# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,

ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.



Abonnementsprijs per jaar f 4,—.

Druk en Administratie Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN Jr., Delft.

5e Jaargang. No. 7. 1 Maart 1915



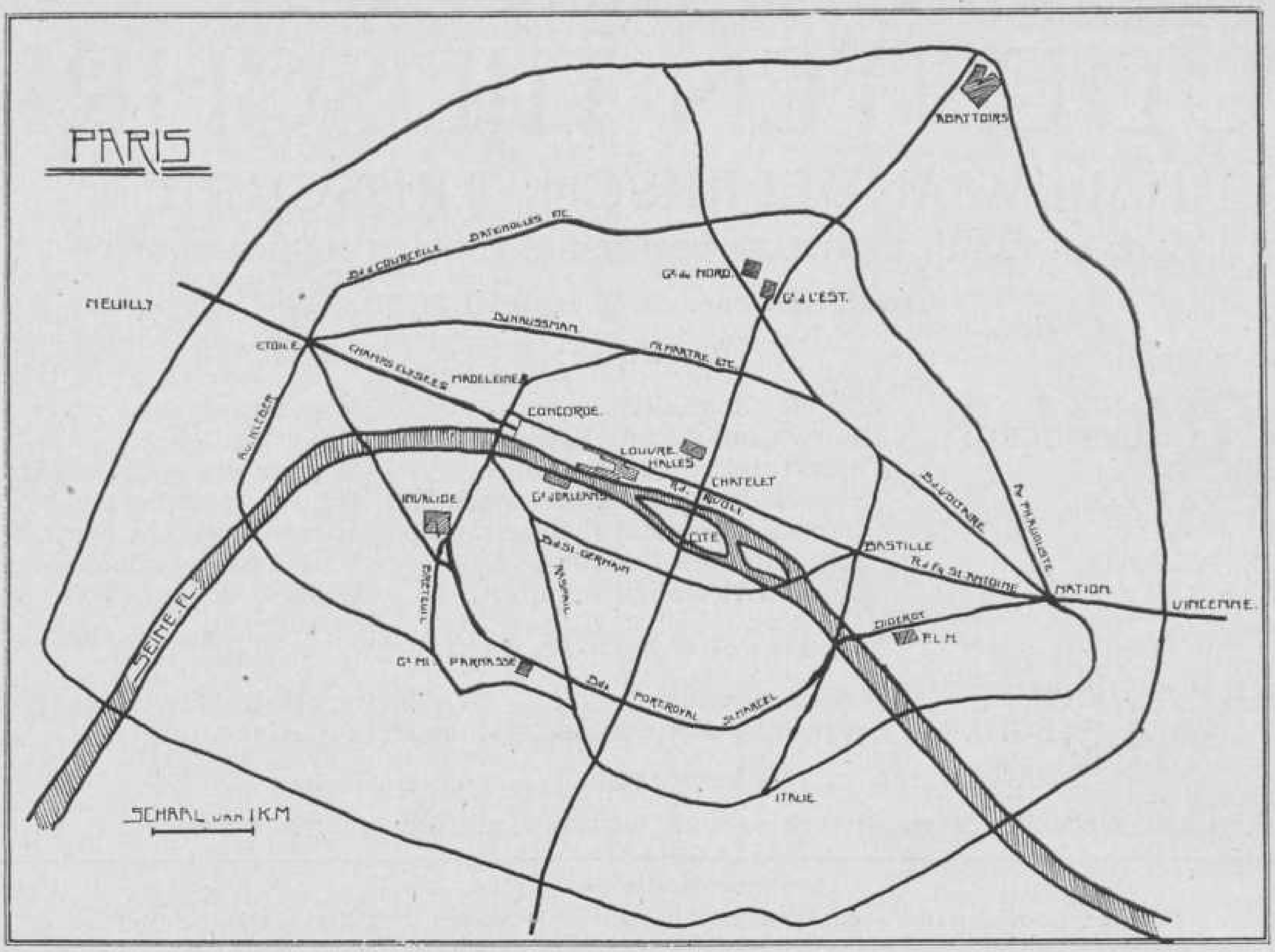
## Inhoud.



## Een en ander over Parijs, door L. M. VAN DEN BERG.

De Seine-stroom, met eene groote bocht dwars door Parijs heen loopende, scheidt de stad in twee deelen: „la rive gauche" en „la rive droite." Bij 't beschouwen van het plan vallen ons dadelijk op de twee eilandjes, welke de rivier omspoelt. Het kleinste is naar St. Louis genoemd, den Franschen Koning, die o.a. den laatsten kruistocht leidde, het tweede, ten westen daarvan gelegen, heet „La Cité" en is door eene fraaie brug ermee verbonden

Voordat St. Dénis in de 3$^{de}$ eeuw het Christendom kwam prediken was het tegenwoordige Parijs een klein dorp, door de Keltische bevolking „Lutèce" genaamd en dat niet grooter oppervlakte besloeg dan de „Ile de la Cité." In ongeveer dien tijd moet daar eene vereeniging van schippers, misschien een soort gilde van edele kapers, bestaan hebben met den zinspreuk: „Fluctuat nec mergitur (Elle flotte et ne sombre pas") en in het wapen vertoonende een bootje, dat op hooge golven dobbert. Tot hier gaat zeker terug het zinnebeeld van Parijs.




