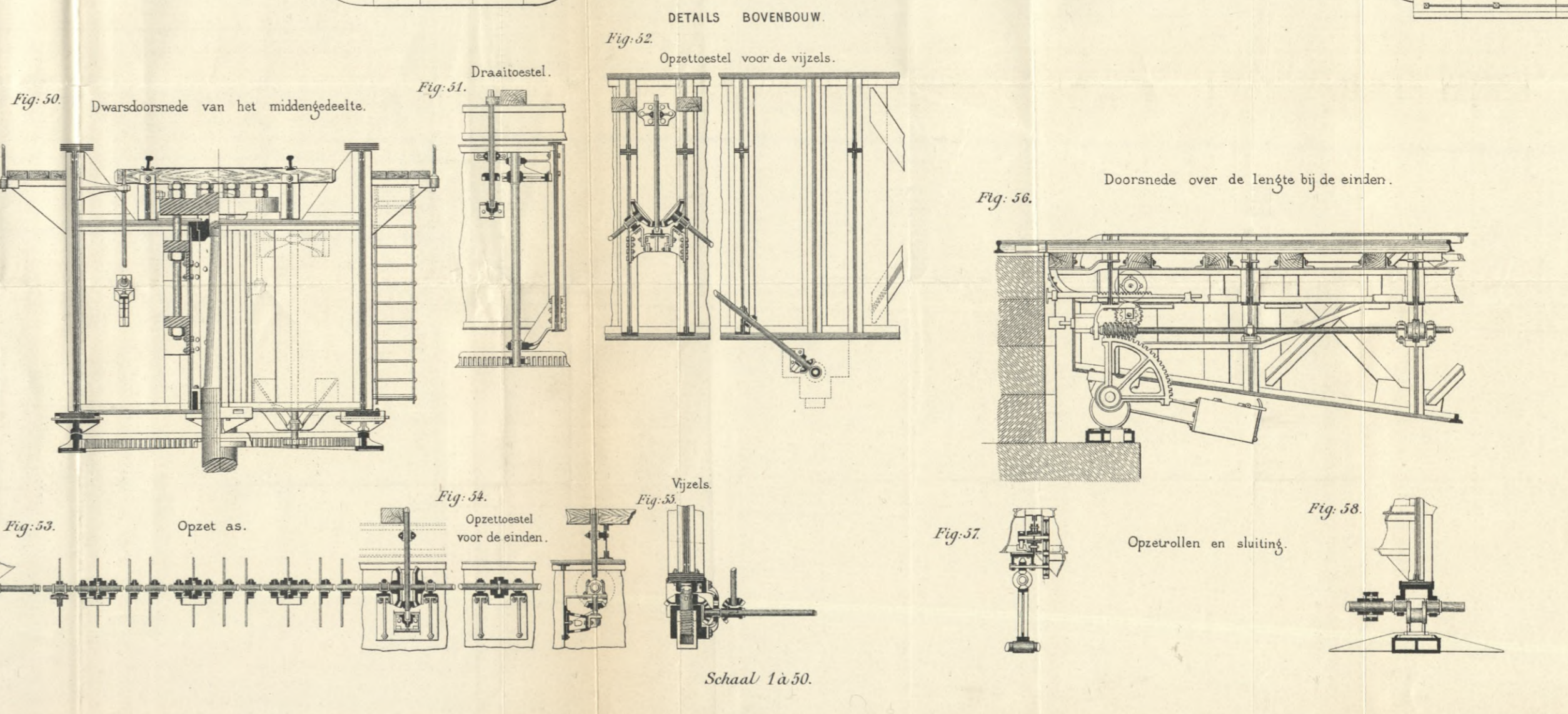
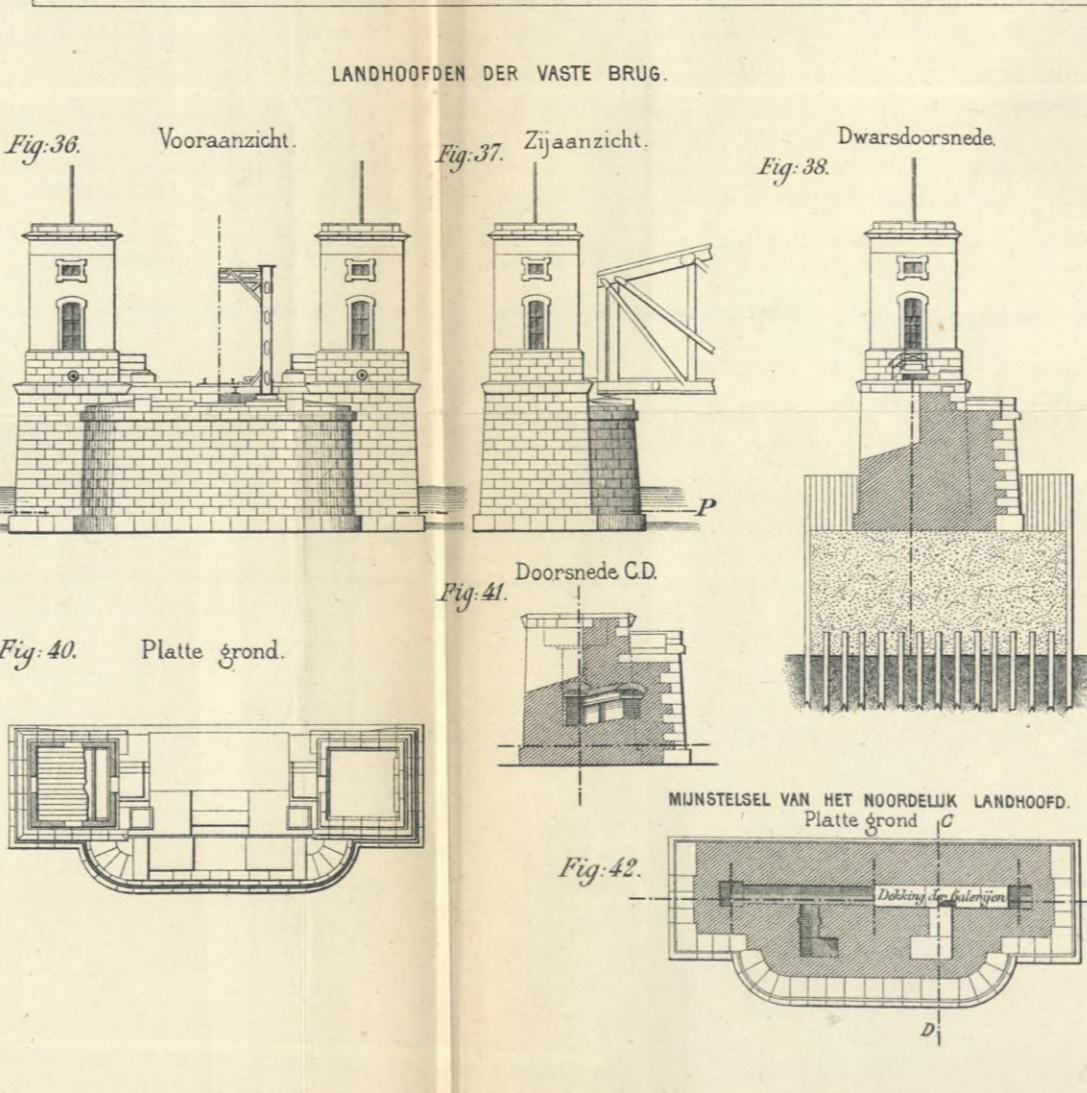
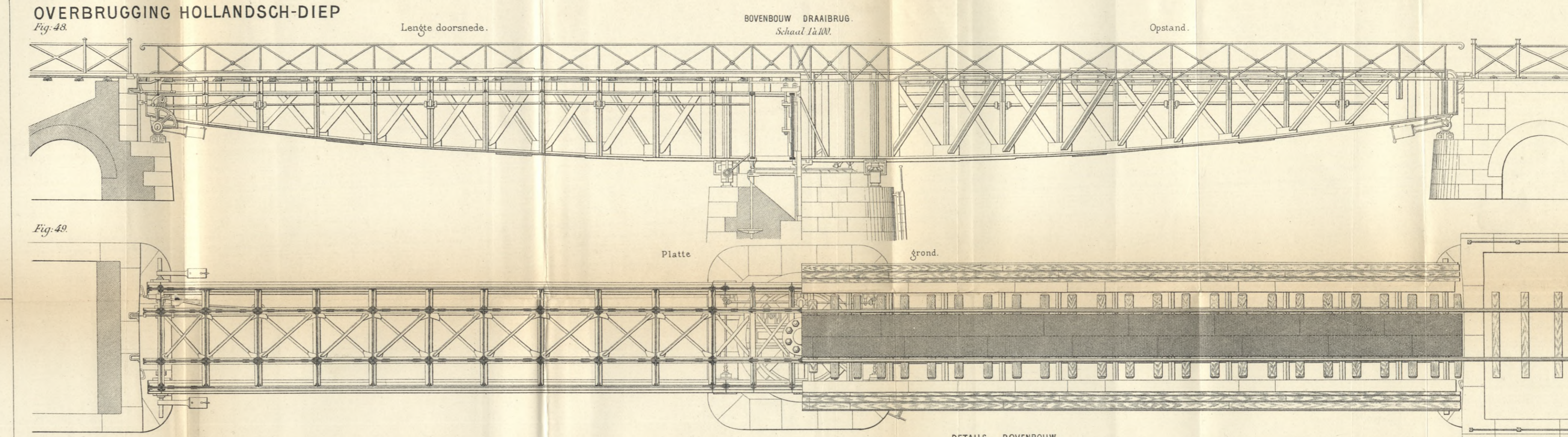
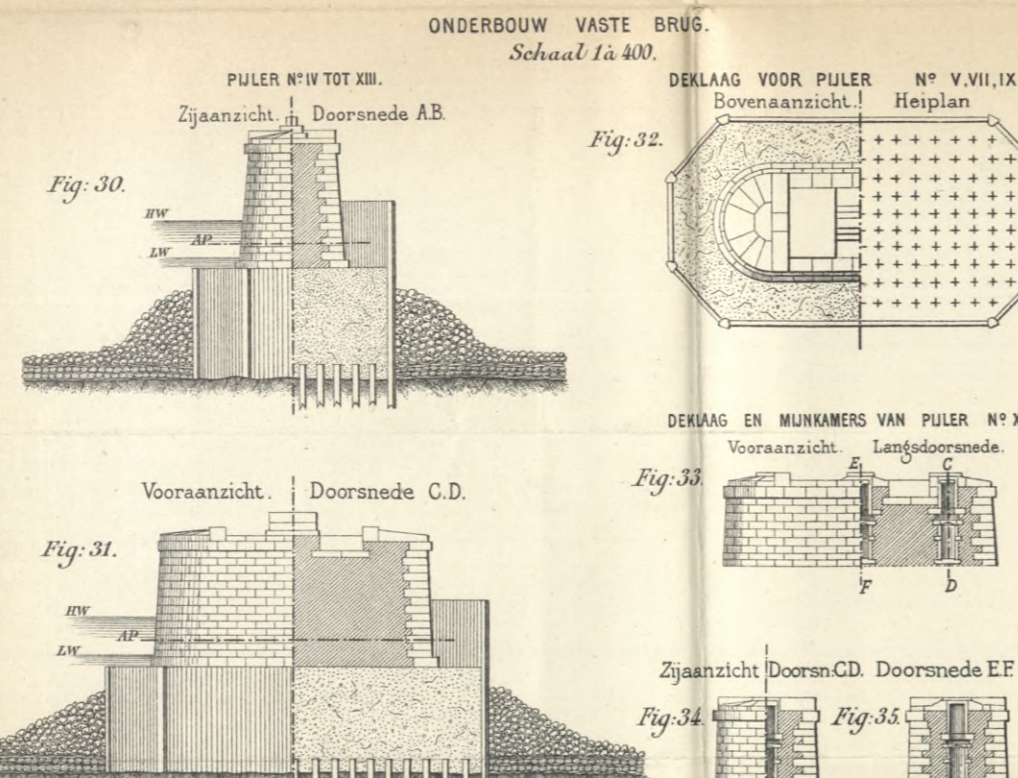
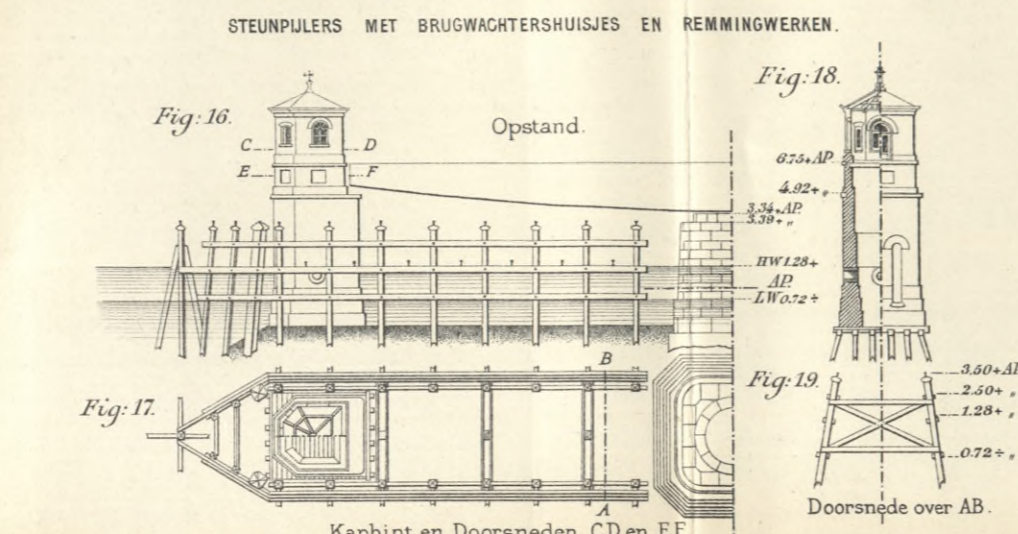
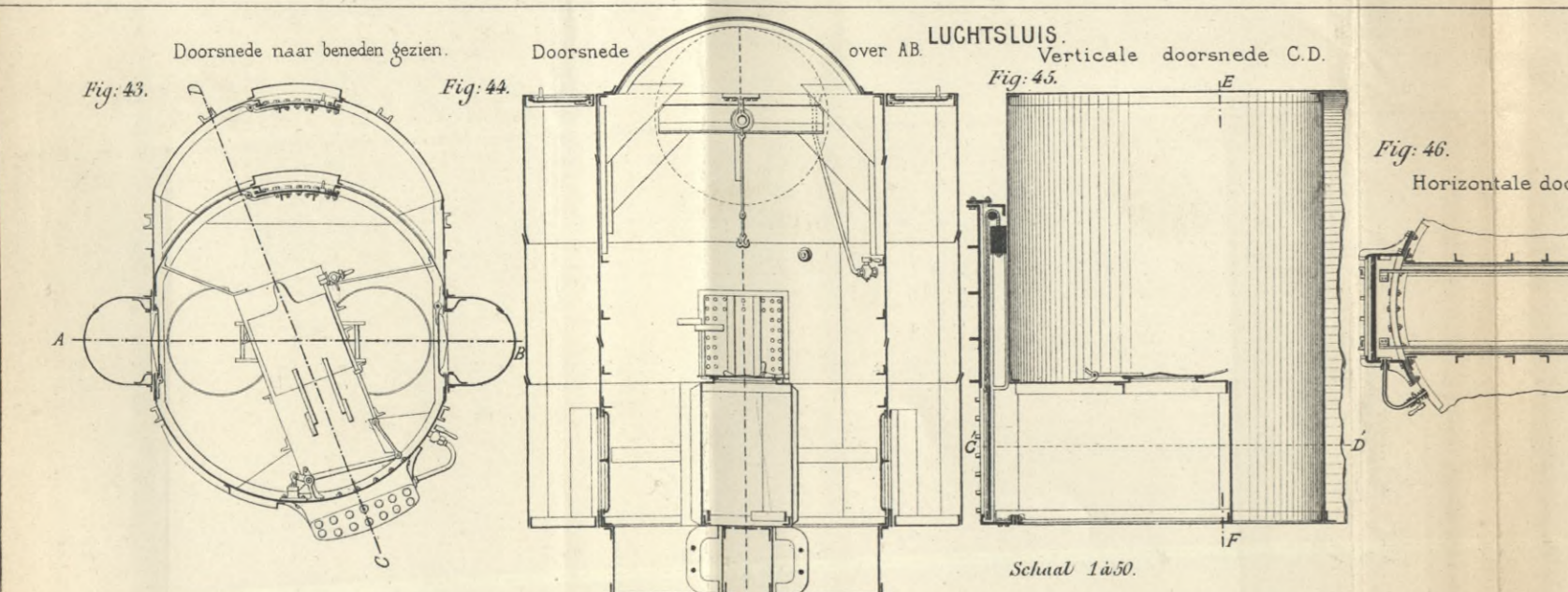
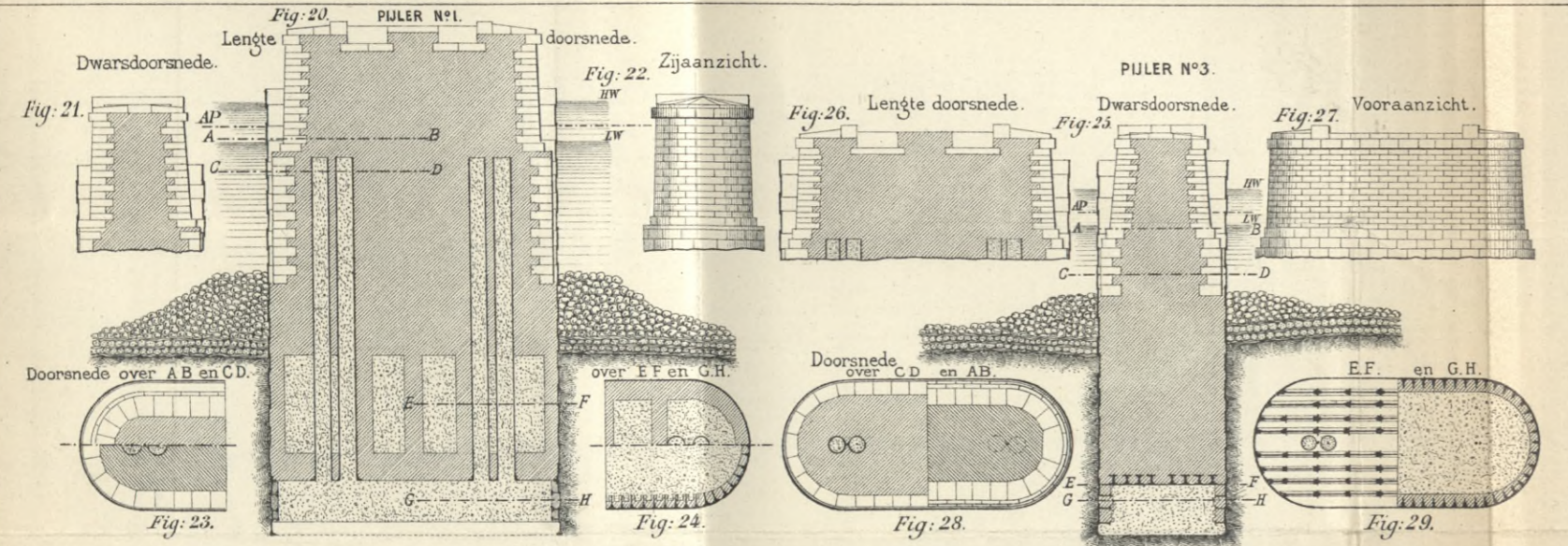
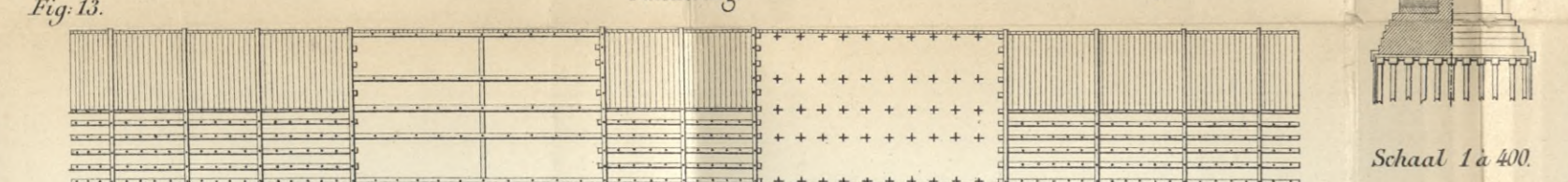
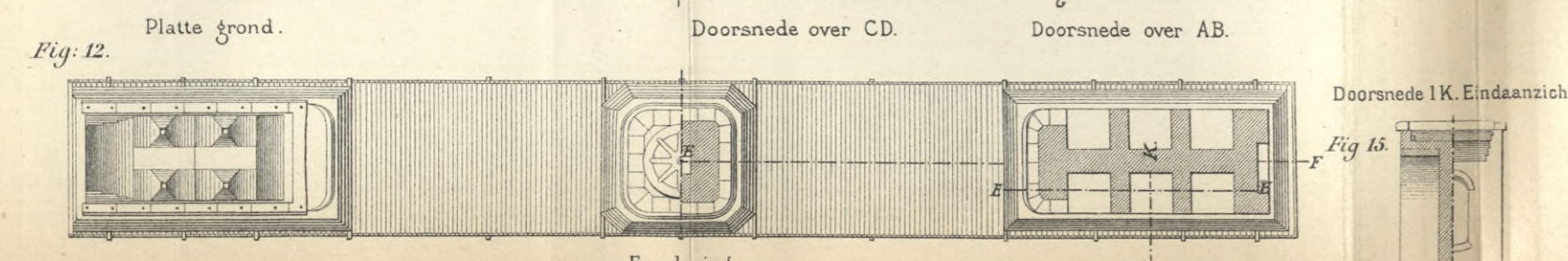
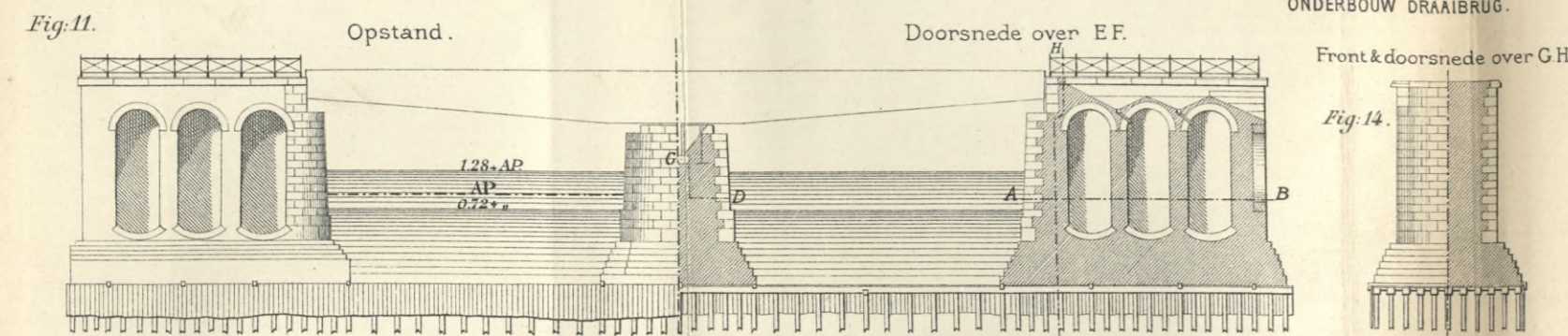
OVERBRUGGING HOLLANDSCH DIEP.