St^e Geneviève bewaarde de stad voor eenen inval der Hunnen en bleef sindsdien de schutspatroon. We zien haar veelvuldig en op verschillende wijzen voorgesteld, o.a. koos Chavannes voor een zijner prachtige fresco's in 't Panthéon tot onderwerp: „St^e Geneviève veille sur Paris endormi"; in verschillende kerken zijn kapellen aan haar gewijd, terwijl we in de St.-Etienne-du-Mont haar graftombe vinden. Evenwel kon noch de waakzaamheid van de Heilige Genoveva, noch de verdediging van de Parijzenaars beletten, dat in 486 Clovis zich van de stad meester maakte. Van toen af is Parijs de feitelijke hoofdstad van Frankrijk. Vooral onder Clotaire II breidde het zich uit en kwam langzamerhand tot grooten bloei. Maar laat ik niet te lang stilstaan bij deze uit geschiedkundig oogpunt overigens wel belangrijke feiten. Laten we terugkeeren naar de tegenwoordige Cité. En dan vragen we ons af: hoe kan in dat oude stadsgedeelte een zoo modern stratenplan zijn ontstaan? Wel weten we dat de klassieken de steden systematisch aanlegden en we behoeven slechts onze eigen steden als bijvoorbeeld Amsterdam na te gaan om te weten, dat in den tijd der Renaissance ook in dit opzicht de grondbeginselen der klassieken waren doorgedrongen. Maar juist in die perioden is het centrum van Parijs niet ontstaan; dat dateert uit de Middeleeuwen, toen maar willekeurig huis aan huis werd aangebouwd, waardoor een stad veelal een doolhof begon te gelijken. Daarvan is o.a. een aardig voorbeeld de stad Arles in de Provence, waar nog steeds de nauwe straatjes door elkaar kronkelen, men vindt er nooit den weg terug.

Het regelmatige stratenplan van Parijs is voornamelijk gemaakt sinds de regeering van Napoléon III, na '48. Geen geld of moeite werd gespaard om te bereiken wat de stad nu is: een model van stratenaanleg, dat wellicht alle andere steden der wereld overtreft.

We kunnen drie soorten van wegen onderscheiden:

1°. De boulevards, een naam die samenhangend met ons woord „bolwerk" vroeger zeker uitsluitend de beteekenis van singel gehad heeft, nu echter meer algemeen gebruikelijk voor eenen breeden hoofdweg, 't zij als ringstraat om het centrum heenloopend zooals de boulevards de la Madeleine, des Capucines, des Italiens, Mont-martre, Poissonnière, Bonne-Nouvelle, St. Denis, St. Martin, en voorbij de Place de la Republique deze reeks vervolgende in de bds. du Temple, Beaumarchais tot de Bastille, 't zij als diagonaalstraten zooals bijvoorbeeld de bds. St. Michel, du Palais, de Sébastopol en de Strasbourg;

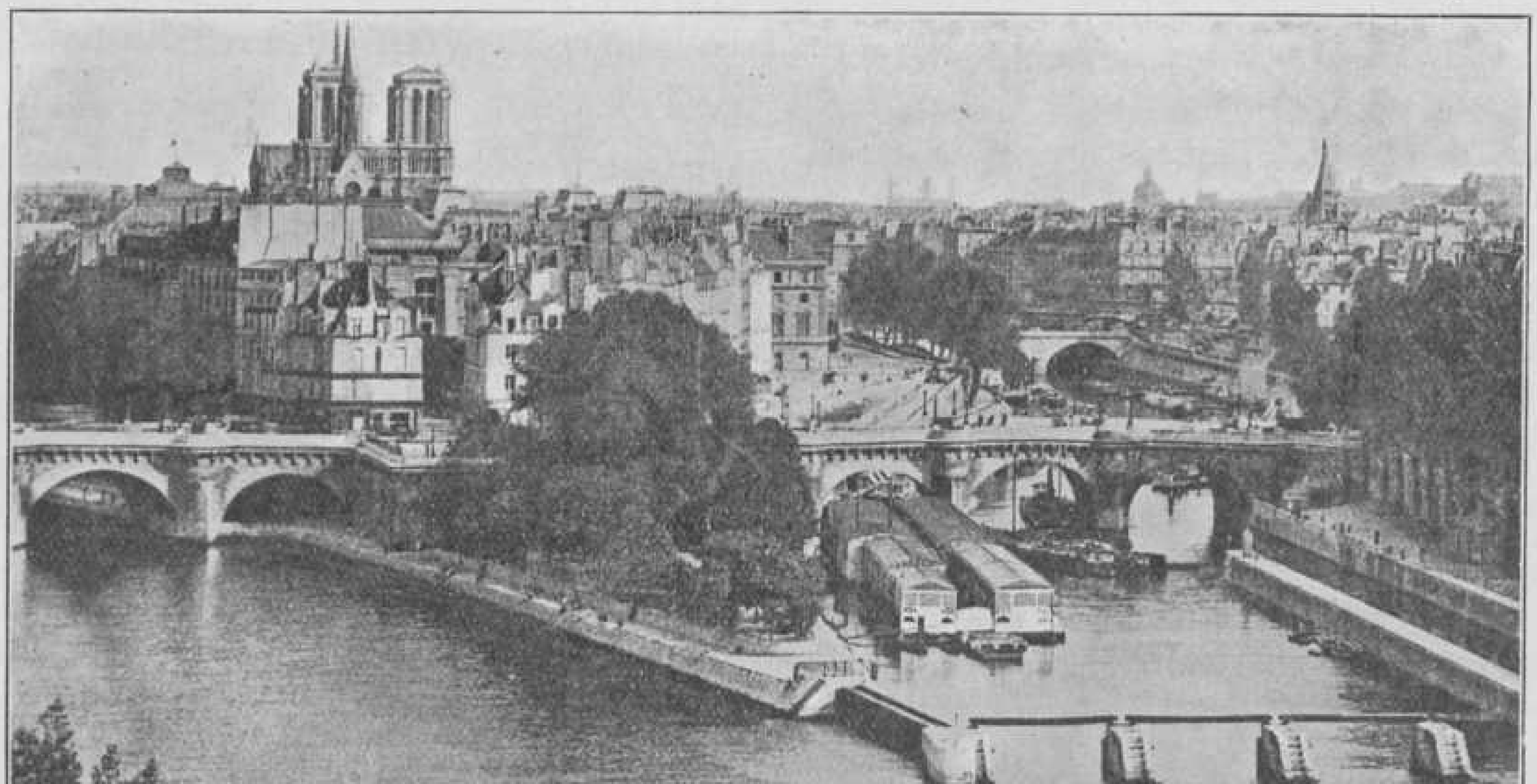
2°. de Avenues, die hare beteekenis hebben behouden en aanloopen 't zij op eenen grooten verkeersweg buiten de stad, dus op eene der belangrijke poorten zooals de Av. d'Orléans, Av. d'Auteuil, Av. du Bois de Boulogne, enz., 't zij op een groot, monumentaal gebouw, waarvan wel het beste voorbeeld is de overbekende Avenue des Champs Elysées, die van de Place de l'Etoile afdalende u over de Place de la Concorde brengt in de Jardin des Tuileries, voor de Place du Carrousel, 't voorplein van 't Palais du Louvre; verder de Av. Breteuil, Av. de l'Opéra e.a.;

3°. de gewone straten van verschillende breedten en lengten, al naar gelang het hoofd- of nevenstraten zijn.

Behalve de systematische opzet van verschillende stadsgedeelten, op vaste rechte assen getraceerd, die door de groote wegen van algemeen belang een goed verband houden zoowel onderling, als met het hoofdplan der geheele stad, treft ons in den aanleg het royale, het geweldig ruime, dat onvergelijkelijke perspectieven schept.

Ik noemde u zooeven de Avenue des Champs Elysées. Dat is een van de breedste[1]) straten van Parijs en 's middags is er een „va-et-vient" van de High-life. Een aanhoudende file van equipages en huurrijtuigen, luxe-auto's en taxi's beweegt zich langs de prachtige hotels en maisons privées van de Etoile naar de Place de la Concorde en vice-versa. De Place de l'Etoile is een rond plein van ongeveer 250 M. diameter waar straalsgewijze niet minder dan 12 Avenues op uitkomen. In 't midden verheft zich de geweldig groote Arc de Triomphe, opgericht ter eere van de legers van Napoléon I. Begonnen in 1806 werd het monument eerst voltooid onder Louis Philippe en heeft de respectabele som van 9 millioen frcs gekost. In de as van de Champs Elysées is eene groote boog, terwijl rechthoekig hierop twee kleinere zijbogen doorgang verschaffen, zoodat vier zeer zware steenmassa's staan blijven om het hoofdgestel te dragen. Het geheel is schitterend uitgevoerd en getooid met prachtige bas-reliefs, waarvan de vier beeldengroepen op de pijlers voorstellen: le Départ, la Gloire, la Guerre en la Paix. Van hieraf dalen de Champs-Elysées tot ongeveer halverwege, waar een „point rond" met zes fonteinen eene sierlijke onderbreking vormt. Wanneer ge deze wandeling maakt tegen den avond als de lucht in 't Westen purperrood gekleurd is, zult ge bij 't omzien getroffen worden door den onvergetelijken indruk, die de perspectief van deze avenue u geeft. Hoe majestueus is die flauwe klimming tot het hoogtepunt, waar de Arc de

1) Ongeveer 90 M.