ALGEMEEN AANZICHT DER BRUG.



PLATTEGROND DER BRUG MET BEZINKINGSWERKEN.







OVERBRUGGING HOLLANDSCHDIEP

VERSTERKING VAN DE UITEINDEN DER BRUG BIJ HET OPBRENGEN.
Algemeen Aanzicht. (1 à 200.)

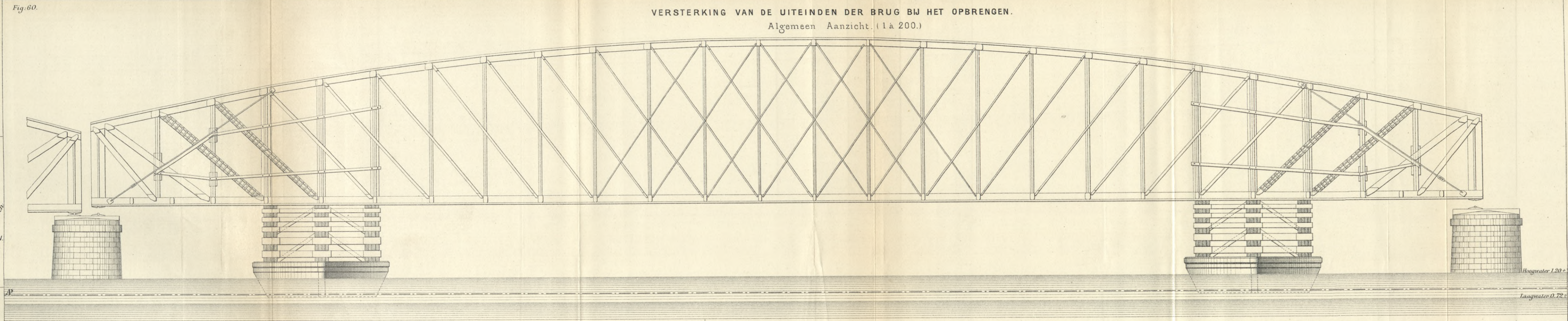


Fig. 70

LICHTER.
Langsdoorsnede

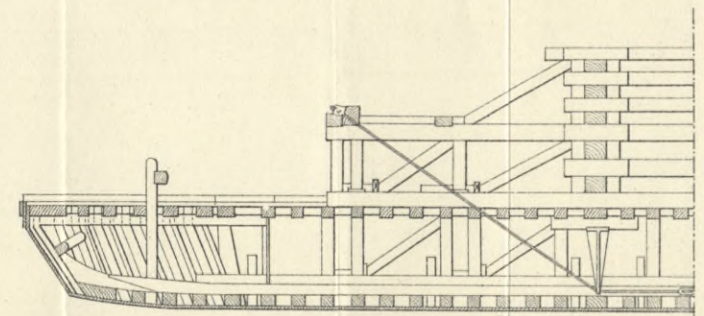


Fig. 71

Plattegrond.

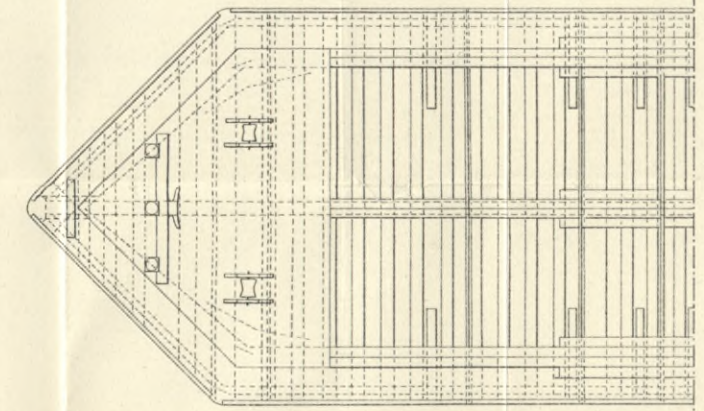
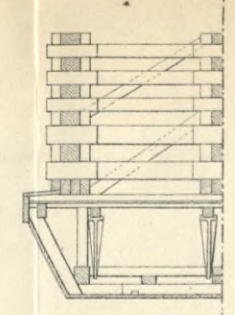


Fig. 72

Dwarsdoorsnede



Schaal 1 à 200.

Plaat 4.
Fig. 59.



Doorsnede over A.B.
Fig. 61.

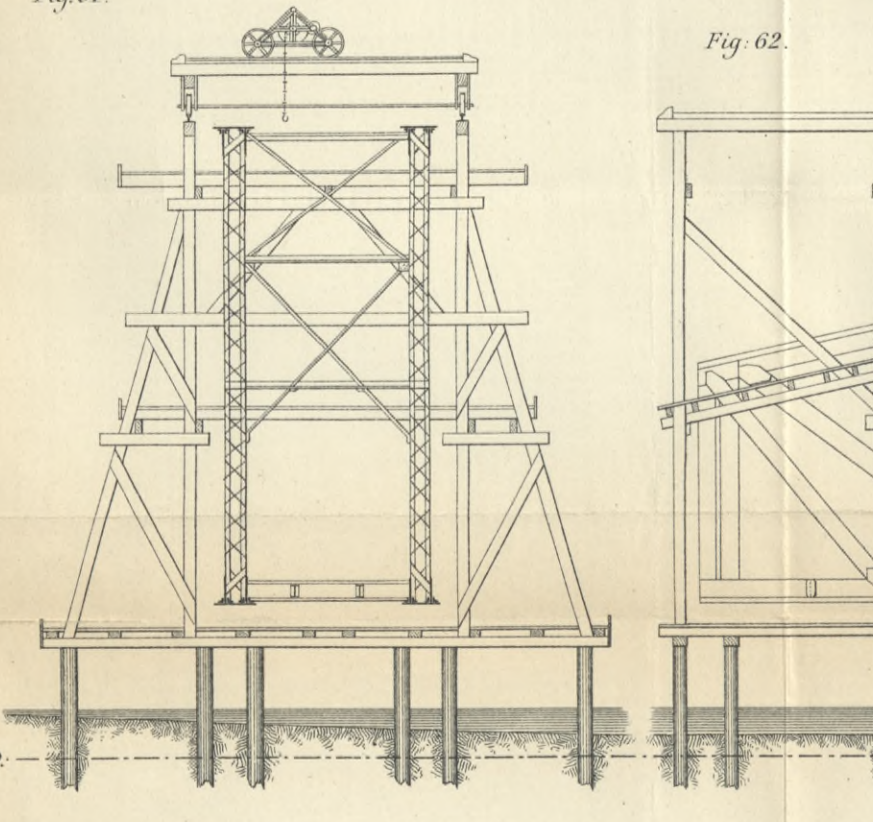
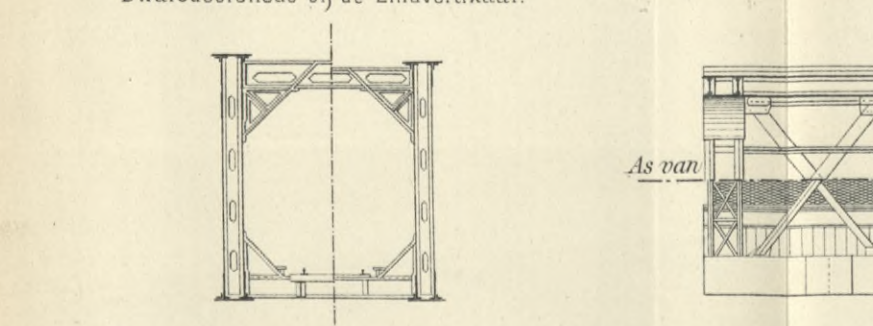


Fig. 73



Dwarsdoorsnede bij de Eindvertikaal.

Fig. 60.

VERKLARING.
A. Directie keet.
B. Wachterwoning.
C. Waaijstokken.
D. Halse ijker.
E. Werksteiger.
F. Werkplaats.
G. Hallloods.
H. Arbeiderswoning.
I. Smedery.
J. Magazijn.
K. Keel.
L. Lossteiger.
M. Haven.
N. Opslagplaats.
O. Idem. Paal.
P. Lossteiger.
Q. Opslagpl. Hou.
R. Haven.
S. Opsichtersverblijf.
T. Haven.
U. Directieket.
V. School.
W. Sleepelling.

WERKSTEIGER.
Zijaanzicht (1 à 200.)

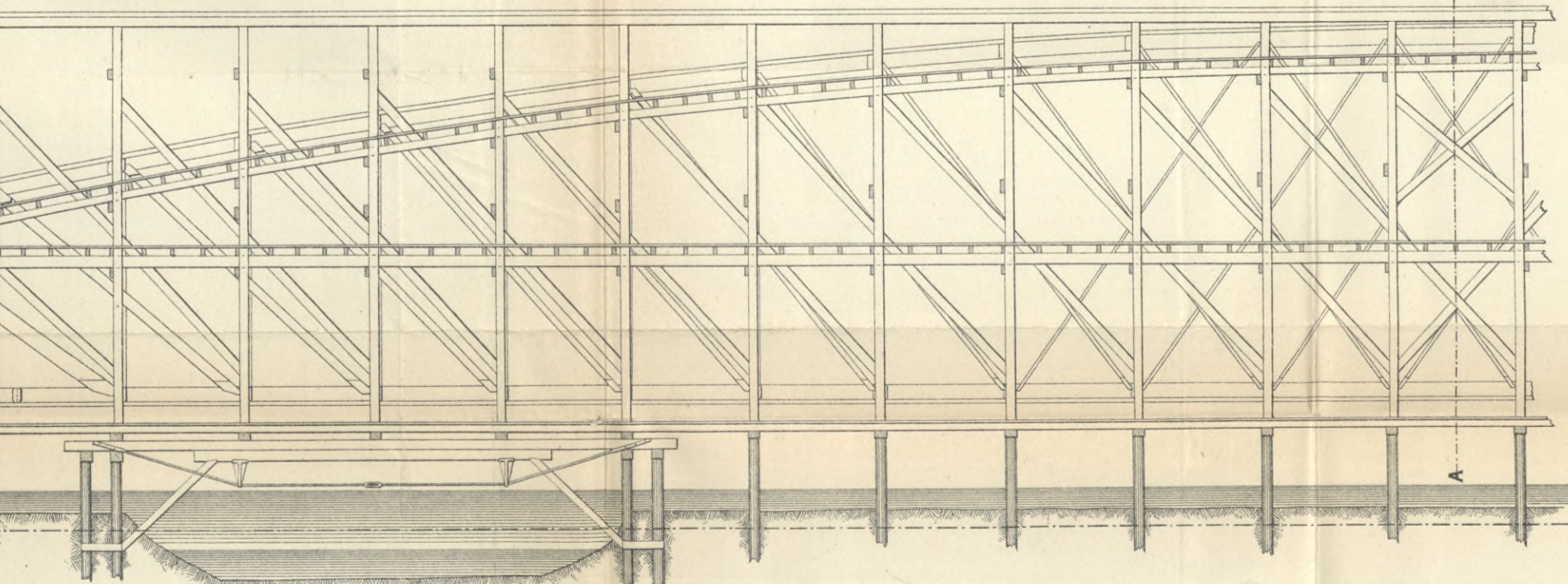
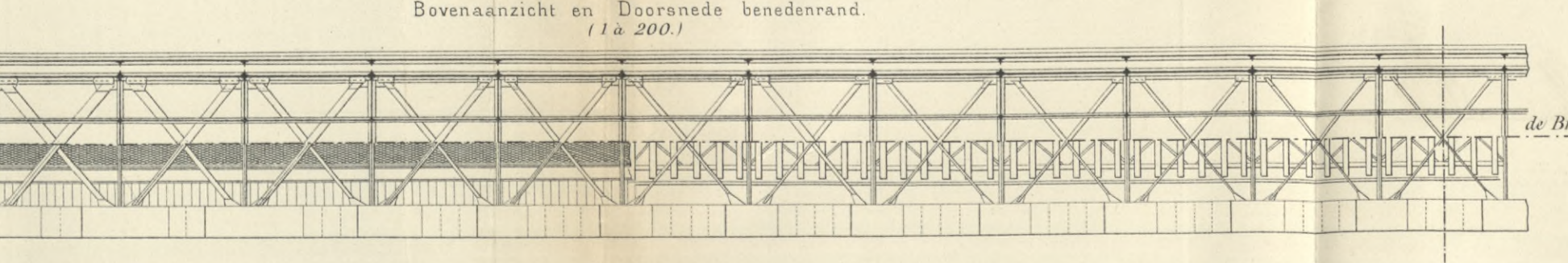


Fig. 74.



PLATTEGROND DER BRUG
Bovenaanzicht en Doorsnede benedenrand.
(1 à 200.)

PLAATSING DER BRUG OP HET PAALJUK NA DE 1^{ste} OPVLOEIING.
Fig. 63 Opstand.

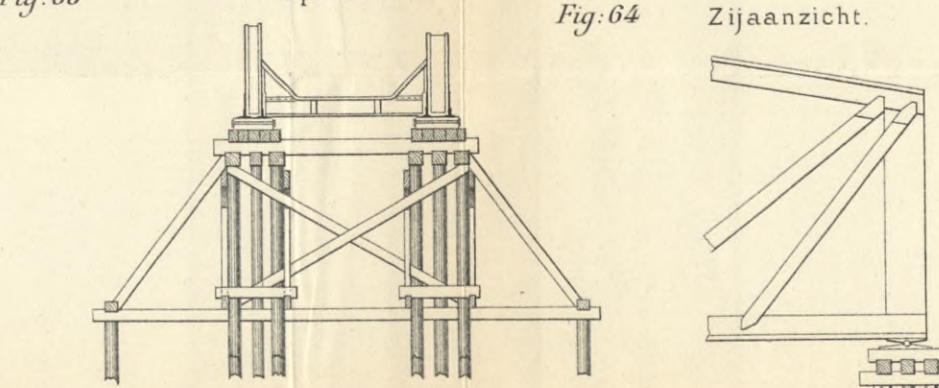


Fig. 64 Zijaanzicht.

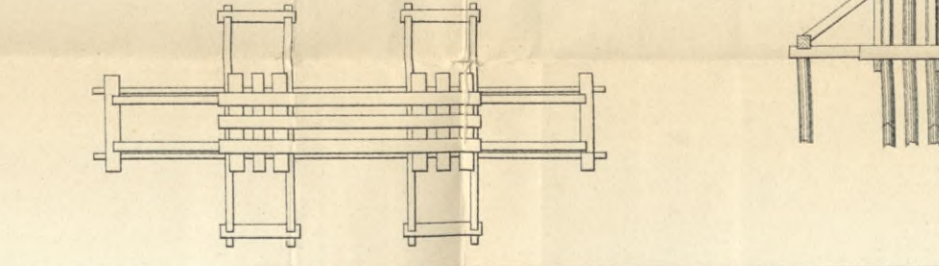
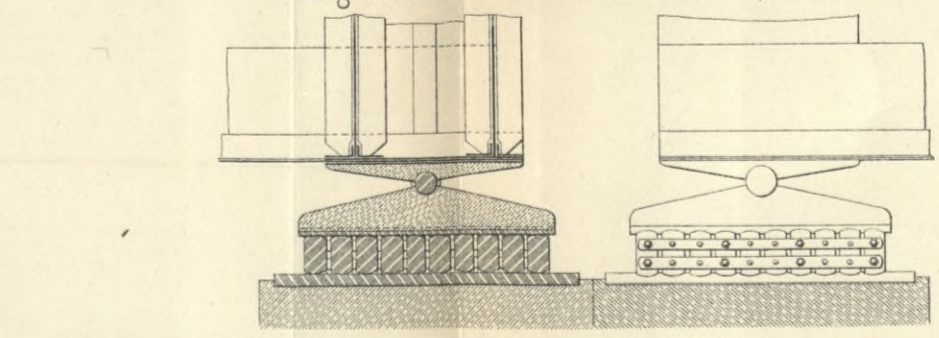


Fig. 65 Plattegrond.



ONDERSTOPPING NA DE 2^{de} OPVLOEIING.
Opstand.
Fig. 66.

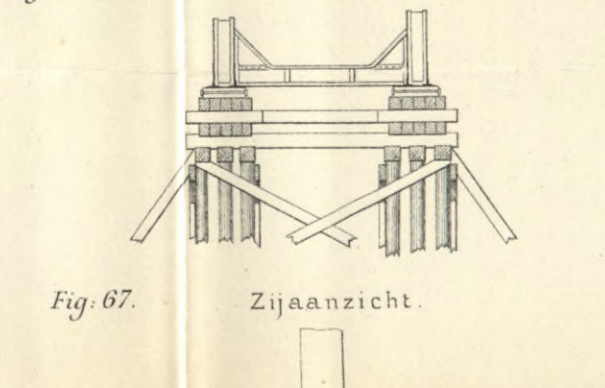


Fig. 67 Zijaanzicht.

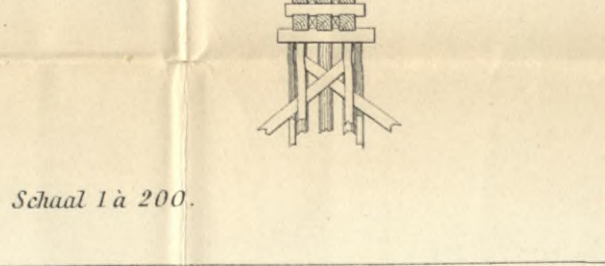
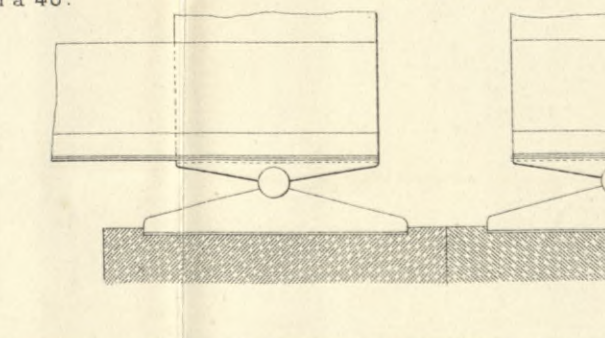


Fig. 68 Opstand.



ONDERSTOPPING NA DE 3^{de} OPVLOEIING.
Opstand.
Fig. 68.

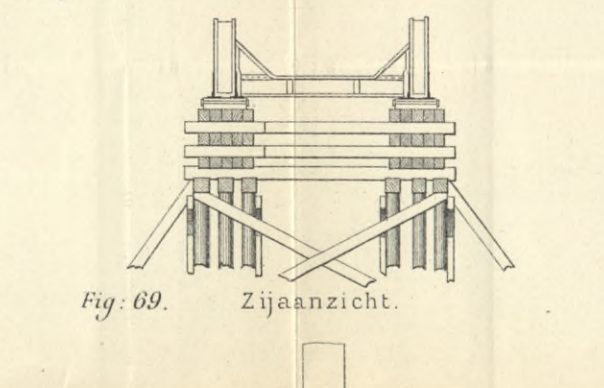


Fig. 69 Zijaanzicht.

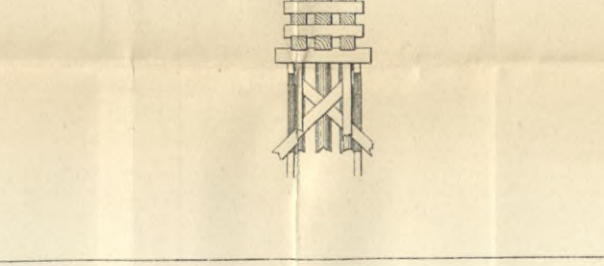


Fig. 75 Beweegbare oplegging.
Langsdoorsnede Zijaanzicht.