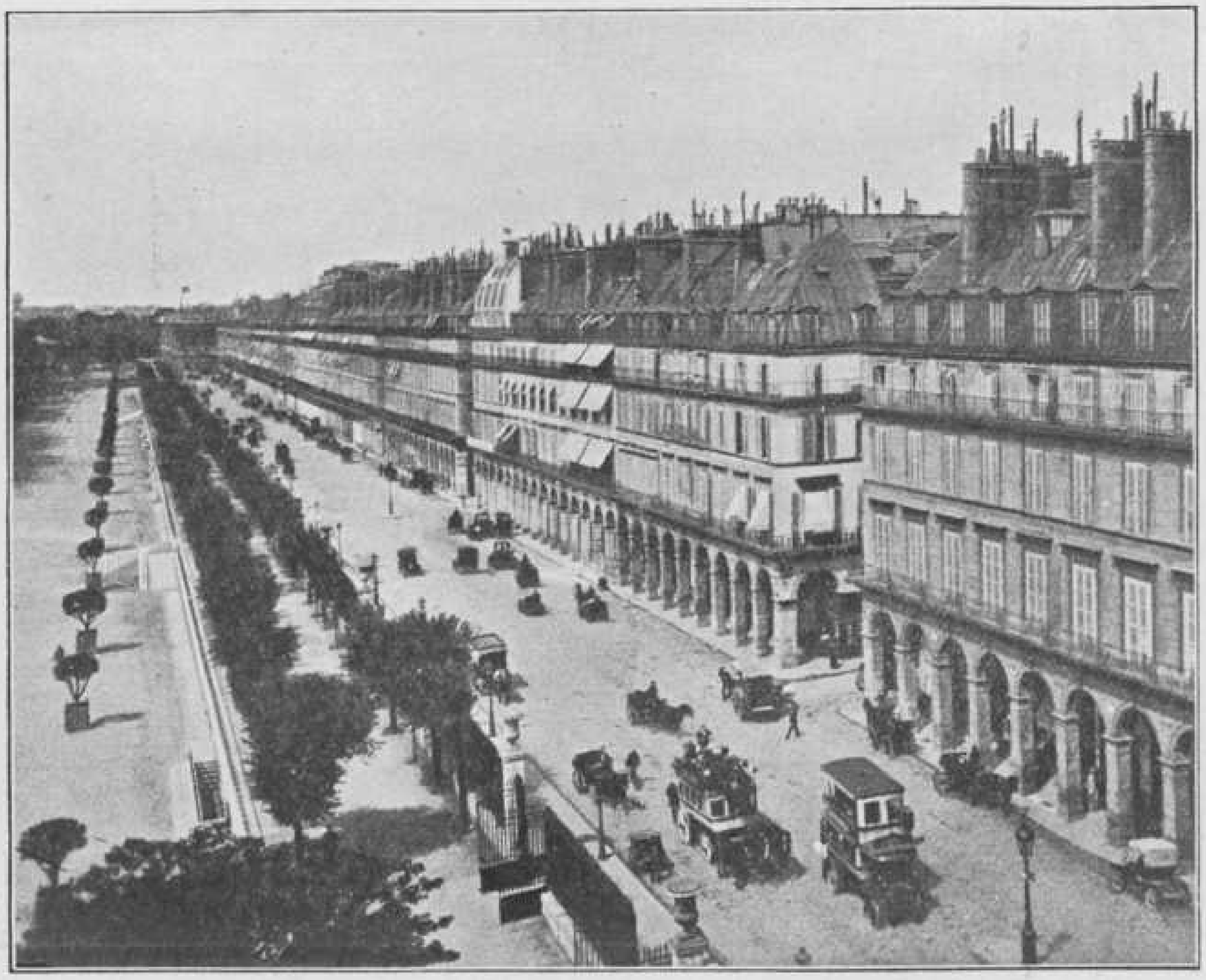
Ile de la Cité — Ecluse de la Monnaie.

Triomphe féerique silhouetteert tegen den brillanten achtergrond.