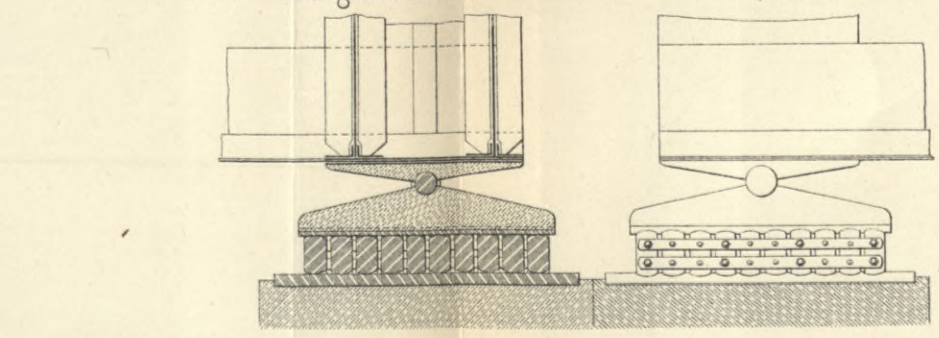
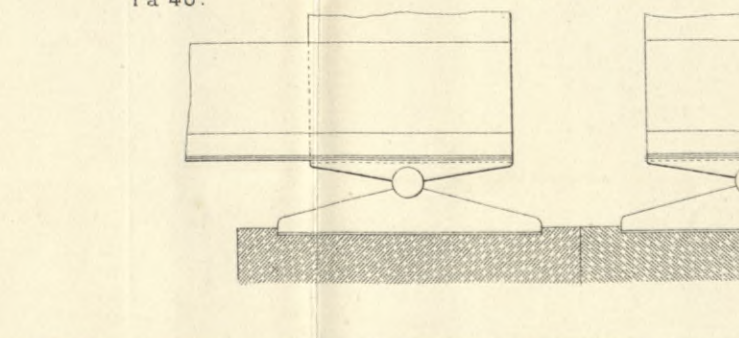
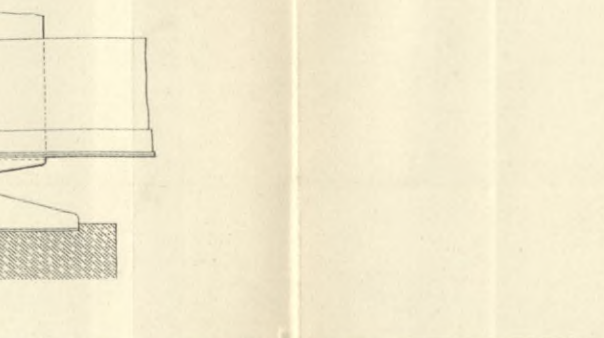


Fig. 76 Vaste oplegging.
Zijaanzicht.



Schaal 1 à 200.

Fig. 76.



Schaal 1 à 40.

Schaal 1 à 200.



Fig 2.

BRUG OVER DEN RIJN NABIJ ARNHEM.

OPSTAND.

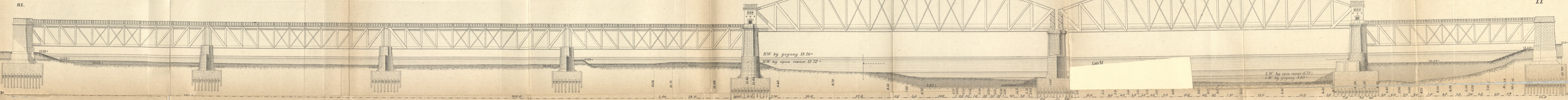


Fig 3.

BOVENAANZICHT

Schaal 1a 500.

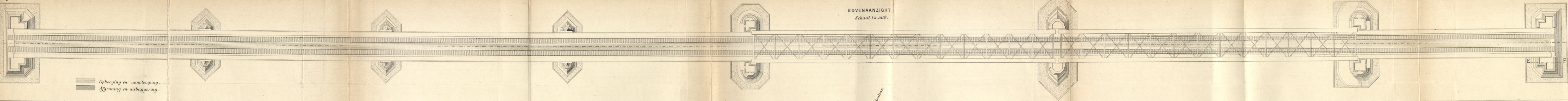


Fig 4.

RECHTER LANDHOOFD.

Zijaanzicht. Noordszijde. Zuidsijde. Dwar doorsnede. 1a 400.

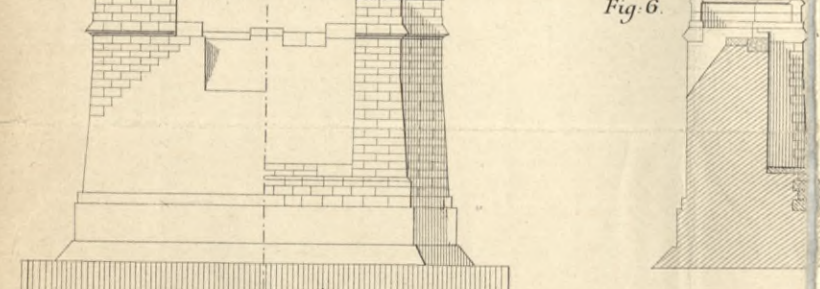


Fig 5.

Heiplan.

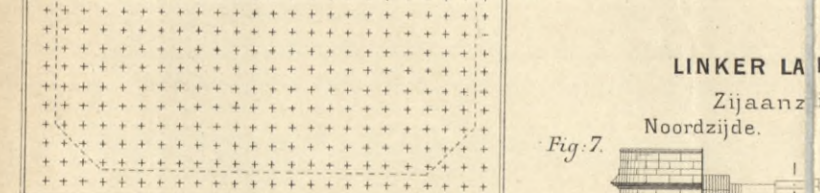


Fig 8.

L. Landh. Heiplan.

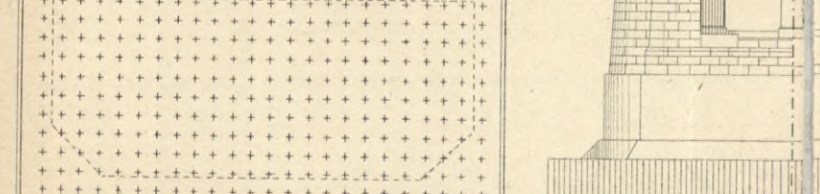


Fig 7.

LINKER LANDHOOFD. Zijaanzicht. Noordszijde. Zuidsijde.



Fig 12.

Opstand. Pijler 1 en 3. Pijler 2.

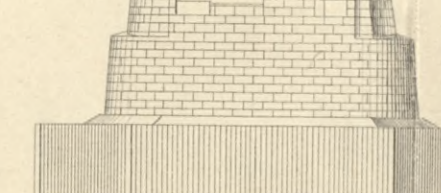


Fig 13.

Heiplan.

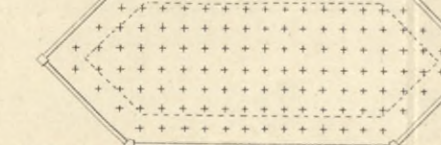


Fig 9.

Dwar doorsnede. Pijler 1 en 3. Pijler 2.

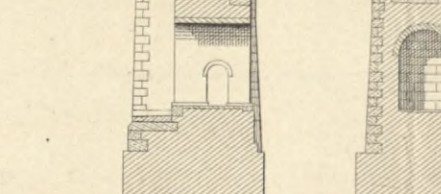


Fig 10.

Langsdoorsnede.

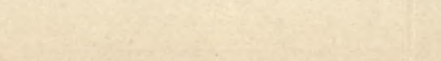


Fig 11.

Doorsnede EF.

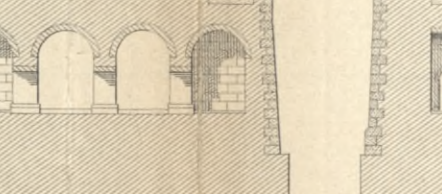


Fig 14.

Langsdoorsnede. Pijler 1 en 3. Pijler 2.

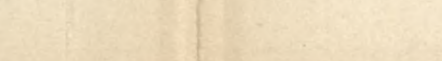


Fig 16.

PIJLER IV. Zijaanzicht. N zijde. Z. zijde.

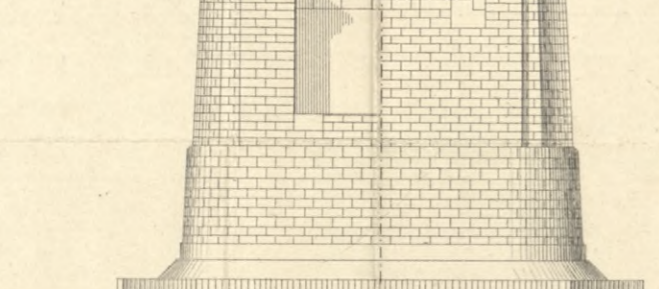


Fig 17.

Heiplan.



Fig 18.

Langsdoorsnede.



Fig 19.

Dwar doorsnede.



Fig 1.

Fig 20.

PIJLER V. Zijaanzicht.

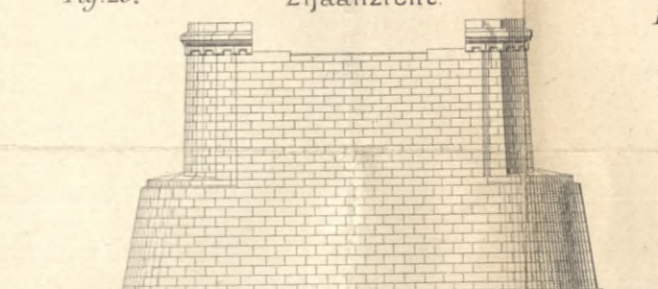


Fig 21.

Heiplan.

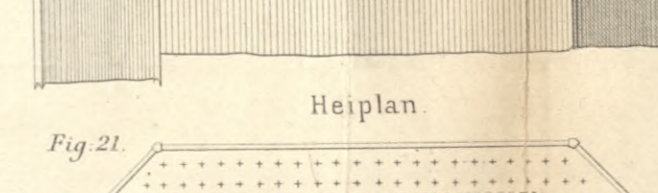


Fig 22.

Dwar doorsnede.



Fig 23.

PIJLER VI. Zijaanzicht. N zijde. Z. zijde.

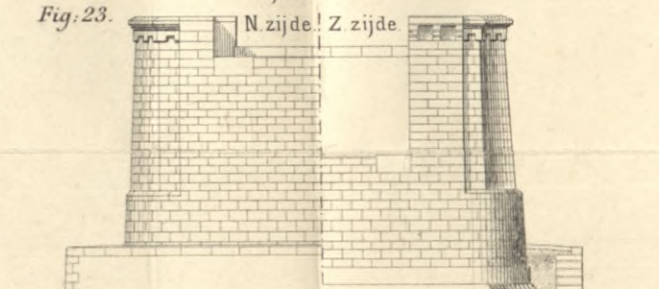


Fig 24.

Heiplan.



Fig 25.

Langsdoorsnede.

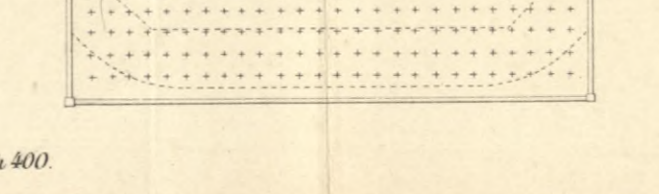


Fig 26.

Dwar doorsnede.

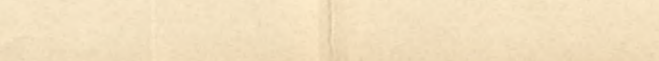


Fig 27.

LANDHOOFD ZUIDWAARTS VAN HET LINKERLANDHOOFD. Vooraanzicht.

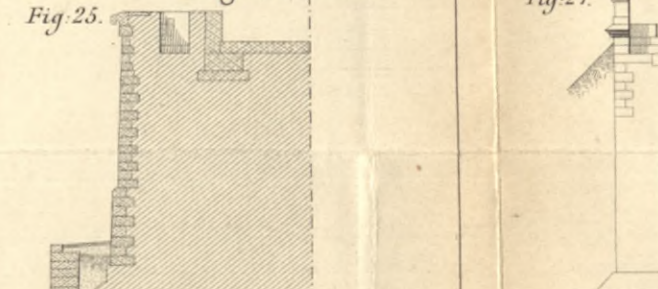


Fig 28.

Heiplan.



Fig 29.

Bovenaanzicht.

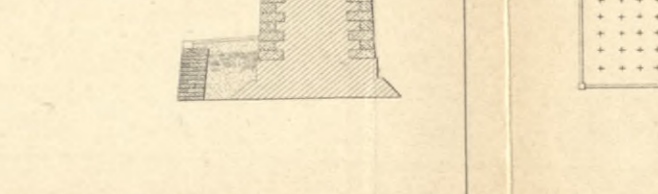
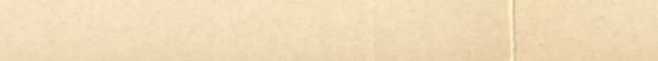
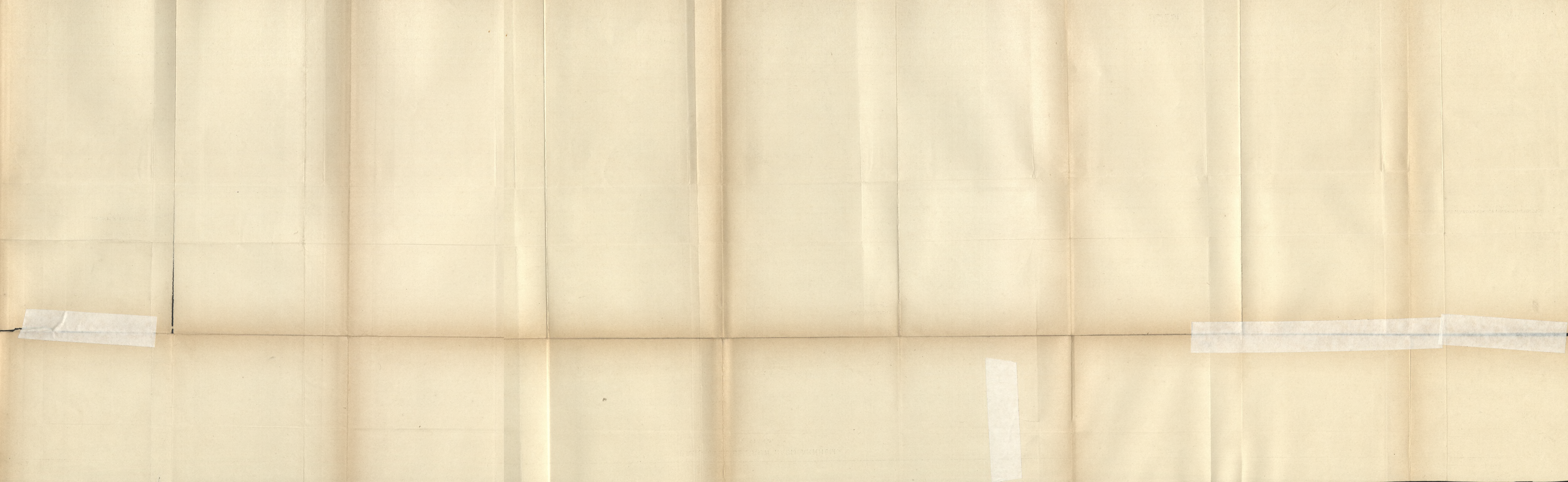


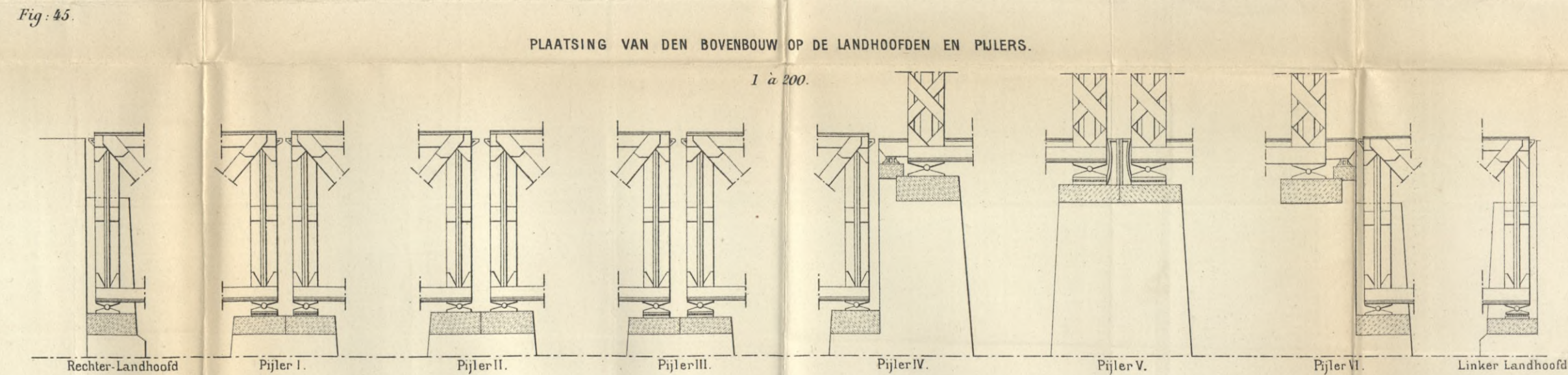
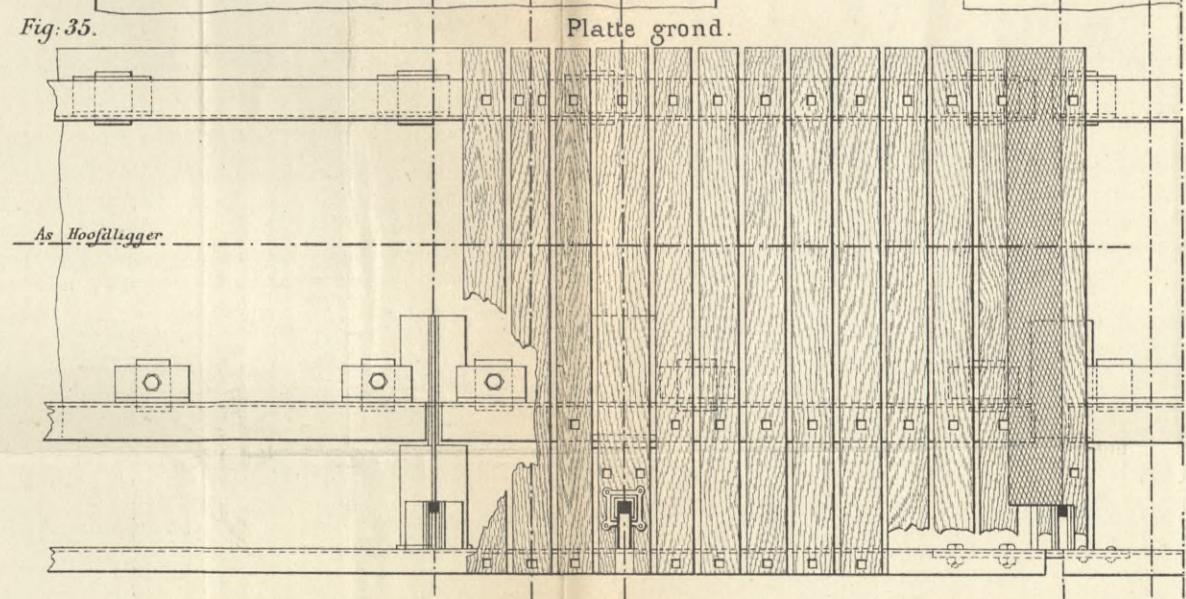
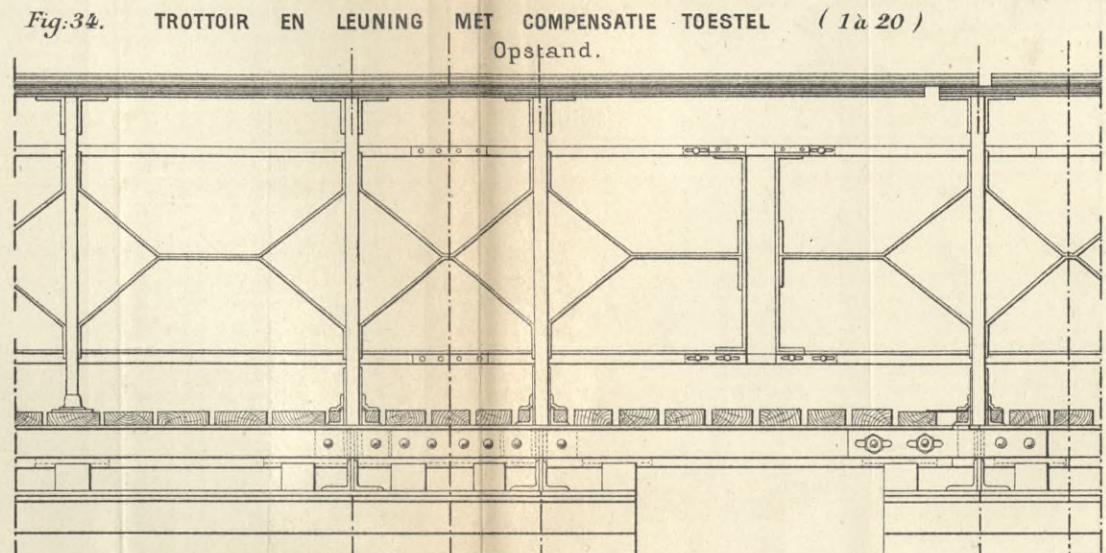
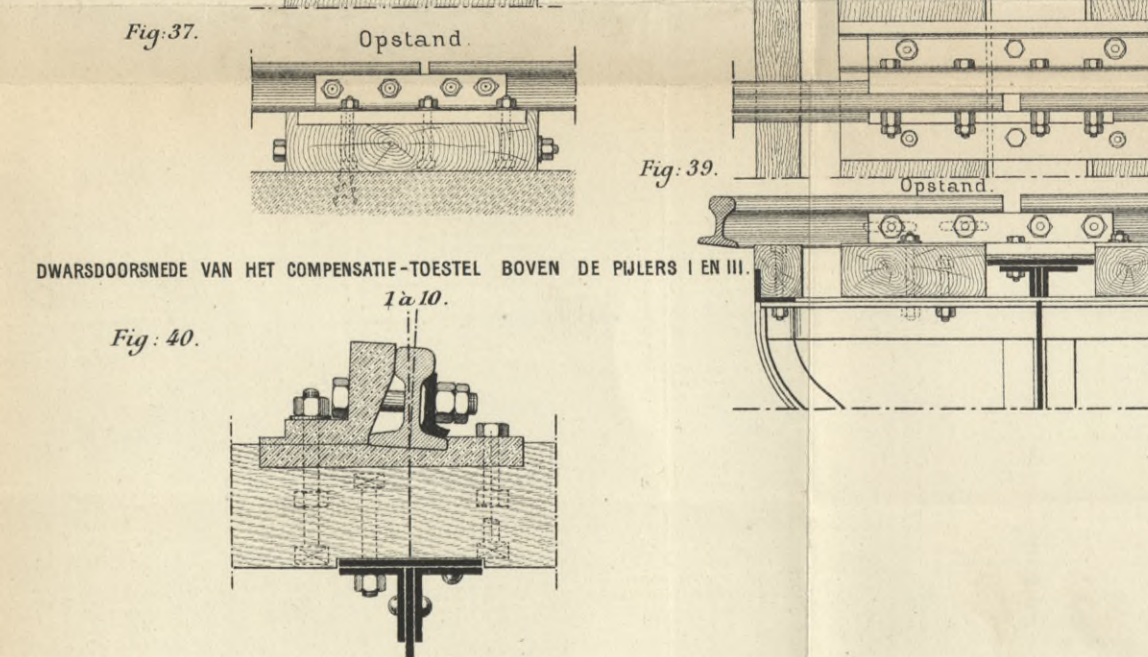
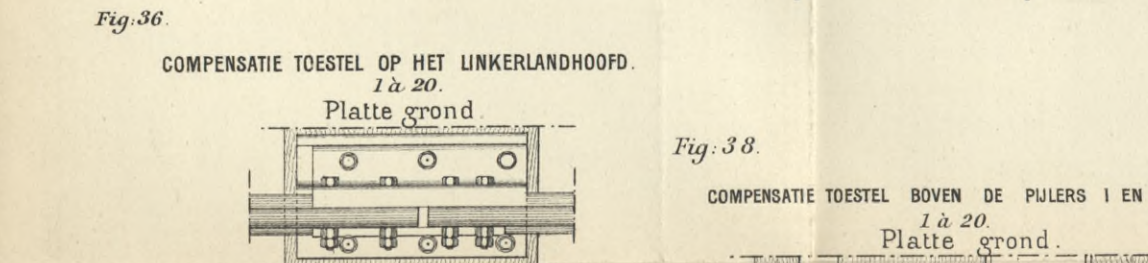
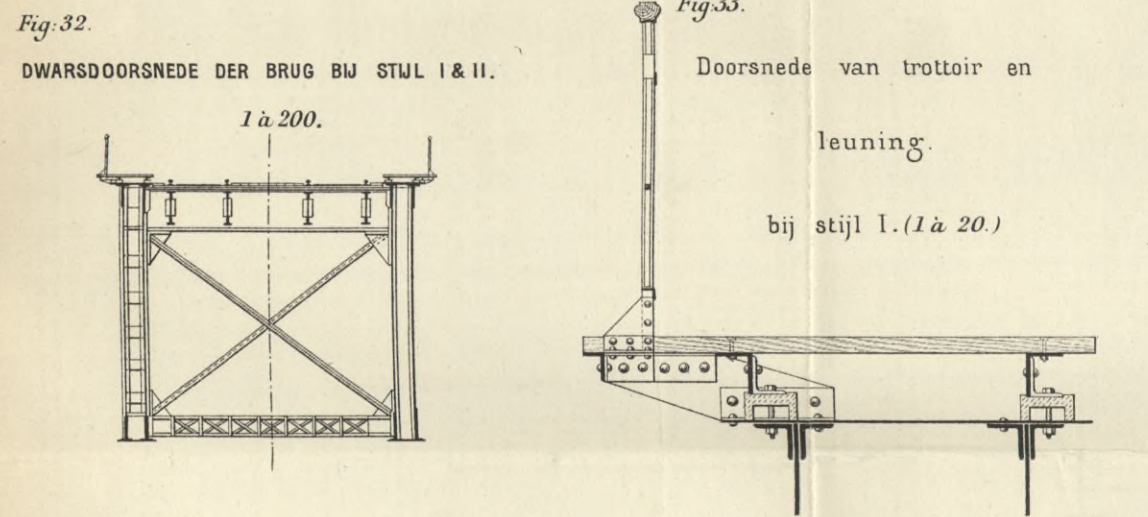
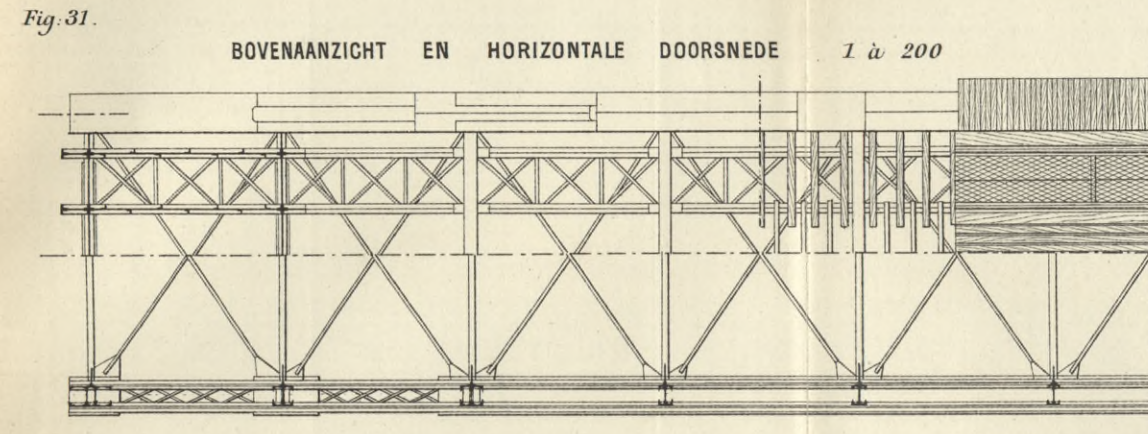
Fig 30.

Dwar doorsnede.





BRUG VAN 53.5 M.



BRUG OVER DEN RIJN NABIJ ARNHEM

Fig. 41. ZAMENSTELLING VAN DEN VLOER BOVEN PIJLER II. Platte grond.