Vanaf genoemden point rond wordt de Avenue geflankeerd door tuinen; het wordt eigenlijk één groote parkaanleg tusschen de evenwijdig aan de Champs-Elysées loopende Av. Gabriel en de Seine, waarin — op onze wandeling rechts — de Grand- en Petit Palais liggen en dat uitkomt op de Place de la Concorde. Dit plein is ontworpen door den architect Hittorf, eenen leerling van de architecten van Napoléon I. In 't midden staat de „Obelisque de Louqsor" met aan weerszijden twee fraaie fonteinen. De Obelisque, ook wel de Aiguille de Cléopâtre genaamd, is een geschenk van Méhémed-Ali, vice Koning van Egypte. Ze prijkte eertijds voor eenen tempel te Luxor en werd op bevel van Ramses II vervaardigd. De kolom, die uit één stuk rose graniet bestaat, werd in 1834 opgericht op de Place de la Concorde op een 4 M. hooge piedestal, waar ingegrift zijn de teekeningen, volgens welke het bijna 23 M. hooge gevaarte, dat een gewicht van ongeveer 250 ton heeft, werd overeind gezet. De naald is bedekt met hoogst interessante hiëroglyphen.

Het langwerpige plein, omgeven door eene balustrade, die de hoeken afschuint, wordt verrijkt door acht colossale beelden op hooge voetstukken, vertegenwoordigende de acht grootste steden van Frankrijk: Marseille en Lyon, Strasbourg en Lille, Rouen en Brest, Bordeaux en Nantes.

En daarmede heeft de Avenue des Champs Elysées hare taak volbracht, ze heeft u geleid tot iets monumentaals, iets groots, iets bezienswaardigs, want ten Oosten wordt de Place de la Concorde begrensd door den Jardin des Tuileries, dien we na de slooping van het Palais des Tuileries gevoegelijk de Jardin du Louvre zouden kunnen noemen. Dit is wat betreft den stadsaanleg uit aesthetisch oogpunt wel het belangrijkste gedeelte van Parijs. Hoe logisch gedacht is het verbreeden van de avenue door tuinen, het tusschenvoegen van de Place de la Concorde, opdat de overgang tot de ruimte voor het enorme Palais du Louvre niet te plotseling zij en toch de noodige wijdte verkregen kan worden die een gebouw een rechthoekig terrein van ongeveer 200.000 M$^2$. omvattende voor eene goede perspectief vereischt. Maar de Champs-Elysées is niet alleen „Avenue" in dezen engen zin, het is tevens een gedeelte van den grooten verkeersweg, die van Neuilly naar Vincennes voert langs eene rechte as over eene lengte van meer dan 10 K.M. Parijs doorkuisend. Uit dat oogpunt beschouwd, mag er eigenlijk geen groot gebouw midden in den weg staan. Deze moeilijkheid is op schitterende wijze overwonnen. Van de verbreeding der Champs-Elysées na de point rond



Perspective de la Rue de Rivoli.

wist de ontwerper gebruik te maken door 't traceeren van reeds genoemde Avenue Gabriel, die gaandeweg de taak der Champs-Elysées als verbindingsweg overneemt om bij de Place de la Concorde zich voortzettende in Rue de Rivoli het volle verkeer in de richting Vincenne op te nemen. De Rue de Rivoli, overgaande in de Rue St.-Antoine, brengt u naar de Place de la Bastille en verder door de Rue du Faubourg St.-Antoine komt ge op de Place de la Nation, dat om zoo te zeggen de „tegenpool" is van de Place de l'Etoile. Het is weer een verzamelpunt van groote ringstraten (boulevards) en avenues, die in wijde bogen om het centrum heen loopen en zooveel mogelijk het verkeer er van afleiden. In dat opzicht komen met Nation en Etoile overeen de Place de la Bastille en de Place de la Concorde, waar de andere binnenste boulevards op uitkomen. Daartusschen, waar ongeveer die lange as raakt aan de Seinebocht, is het „Square St. Jacques" met den fraaien toren in Gotisch-flamboyanten stijl, die eertijds behoorde tot de kerk St.-Jacques-la-Boucherie, thans dienst doende als meteriologisch Observatorium. Daar is het kruispunt van de twee assen, waarop het geheele stratennet als 't ware is ontworpen, het systematische centrum. De Rue de Rivoli wordt hier loodrecht gesneden in de richting Mont-rouge—Gare de l'Est door de Avenue de d'Orléans, Rue Denfert—Rochereau, de bds. St. Michel, du Palais, Sébastopol en Strasbourg. Maar het enorme verkeer van de Gare de l'Est en de er dicht bij gelegen Gare du Nord, benevens dat van de Abattoirs (in 't N.-O. dadelijk achter de fortifications gelegen) naar het centrum, waar zich niet ver van de bd. Sébastopol de Halles Centrales bevinden, of verder zuidwaarts naar de rive Gauche, al dat verkeer zou niet verzwolgen kunnen worden door één hoofdstraat. De boulevard de Strasbourg is dan ook eigenlijk eene avenue, aanloopende op de Gare de l' Est; zijn logische bestemming is slechts het verkeer daarvan op te nemen. Rechts en links zijn evenwijdig hoofdstraten getraceerd: aan de zijde van de Halles Centrales de Rues St.-Dénis, du Faubourg St.-Denis, de Gare de l'Est voorbijloopend, zich vervolgend tot de poorten als Rue de la Chapelle; aan de andere zijde vanaf den quartier latin de boulevard begeleidende de Rues St.-Jaques, de la Cité, St.-Martin, du Faubourg-St. Martin, langzamerhand het verkeer overgevende aan tal van zijstraten, maar als Rue de Flandre doorloopende tot de abattoirs.