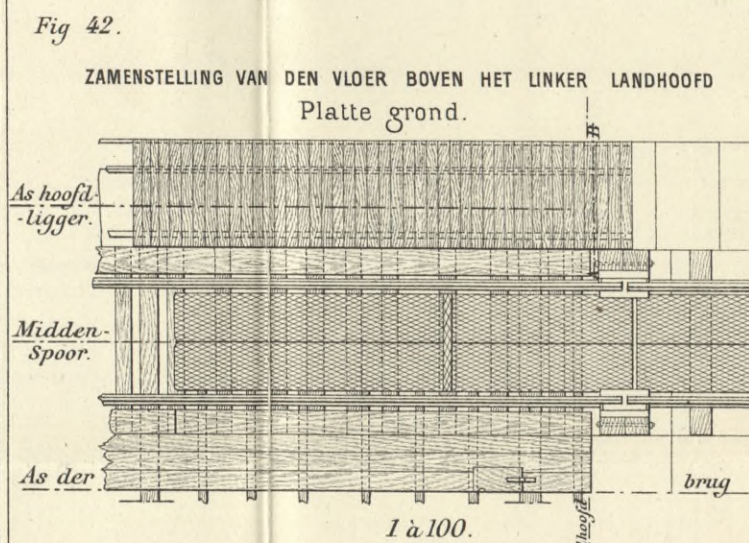
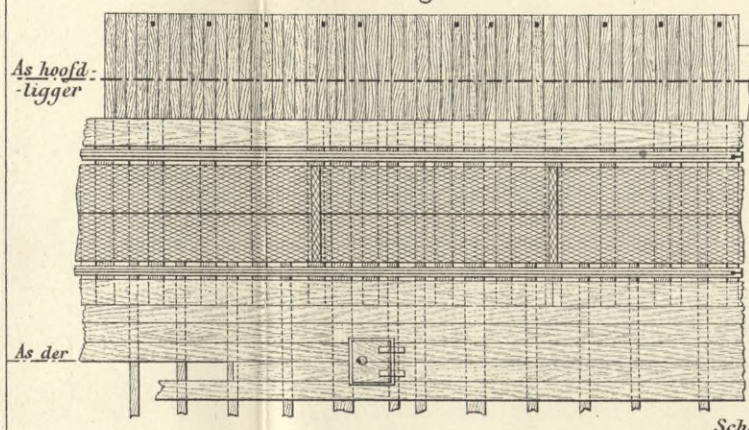
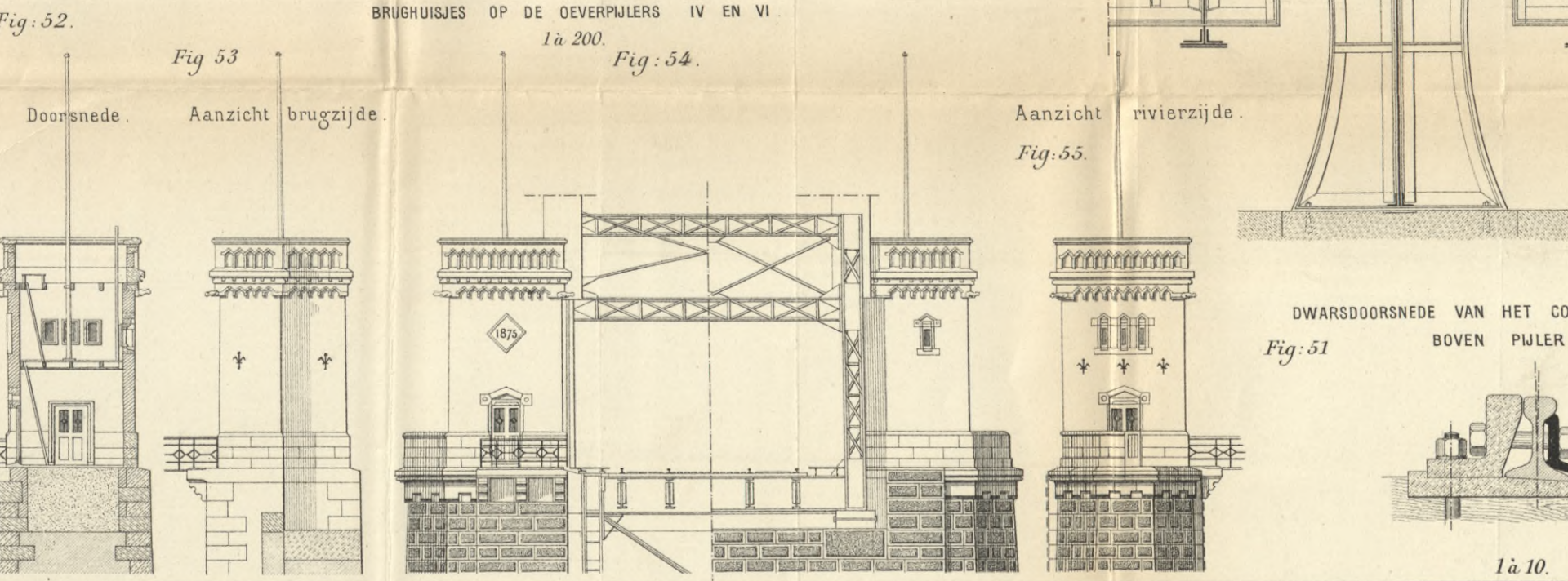
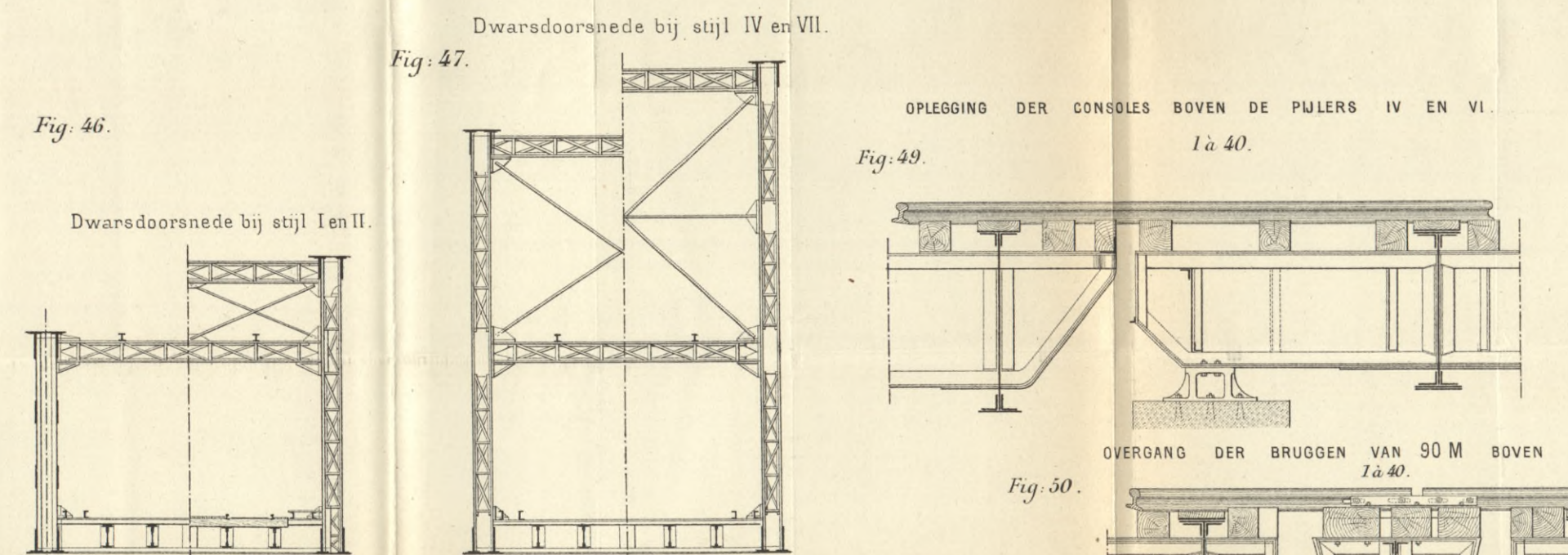
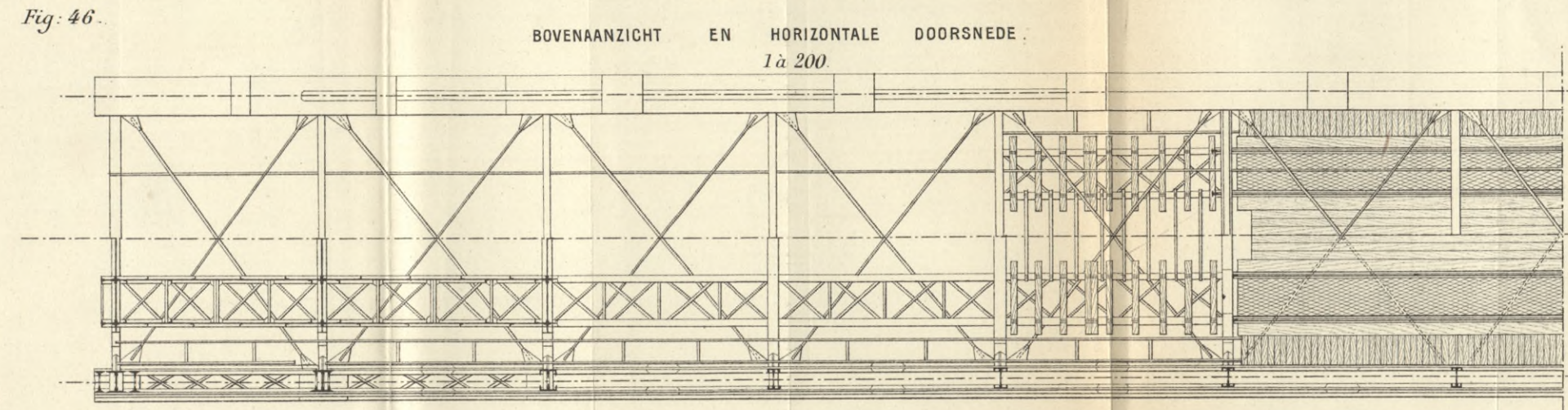
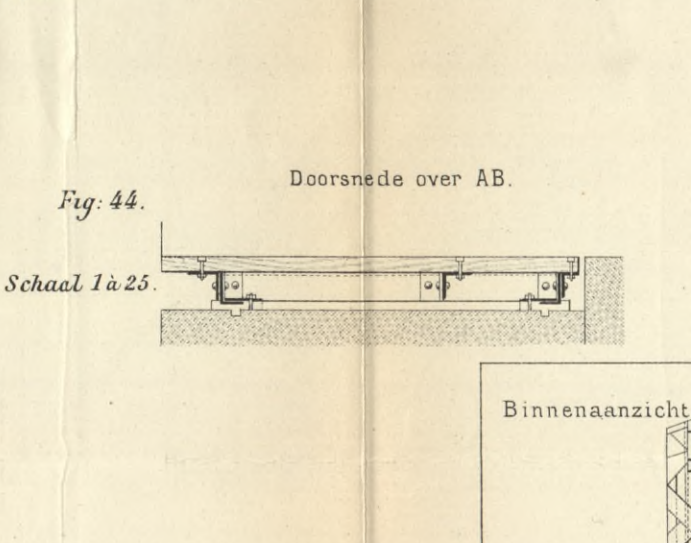
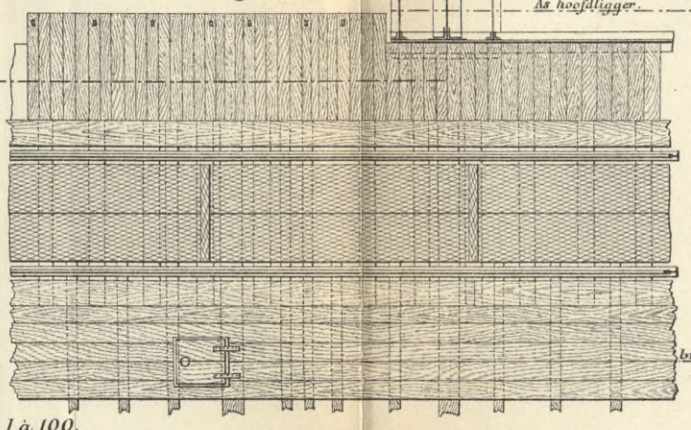
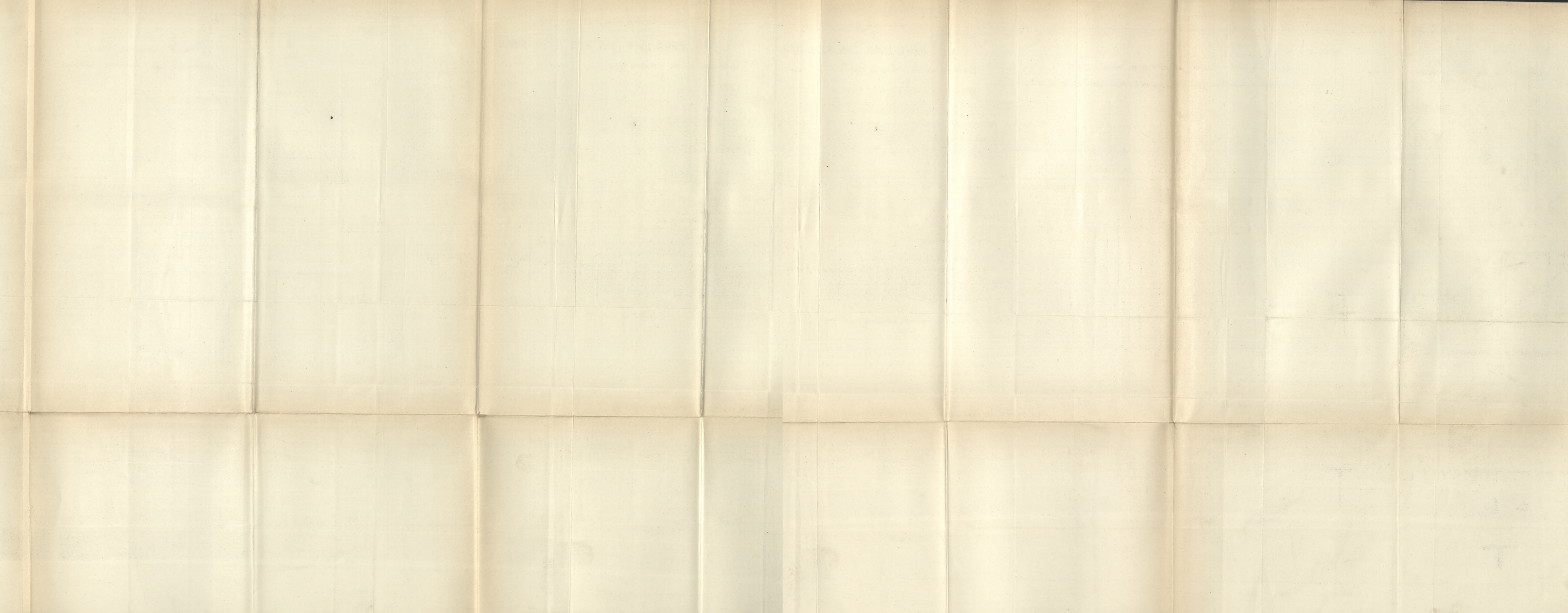
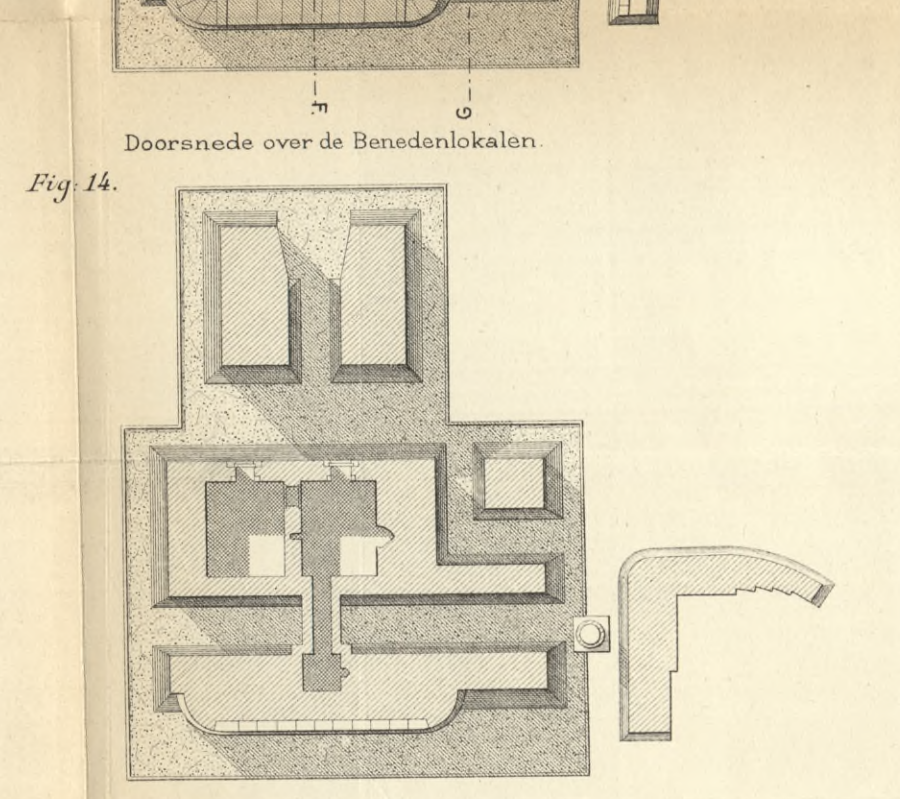
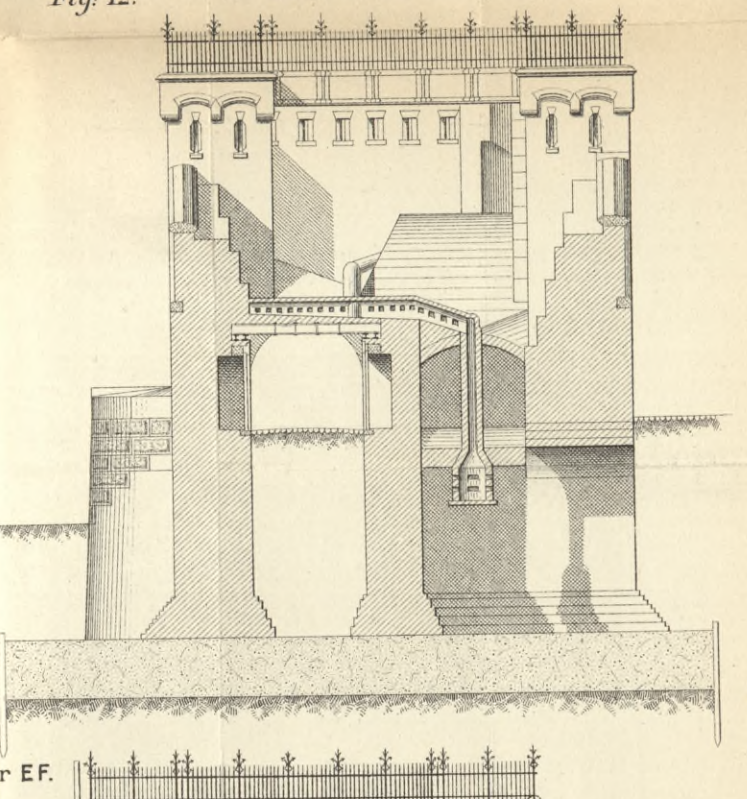
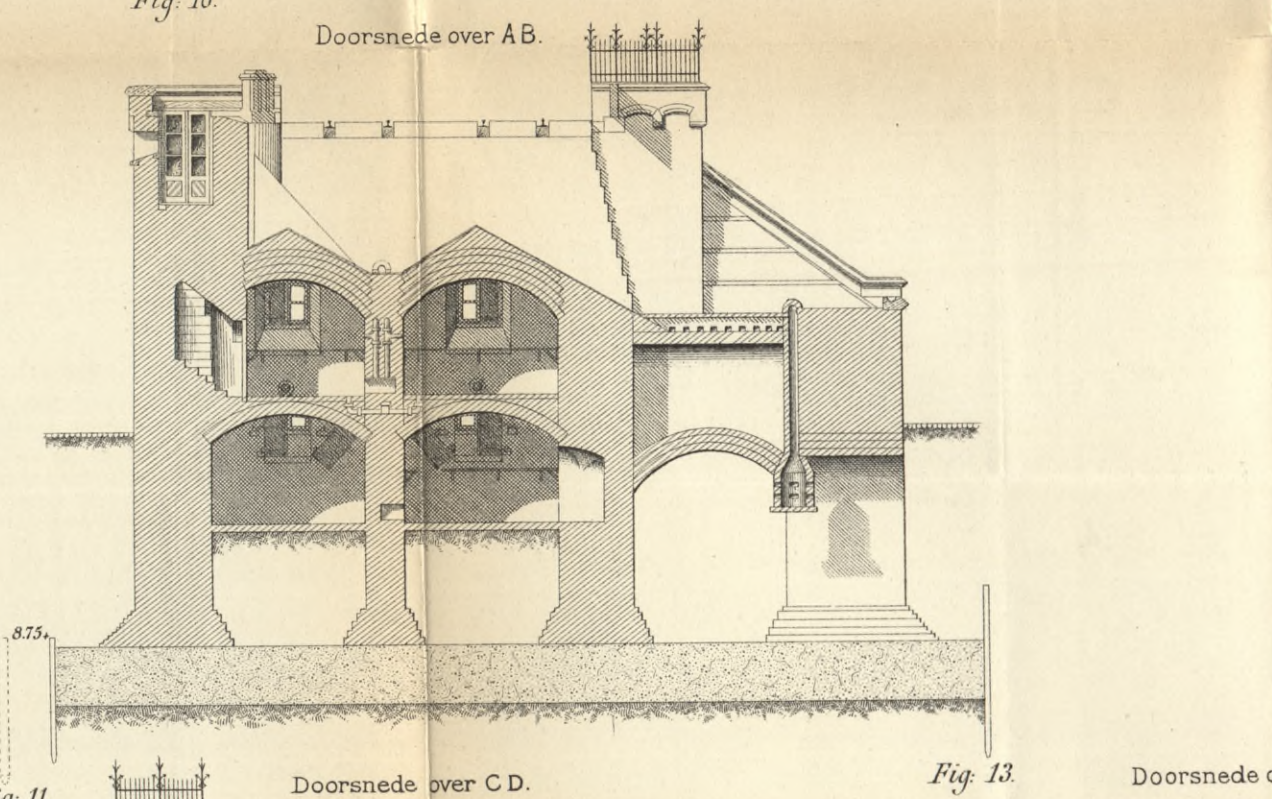
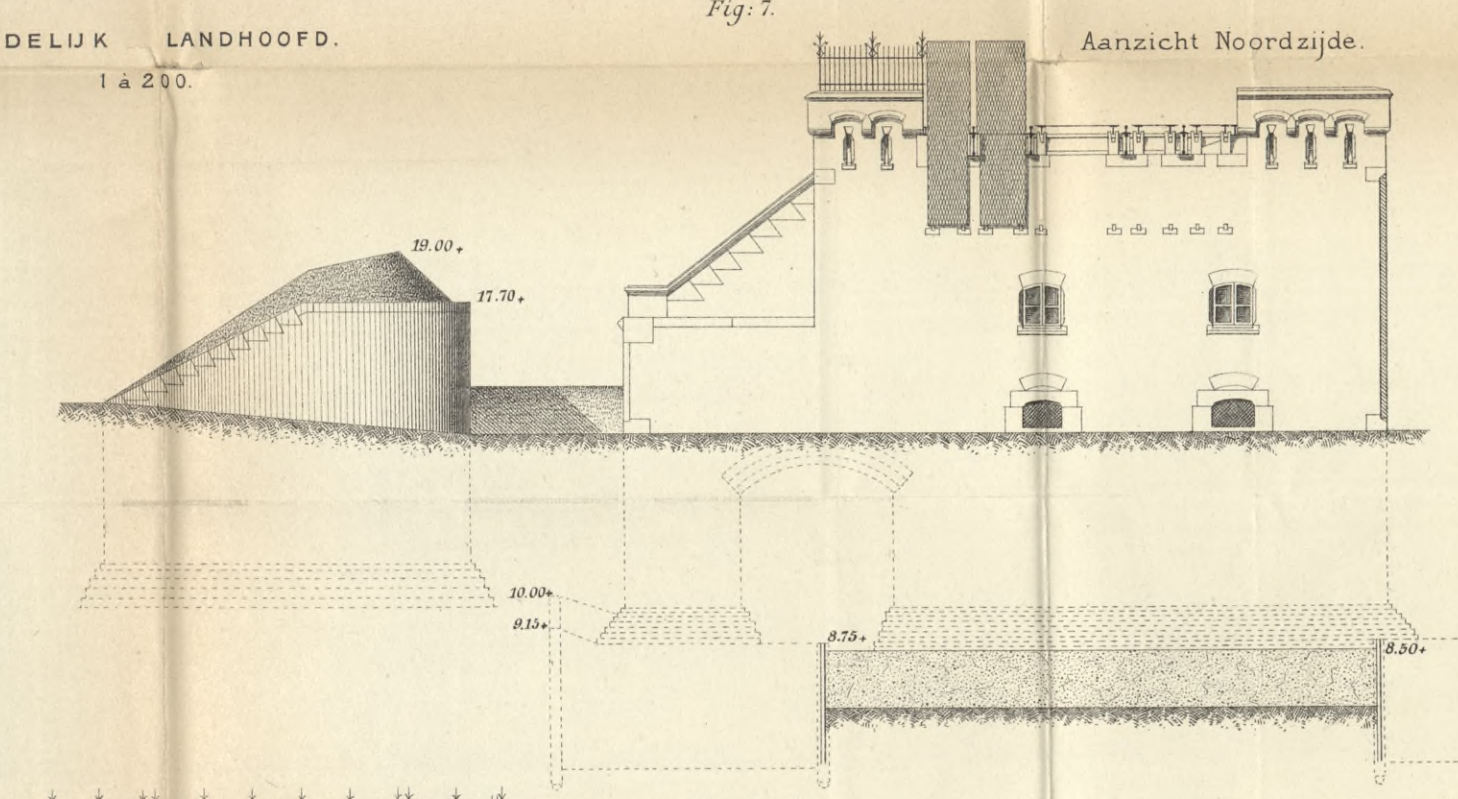
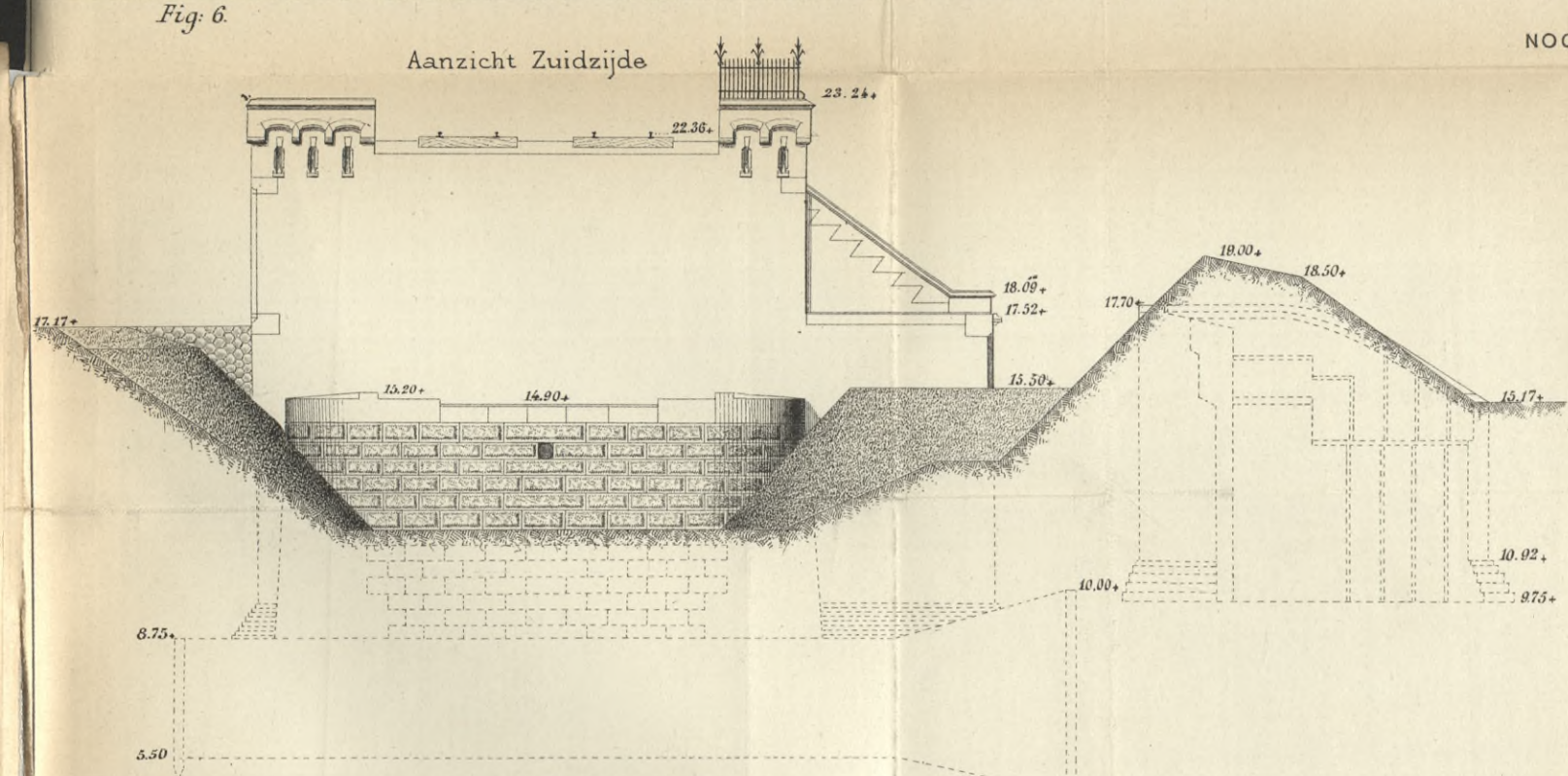
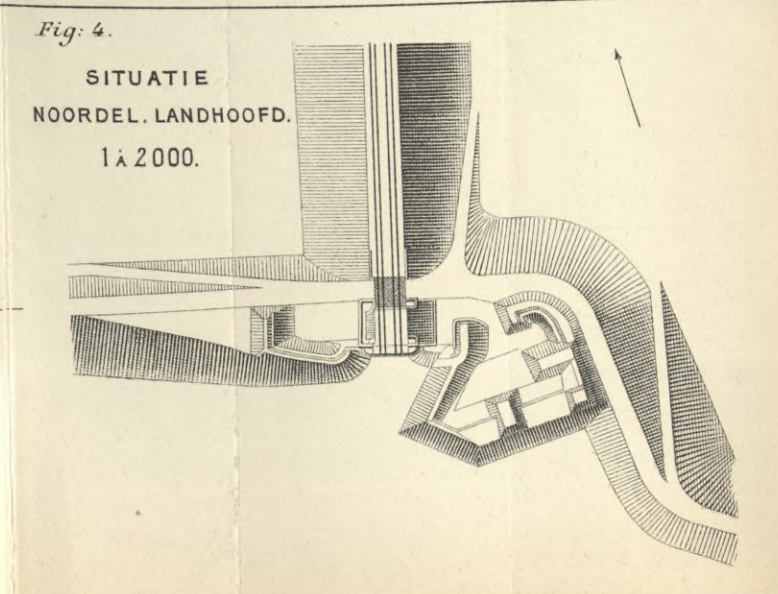
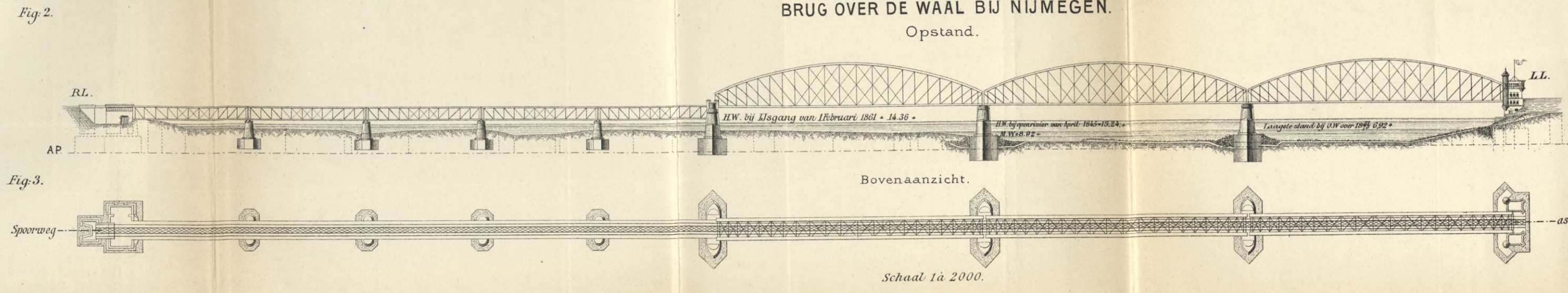


Fig. 43. ZAMENSTELLING VAN DEN VLOER BOVEN DE PIJLERS IV EN VI. Platte grond.







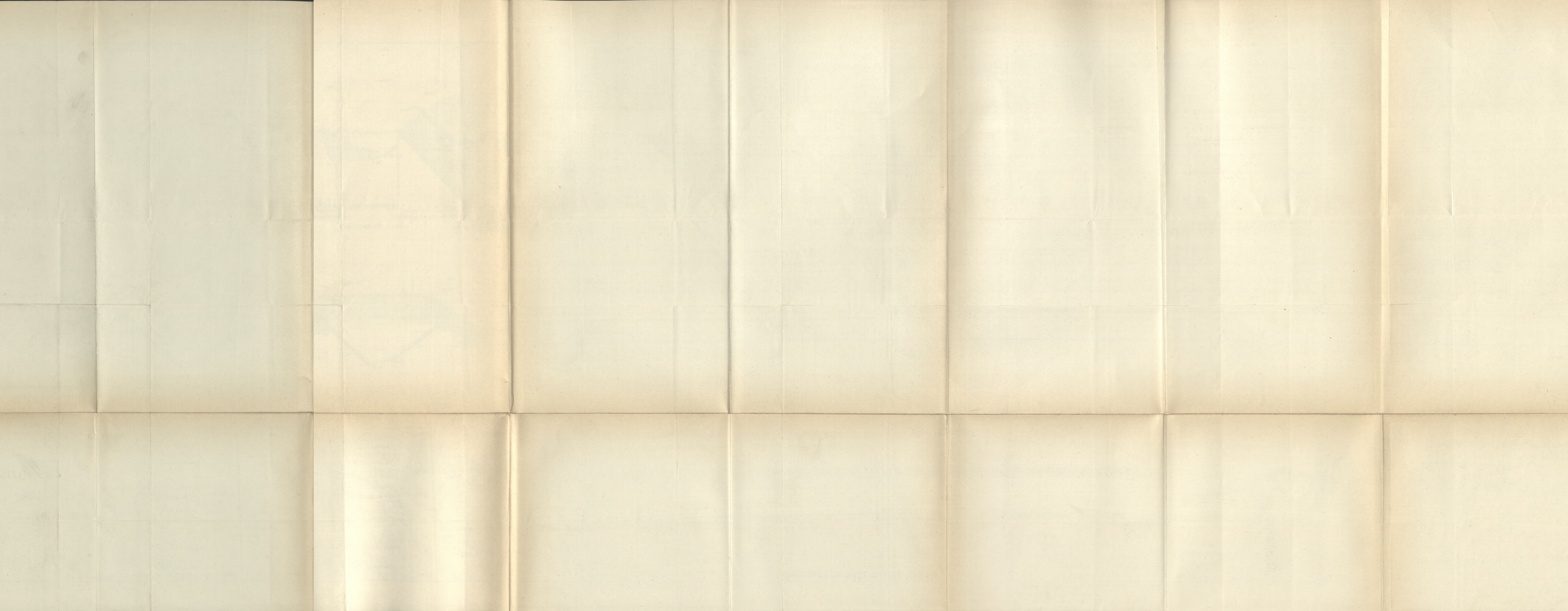


Fig. 20.