Behalve voor 't enorme verkeer van groot belang, geven de breede boulevards en avenues opvallend mooie stadsgezichten. Zoo zijn er verscheidene punten, waar men getroffen wordt door den zorg, besteed aan den aanleg van vele stadsgedeelten, waardoor de aesthetische waarde der gebouwen belangrijk stijgt. Zoo ligt het Panthéon aan het eind van de wat oploopende rue Soufflot, genoemd naar den ontwerper van dit indrukwekkende kerkgebouw. De straat is breed en niet lang en biedt van af de bd. St.-Michel een' ruimen doorkijk. De gebouwen zijn eenvoudig en vragen geen aandacht door storende bijzonderheden, zoodat de blik rustig gevestigd kan blijven op het hoofdpunt. Beschouwen we hiertegenover eens hoe men zich moet uitrekken en verdringen op gevaar af overreden te worden om bijvoorbeeld in Londen de met 't Panthéon zoo vergelijkbare St. Pauls Cathedral te bezichtigen. En we vinden datzelfde overal weer; zooals 't Palais du Sénat in rechte lijn ligt tegenover de Observatoire, de Chambre des députées tegenover de Madeleine, de Ecole Militaire tegenover 't Trocadéro. Maar dat laatste voorbeeld wil ik niet noemen zonder de opmerking, dat de reusachtige Eiffeltoren daartusschen wel wat uit den schaal valt en zoowel van Trocadéro als Ecole Militaire het monumentale grootendeels te niet doet. Die geweldige ijzerconstructie, die zich 300 M. hoog verheft, vraagt alle aandacht. Evenwel vinden we in die buurt een ander punt, dat bewondering afdwingt: het kruispunt van de Avenue de Saxe en de Avenue de Breteuil, in welks as de Dôme des Invalides met hoogen koepel zich aan 't einde verheft, links de Av. de Saxe afziende, rijst boven de Ecole Militaire uit de Eiffeltoren, nu op dien afstand beter van hoogte. Echter ook hier eene opmerking: waarom tusschen de boomenrijen een breed gazon gelegd en niet in 't midden een wandelpad. Nu blijft, langs een' der wegen aan weerszijden loopende, de Dôme bijna volkomen verborgen achter de boomen en valt van de prachtige avenue slechts de volle waarde te genieten op enkele onderbrekingen van 't gazon.

*(Wordt vervolgd.)*

# Over de middelbare fout eener dubbelwaterpassing,

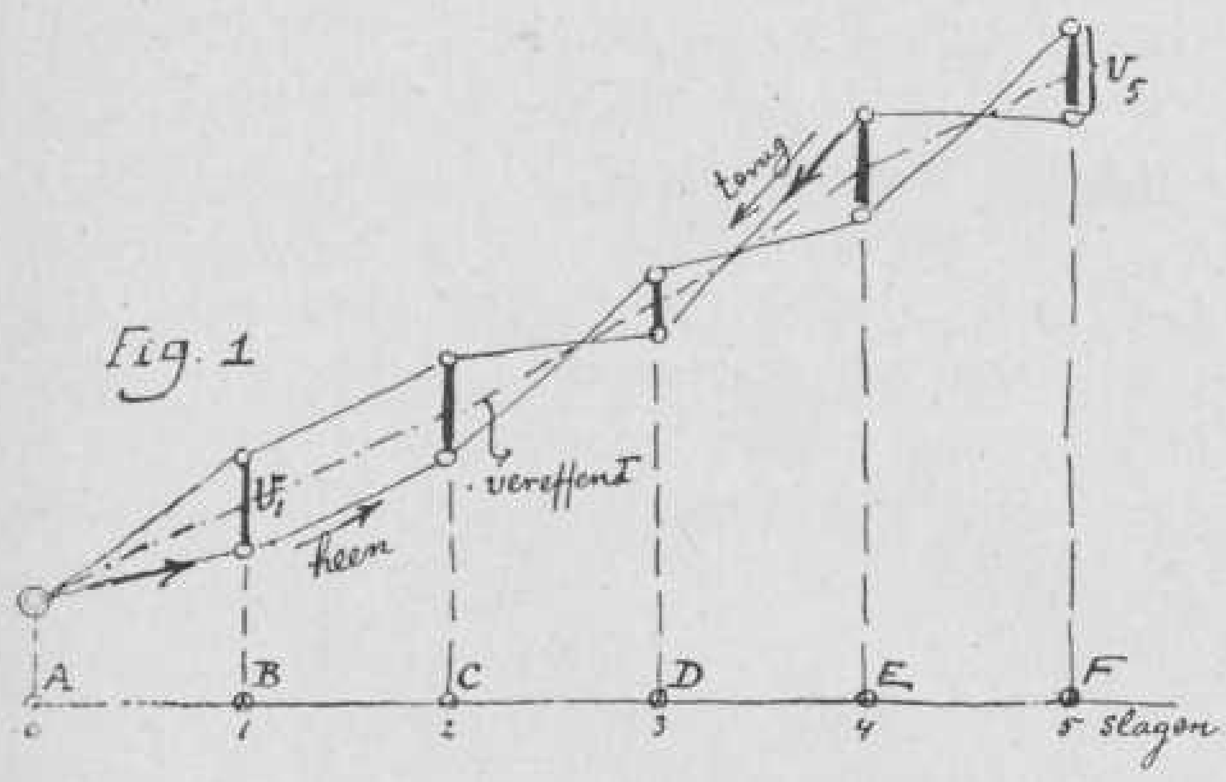
door H. J. Oosterbeek Jr.