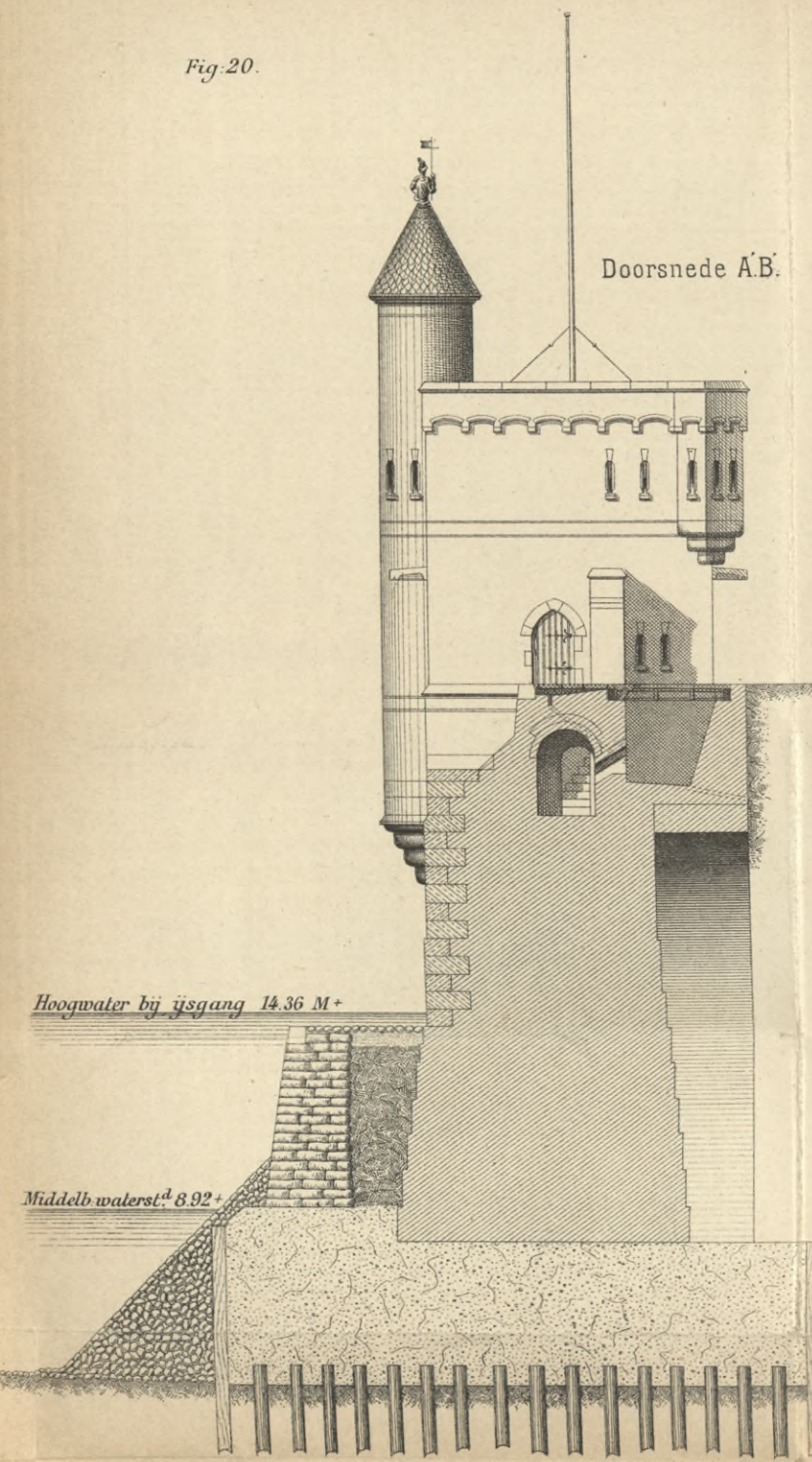


Fig. 21.

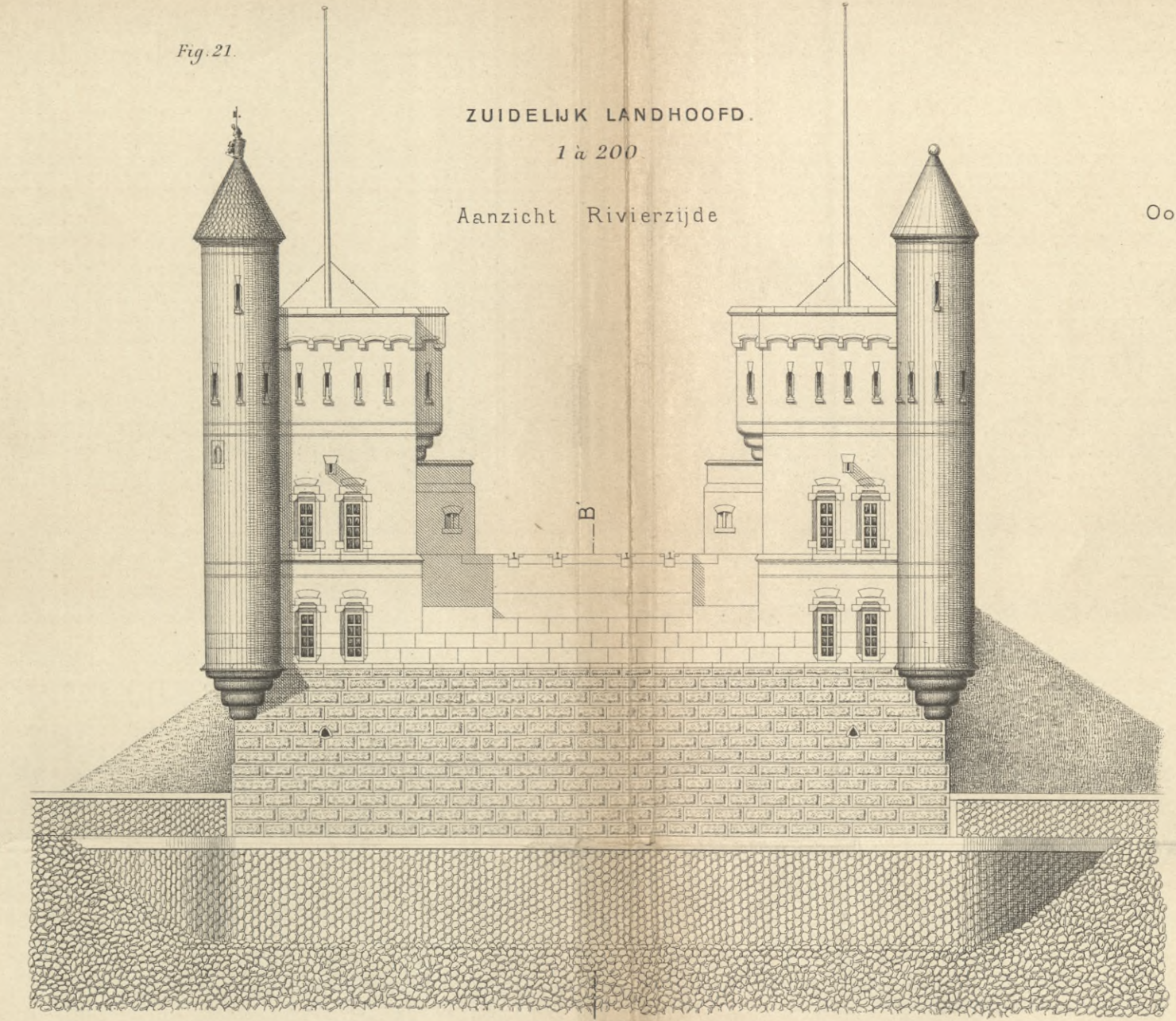
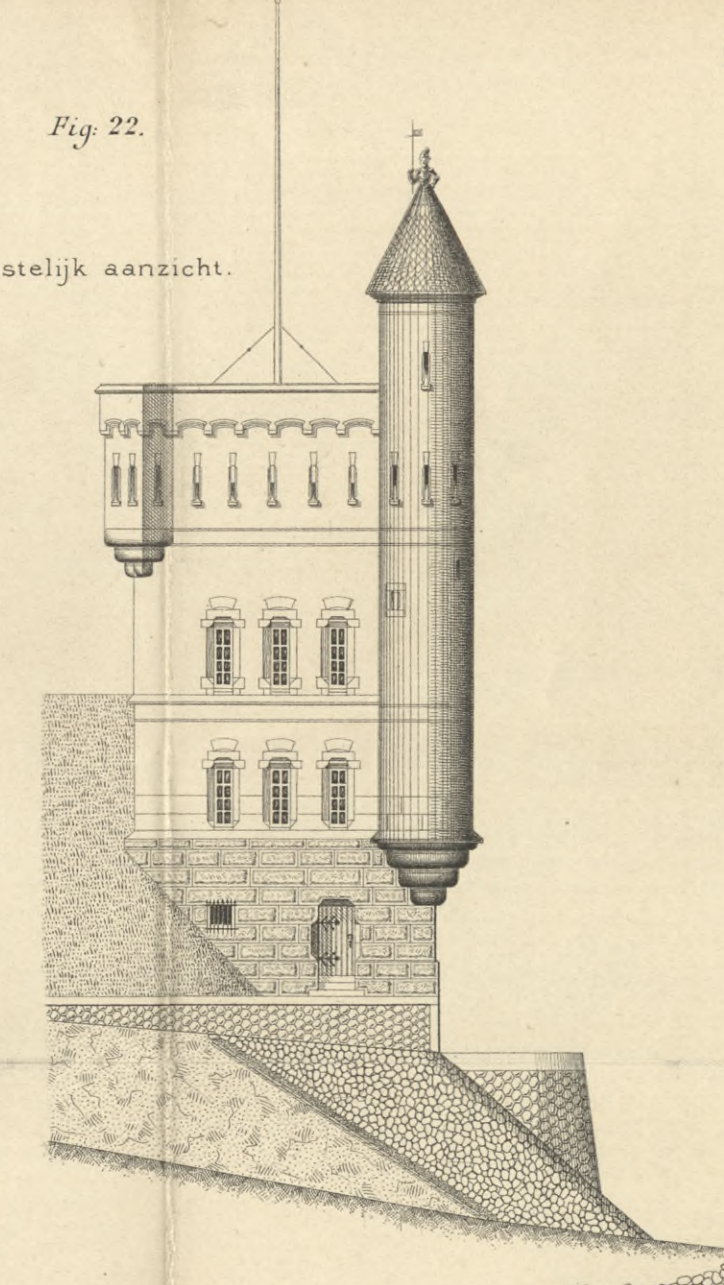


Fig. 22.



BRUG OVER DE WAAL BIJ NIJMEGEN.

Fig. 23.

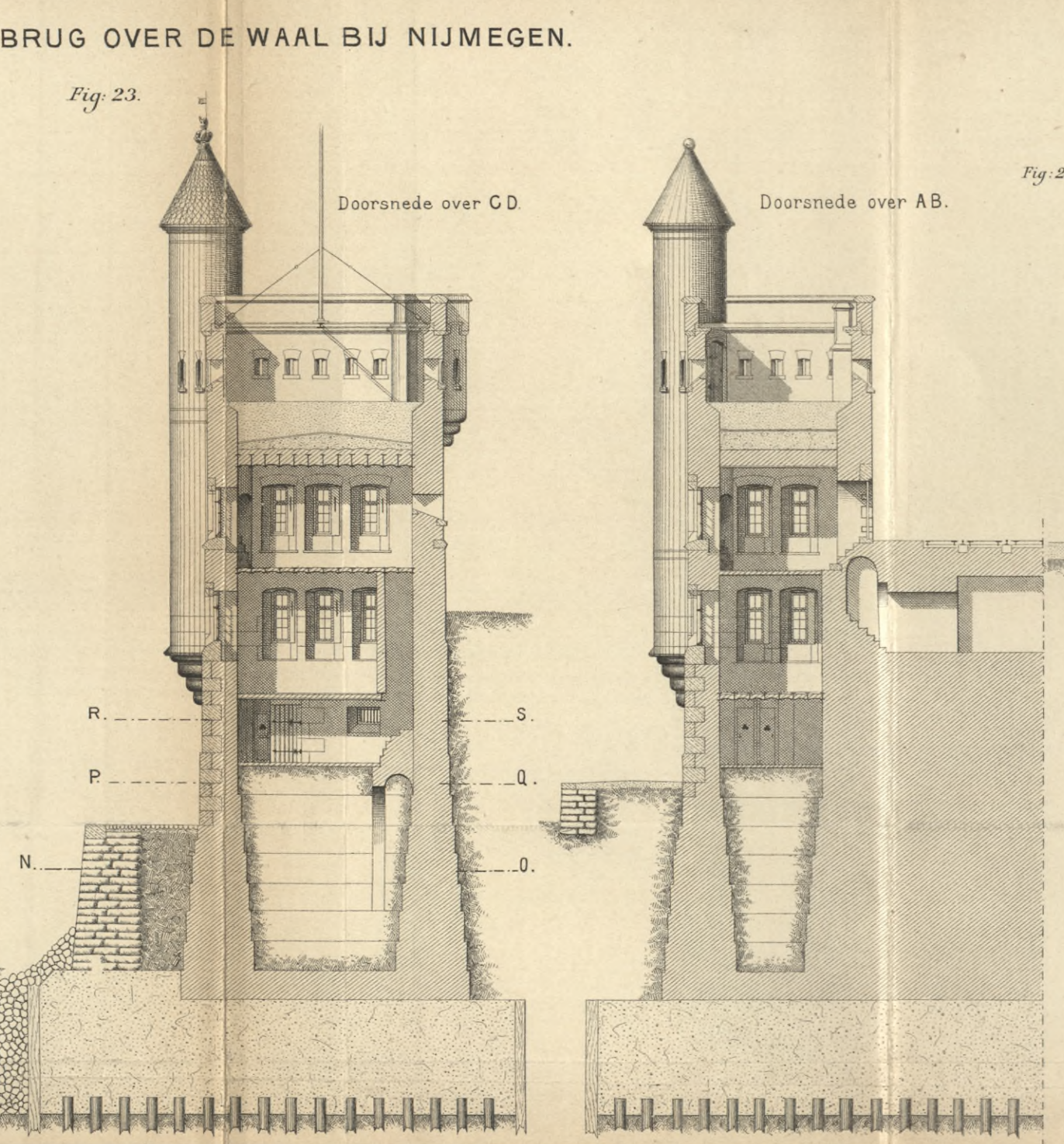


Fig. 24.

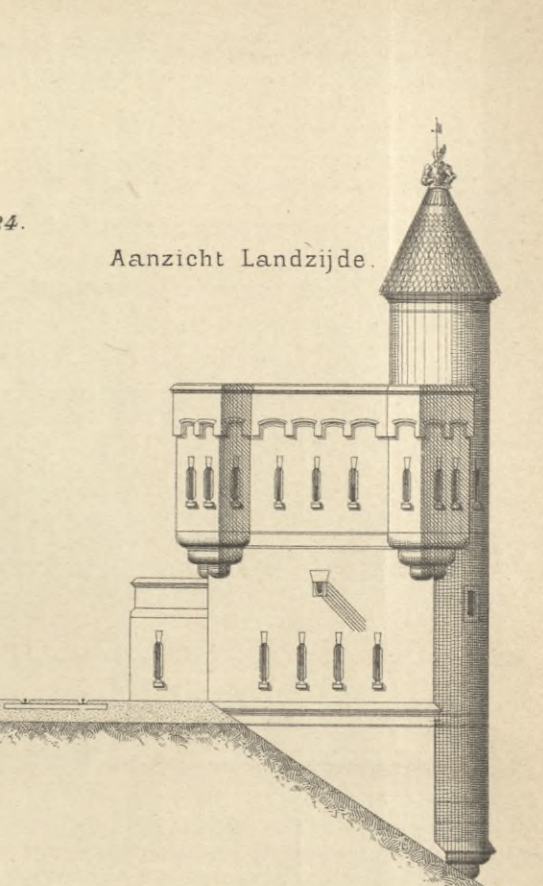


Fig. 25.

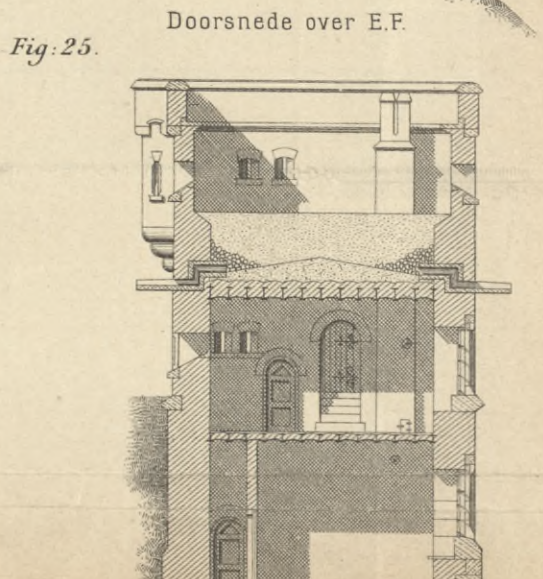


Fig. 26.

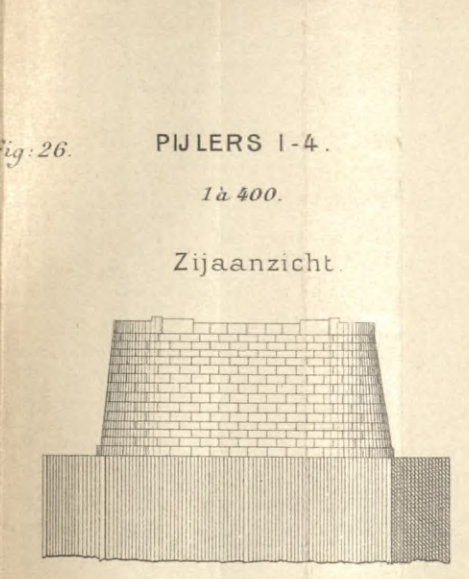


Fig. 27.

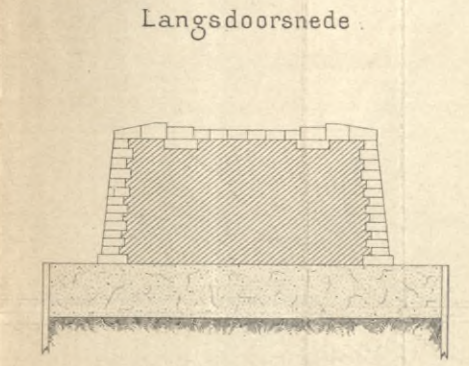


Fig. 28.

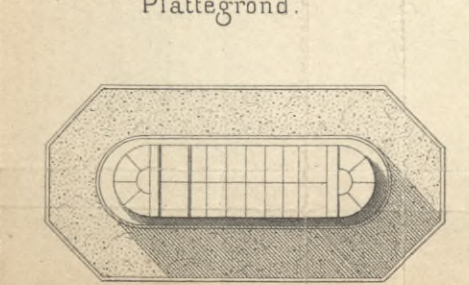


Fig. 29.

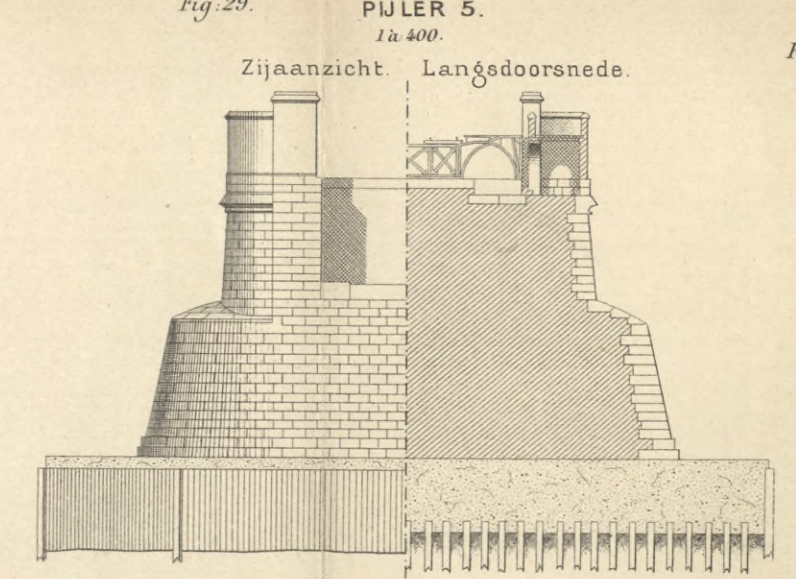


Fig. 30.

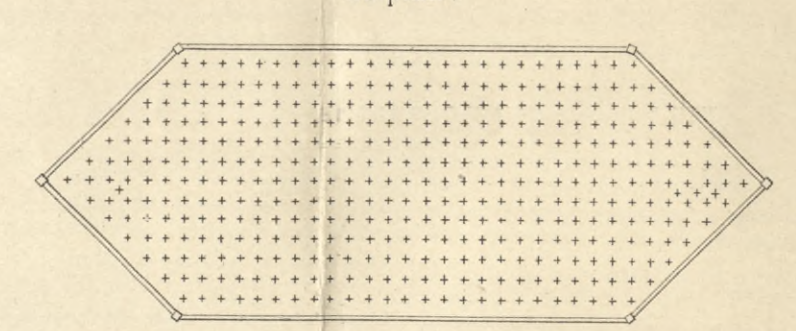


Fig. 33.

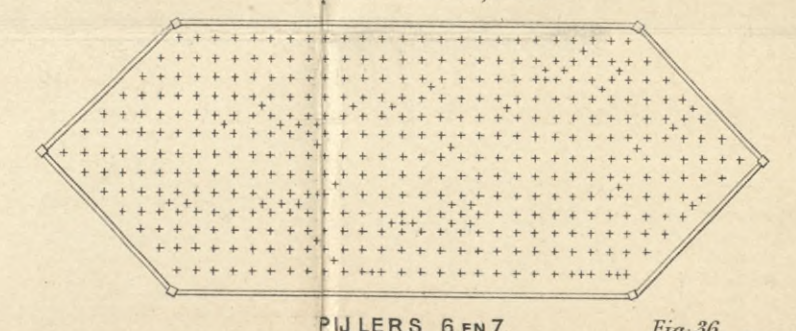


Fig. 35.

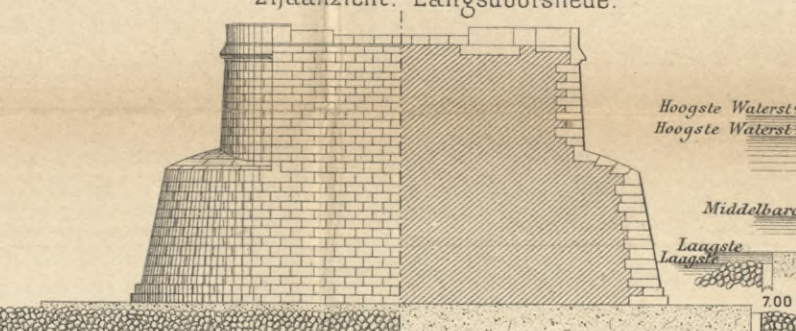


Fig. 38.

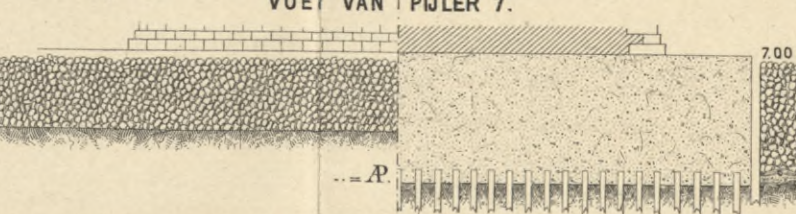


Fig. 31.

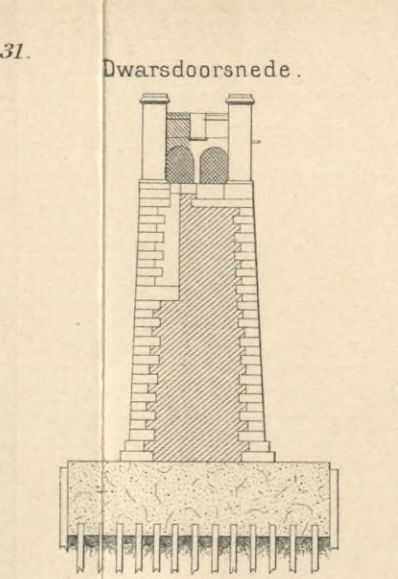


Fig. 32.

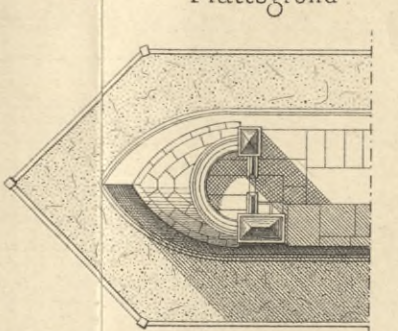


Fig. 34.

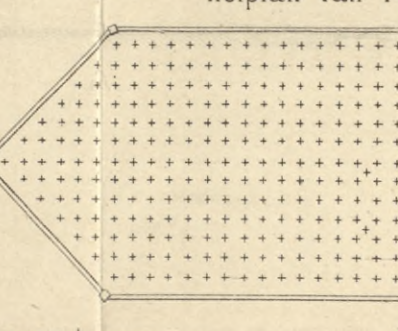


Fig. 36.

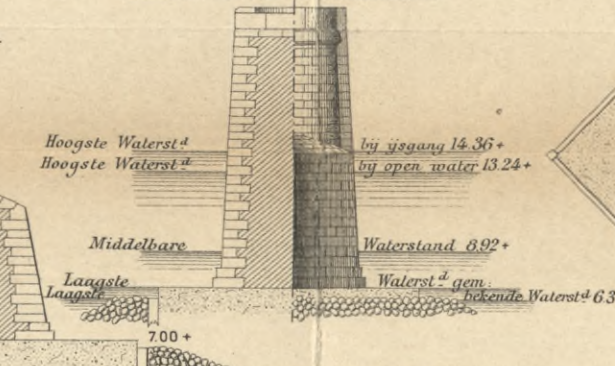


Fig. 37.

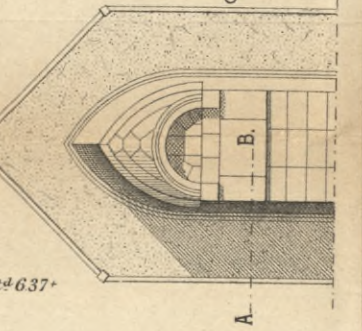


Fig. 17.

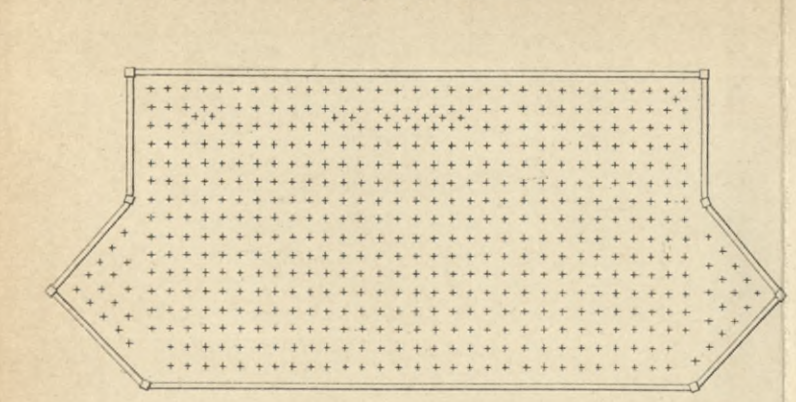


Fig. 16.

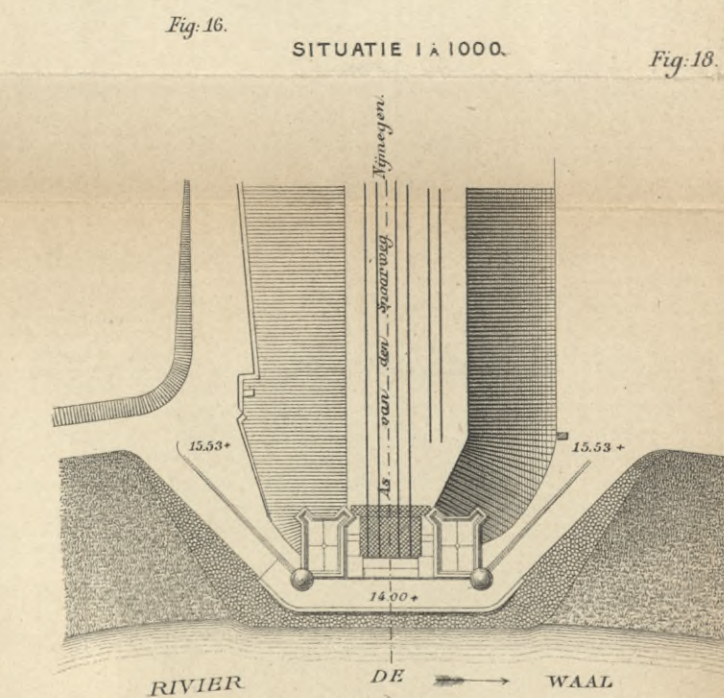


Fig. 18.

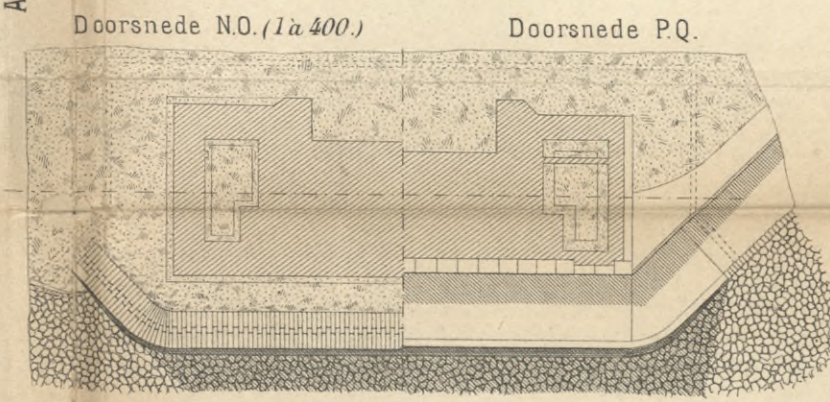


Fig. 19.

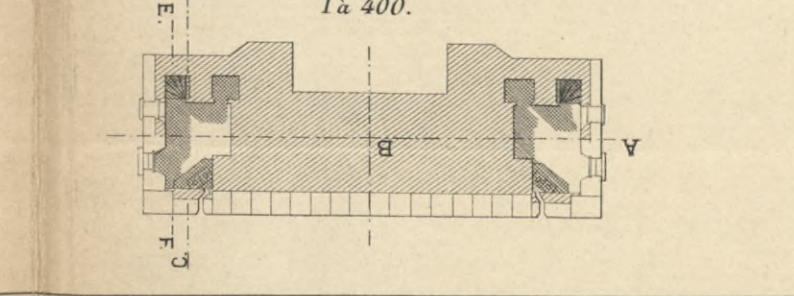


Fig. 39.

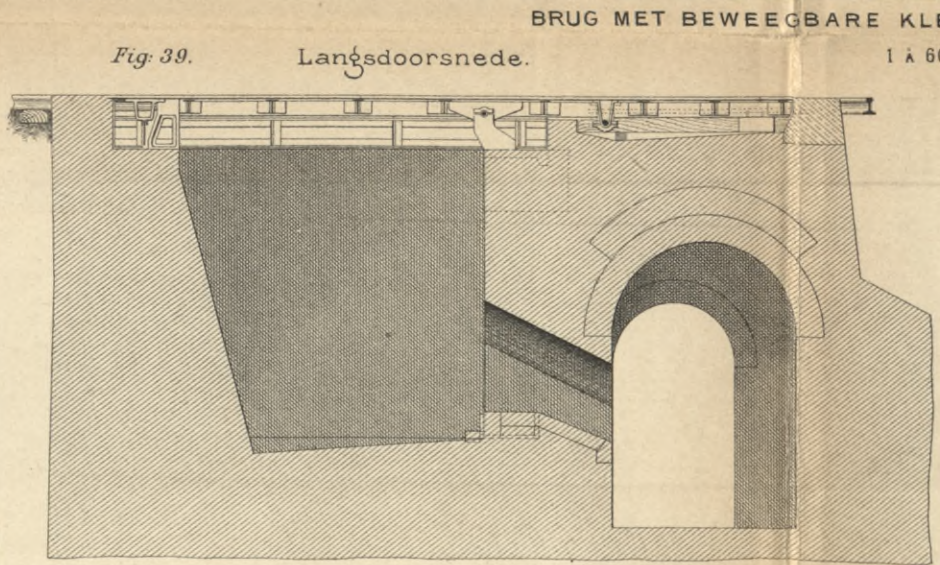
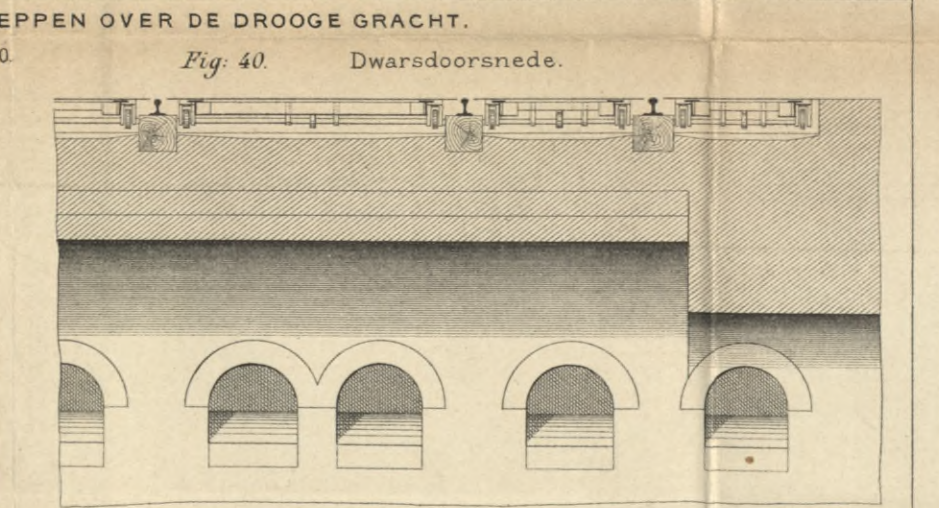


Fig. 40.



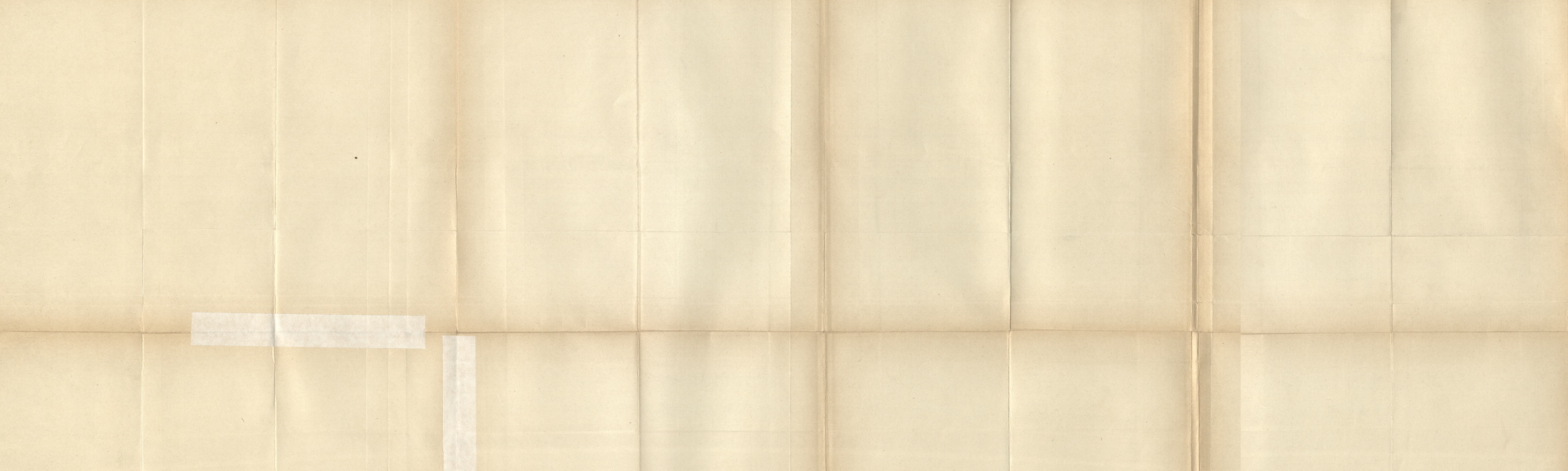


Fig. 41. OPENING VAN 127 M. OPSTAND. 1 à 200.

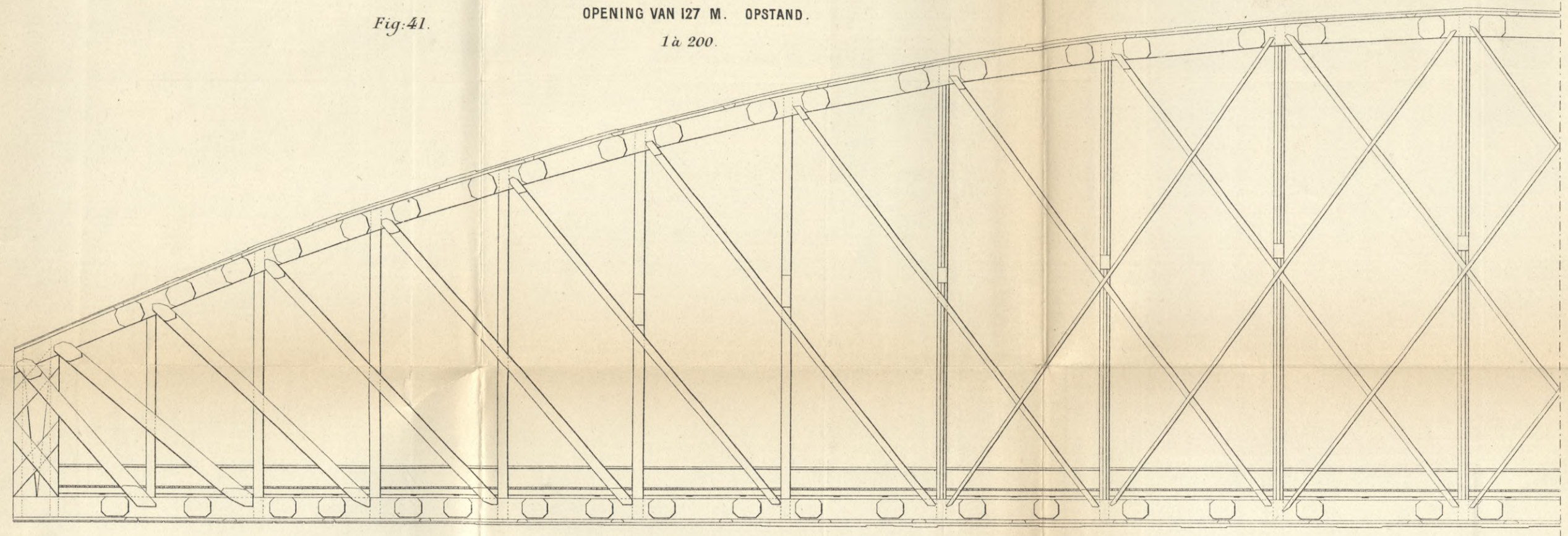
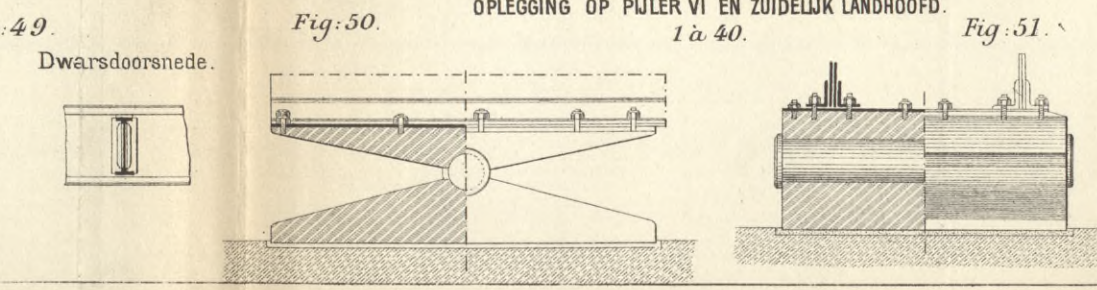
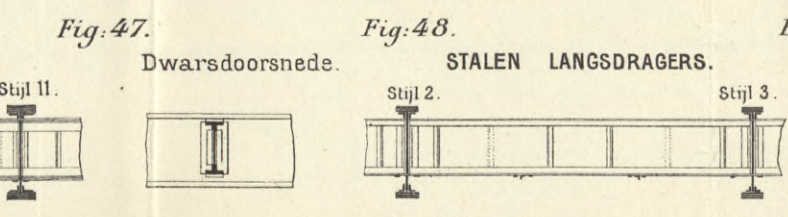
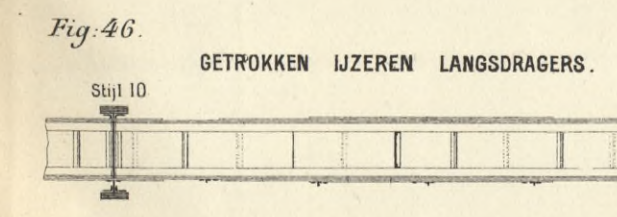
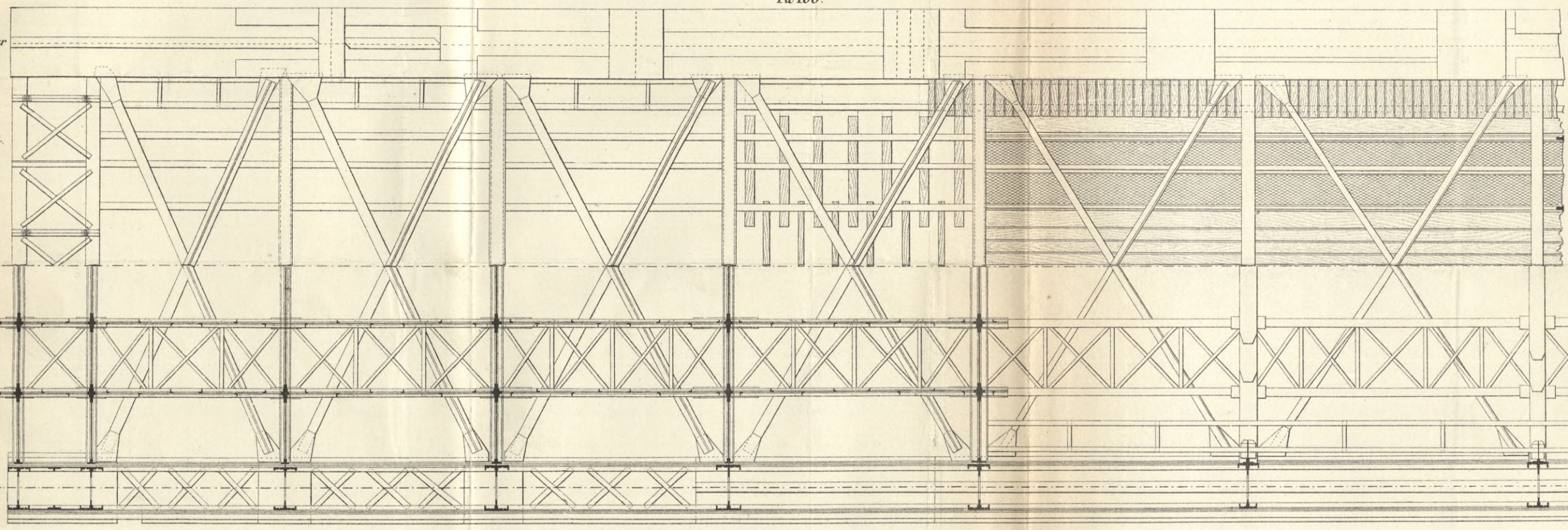


Fig. 42. BOVENAANZICHT EN HORIZONTALE DOORSNEDE VAN STIJL I TOT 7. 1 à 100.