Een waterpassing in heen- en teruggang van eenzelfde tracé vormt een dubbelwaterpassing.

Er wordt eenvoudigheidshalve aangenomen, dat alle slagen evengroot zijn en onderling door vaste piketten gescheiden. Tevens wordt ondersteld dat men alle denkbare voorzorgen heeft genomen, teneinde het maken van fouten zooveel mogelijk te ontgaan. En dat men, in verband hiermede, de aflezingen op de baken zoo noodig heeft gecorrigeerd.

In beginsel beschouwt men een dubbelwaterpasssing als een die tweemaal in heengang werd verricht.

De twee lengteprofillen, zooals die bij den heengang en den teruggang werden gevonden, worden beiden (fig. 1) aangelegd in het uitgangspunt *A*.




Er zal dan in het algemeen bij elk piket *Q* een verschil $v$ optreden.

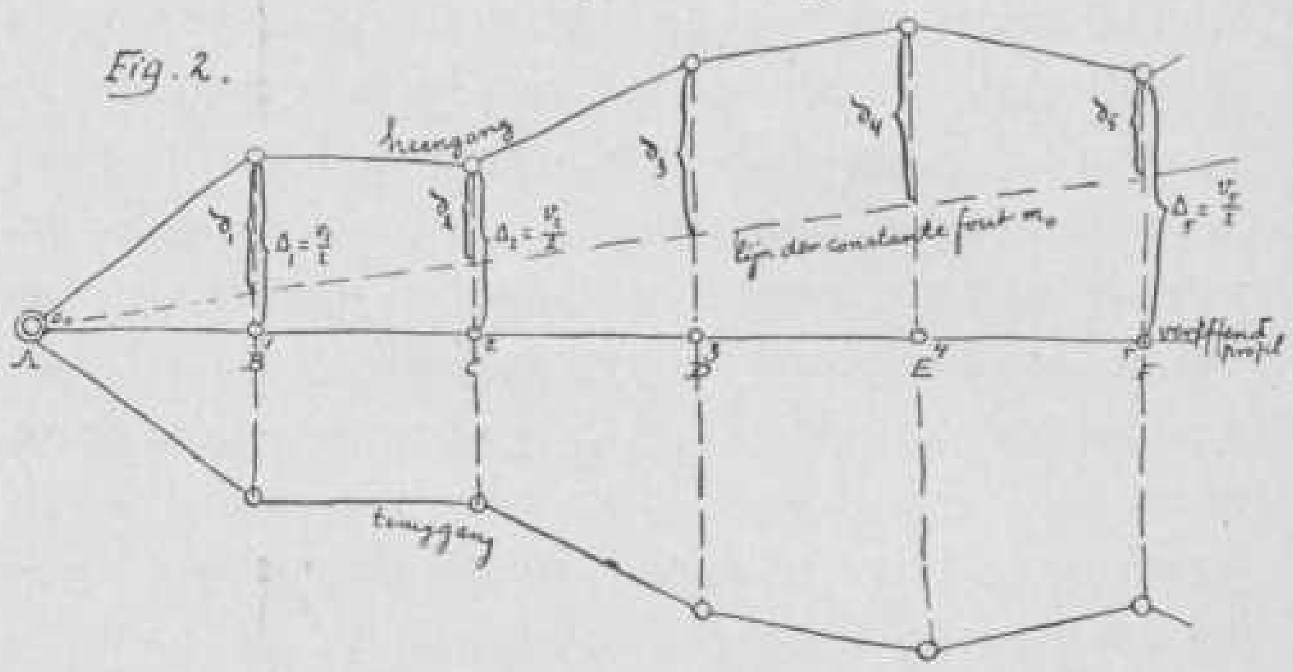
Deze verschillen ontstaan door oorzaken welke men niet kent. Men kan evenwel trachten een onderzoek in te stellen naar het karakter dier oorzaken, hetzij met het doel ze weg te nemen, hetzij met het oog op de beoordeeling der gevolgde werkwijze, de daarbij toegepaste hulpmiddelen en het daarbij opgetreden personeel.