BRUG OVER DE WAAL BIJ NIJMEGEN

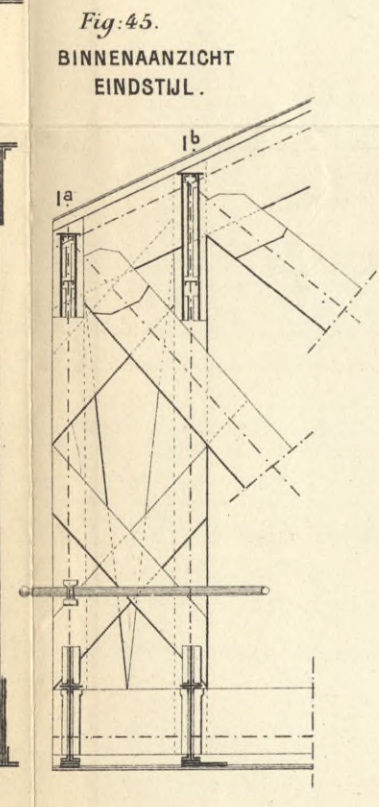
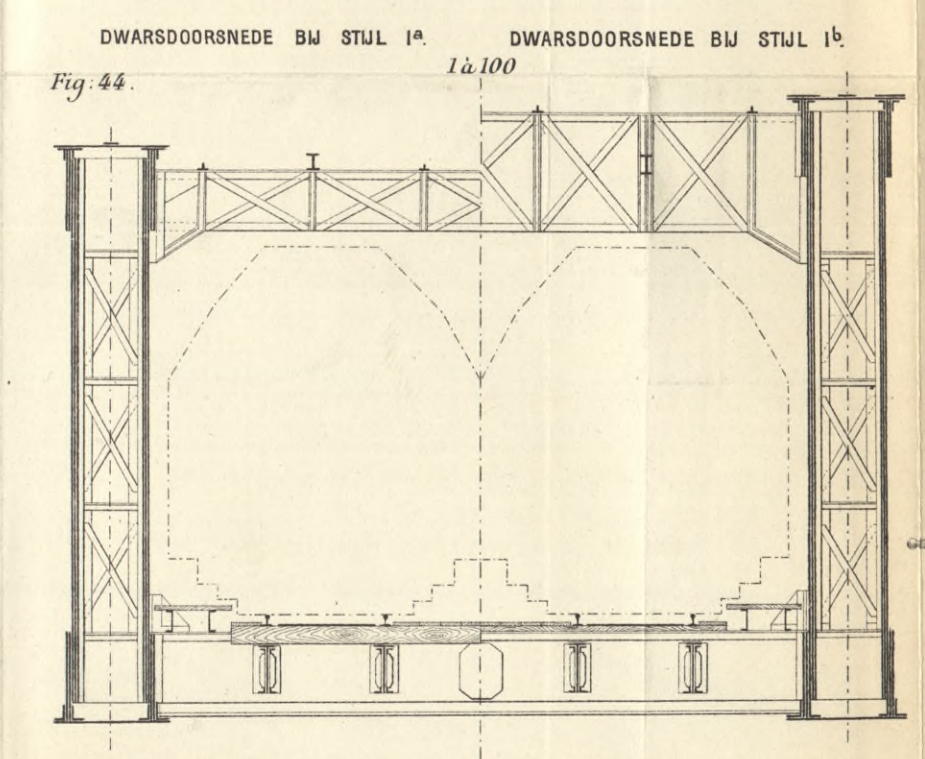
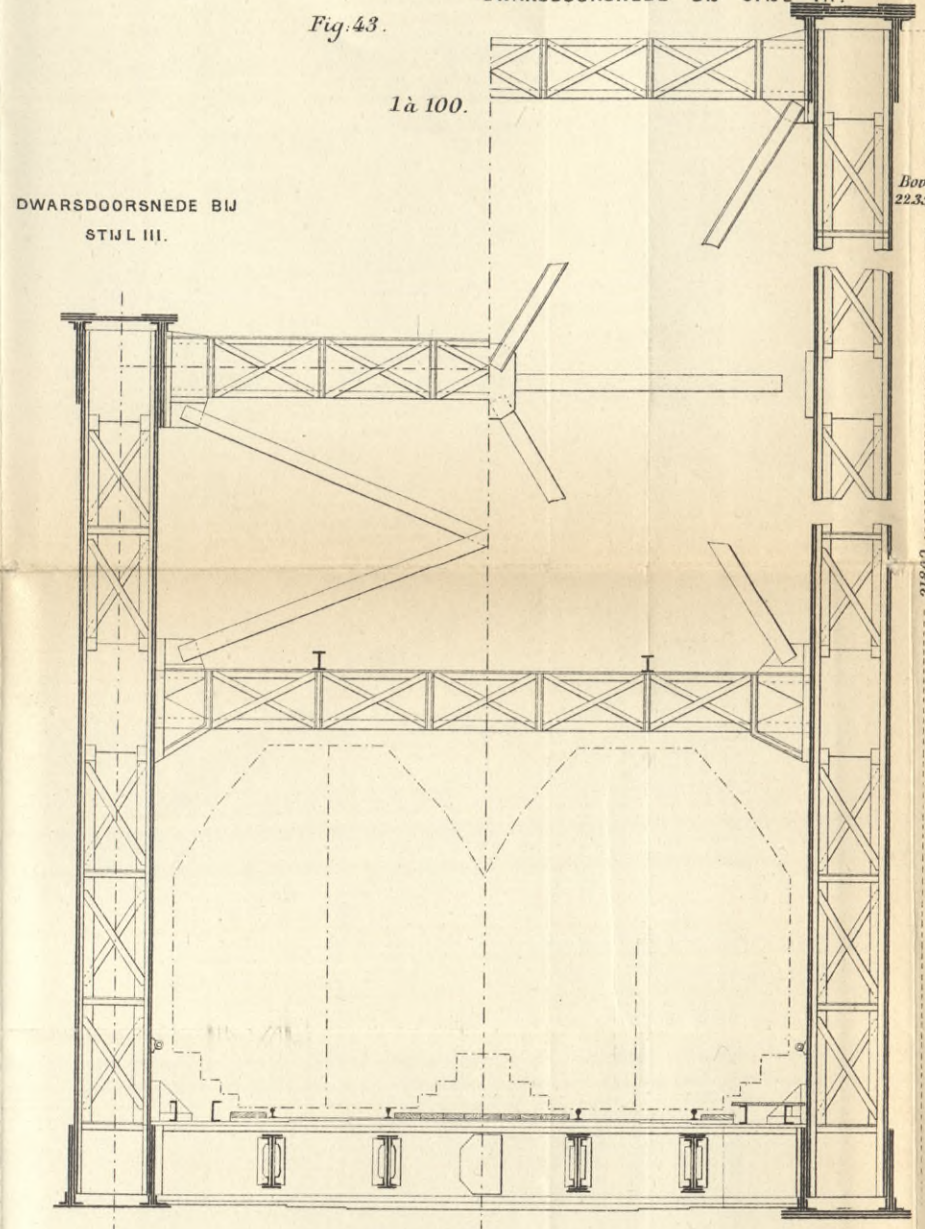


Fig. 52. PLAATSING VAN DEN BOVENBOUW OP DE LANDHOOFDEN EN PIJLERS

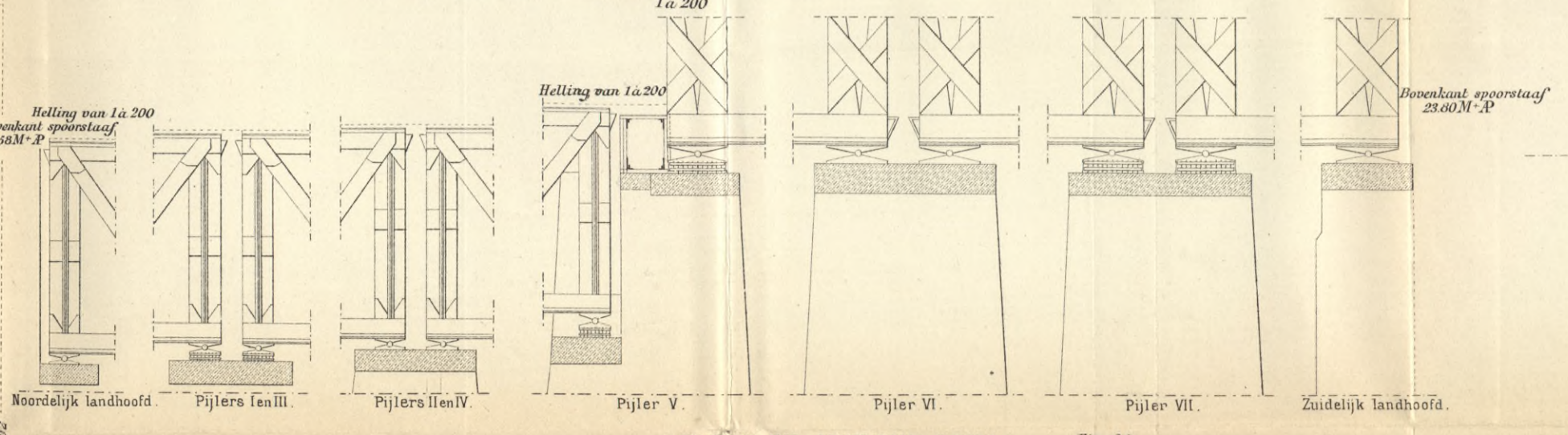


Fig. 59. WEGBRUG MET BEWEEGBARE KLEPPEN IN HET NOORDELIJK LANDHOOFD. 1 à 50.

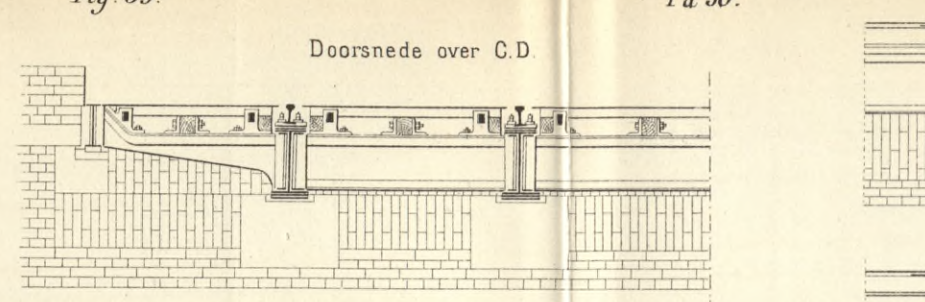


Fig. 58. Doorsnede over A.B.

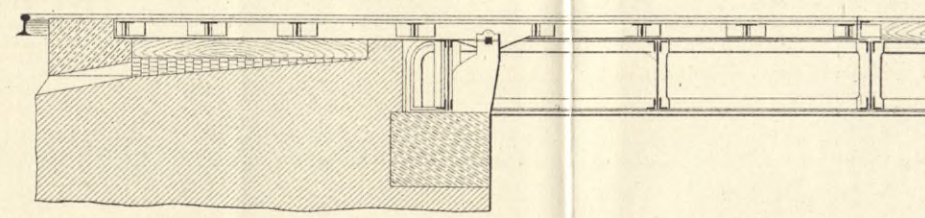


Fig. 57. Bovenaanzicht.

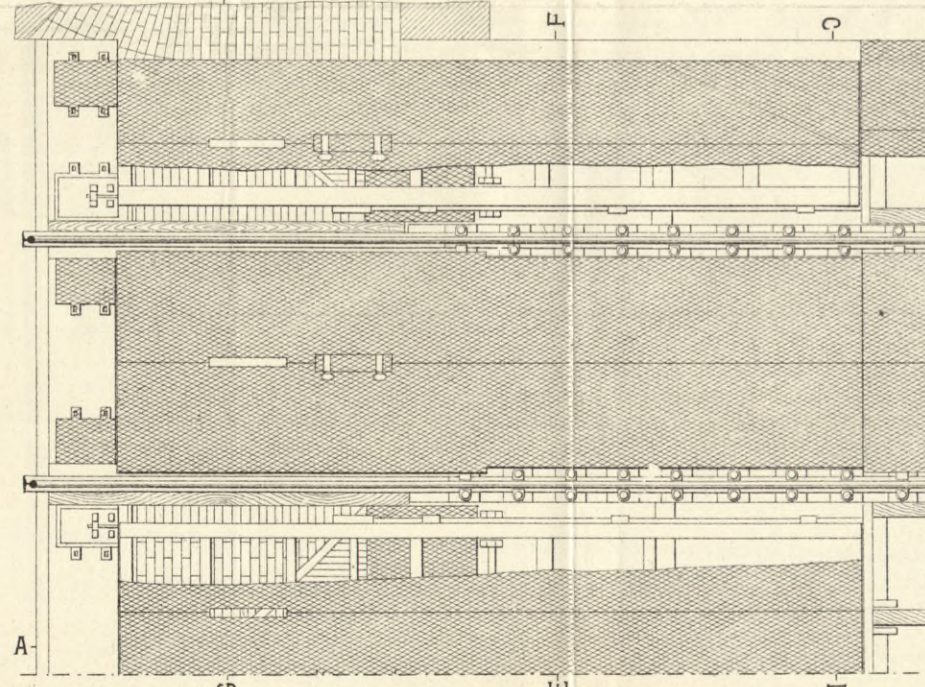
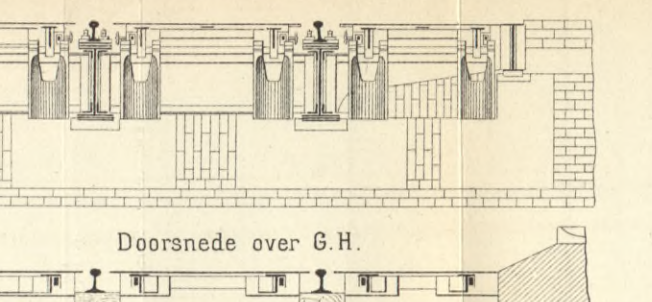


Fig. 60. Doorsnede over E.F.



Doorsnede over G.H.

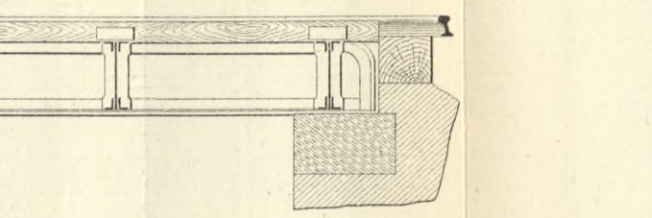


Fig. 53. ZAMENSTELLING VAN DE VLOER BOVEN PIJLER V. 1 à 80.

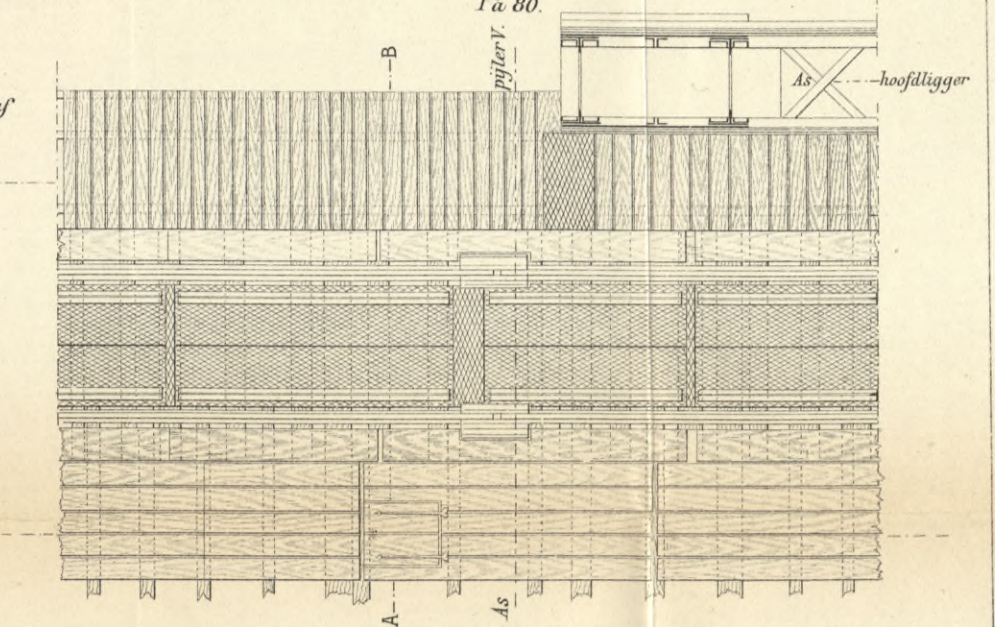


Fig. 54. IJZEREN LIGGER BOVEN PIJLER V. Doorsnede volgens A.B. 1 à 40.

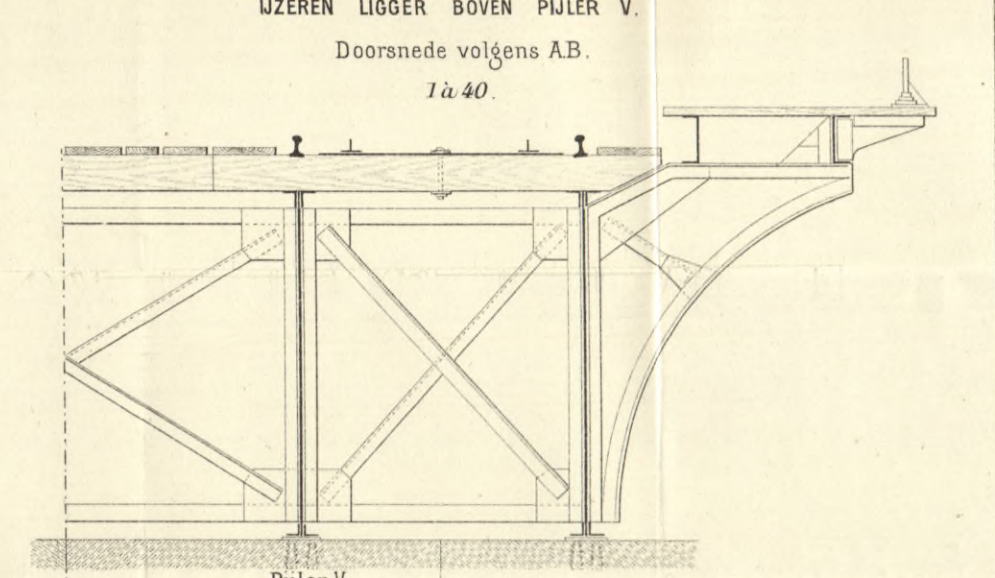


Fig. 55. OPLEGGING DER BRUGGEN VAN 127 M. OPLEGGING MET ROLLEN OP DE PIJLERS V EN VII.

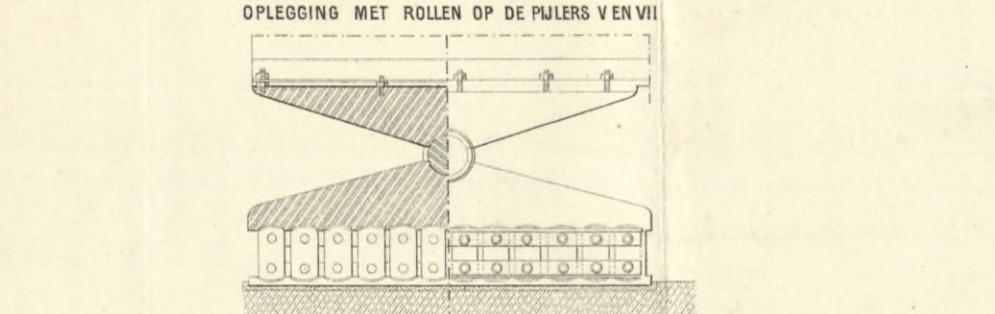
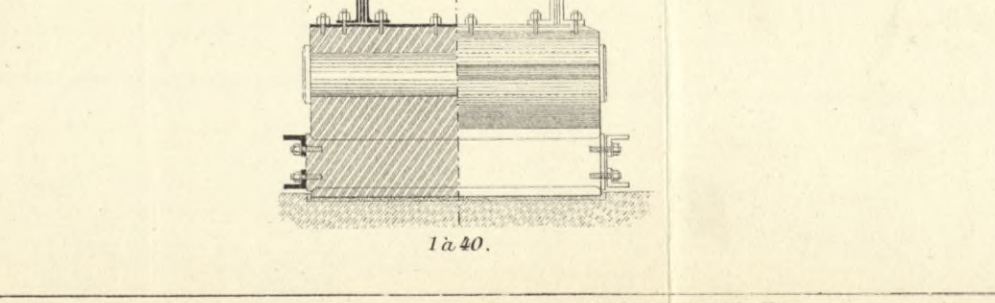


Fig. 56. 1 à 40.





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-352451

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

7828

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000313214

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299554