Aangezien men moet aannemen — zoolang verdere contrôle-metingen achterwege zijn gebleven — dat beide profillen even juist zijn, zal men het meest waarschijnlijke lengte-profil verkrijgen door de verschillen $v$ te halveeren.

Door een waterpassing worden slechts relatieve hoogten bepaald; d.w.z. men vindt alleen het verschil in hoogteligging van een willekeurig piket ten opzichte van een ander willekeurig piket.

Denken we ons — teneinde een overzichtelijke figuur te verkrijgen — het vereffende profil uitgezet als een horizontale abscissenas. En teekenen we twee gebroken lijnen, welker hoekpunten $\pm \frac{v}{2}$ tot ordinaten hebben. Dan kan deze figuur dienen als grondslag omtrent gissingen aangaande het karakter der foutenbronnen.

Men zou b.v. kunnen vermoeden dat er systematische fouten gemaakt zijn. En een dergelijk vermoeden zal min of meer gegrond schijnen naarmate de twee profillen, gerekend vanaf het snijpunt *A*, min of meer divergeeren (fig. 2).




Doch zekerheid hieromtrent heeft men nimmer. Want door een bijzonder samentreffen van z.g. toevallige fouten is een dergelijke divergentie óók te verklaren.

De praktijk, welke men heeft opgedaan bij nauwkeurigheidswaterpassingen over buitengewoon lange tracés, schijnt er op te wijzen, dat meestal een deel van de verschillen $v$ toegeschreven moet worden aan systematische fouten.

Men kan, als men eenmaal het bestaan van zulke fouten heeft erkend, gissingen maken omtrent het verloop ervan. Doch met het oog op het doel dat men wil bereiken, bestaat de eenige bruikbare gissing in de aanname dat de systematische fout constant is geweest en gedurende de geheele dubbelwaterpassing dezelfde is gebleven.

Noemen we de constante fout per enkele slag $m_0$ en de middelbare waarde der toevallige fout per enkele slag $\pm m$.

Duiden we de ordinaten $\pm \frac{v}{2}$ kortheidshalve aan met $\Delta$ (fig. 2).

Als tusschen het aanvangspunt *A* en een willekeurig piket *Q* het aantal enkele slagen $q$ bedraagt, zal $\delta = (\Delta - q\, m_0)$ de toevallige schijnbare fout zijn in de ligging van $Q$, zooals deze bij het uitvoeren eener enkelvoudige waterpassing over het tracé $AQ$ is gemaakt.

Want al is ook uit het vereffende profil de invloed van $m_0$ verdwenen, toch is dit profil niet het absoluut juiste. En zijn dus de overblijvende fouten $\delta$ niet de ware, doch slechts de schijnbare fouten.

En ze zullen bovendien destemeer van de ware fouten verschillen, naarmate men voor $m_0$ een waarde heeft aangenomen die meer afwijkt van de juiste constante fout $m_0$. Aannemende dat deze bestaan heeft.

Het is duidelijk dat de nauwkeurigheid der waterpassing geheel onafhankelijk zou zijn van $m_0$, zoodra deze met juistheid bekend was. En dat zij dan alleen gekarakteriseerd kon worden door de middelbare toevallige fout $m$, welke berekend moet worden uit de waarden $\delta$. Terwijl deze weer afhangen van de waarde welke $m_0$ heeft of van die welke men ervoor aanneemt of berekent.

Wij zullen nog aantoonen dat, als het enkeltracé uit $(n-1)$ gelijke slagen bestaat, — d.w.z. wanneer er met inbegrip der eindpunten totaal $n$ piketten zijn — de waarde van $m^2$ bepaald is door:

$$m^2 = \frac{12}{(n-1)\,n\,(n+1)} \left\{ n\,[\delta\delta] - [\delta]\,[\delta] \right\} \qquad \text{I)}$$

We zien dus dat $m^2$ een functie wordt van de constante fout $m_0$ die men in het algemeen niet kent.

Doch nu zou men $m_0$ zóó kunnen bepalen dat $m^2$ een minimum werd.

Dat dit ook volgens een andere opvatting de meest rationeele handelwijze is, zal verderop nog worden aangetoond.

We stellen dus $\frac{d\,(m^2)}{d\,m_0} = 0$. En vinden zeer eenvoudig:

$$m_0 = \frac{[q]\,[\Delta] - n\,[q\,\Delta]}{[q]\,[q] - n\,[qq]} = \text{constante fout per enkele slag.} \qquad \text{II)}$$

Deze formule geldt als het enkeltracé bestaat uit $(n-1)$ gelijke slagen.

Dan zal tevens:

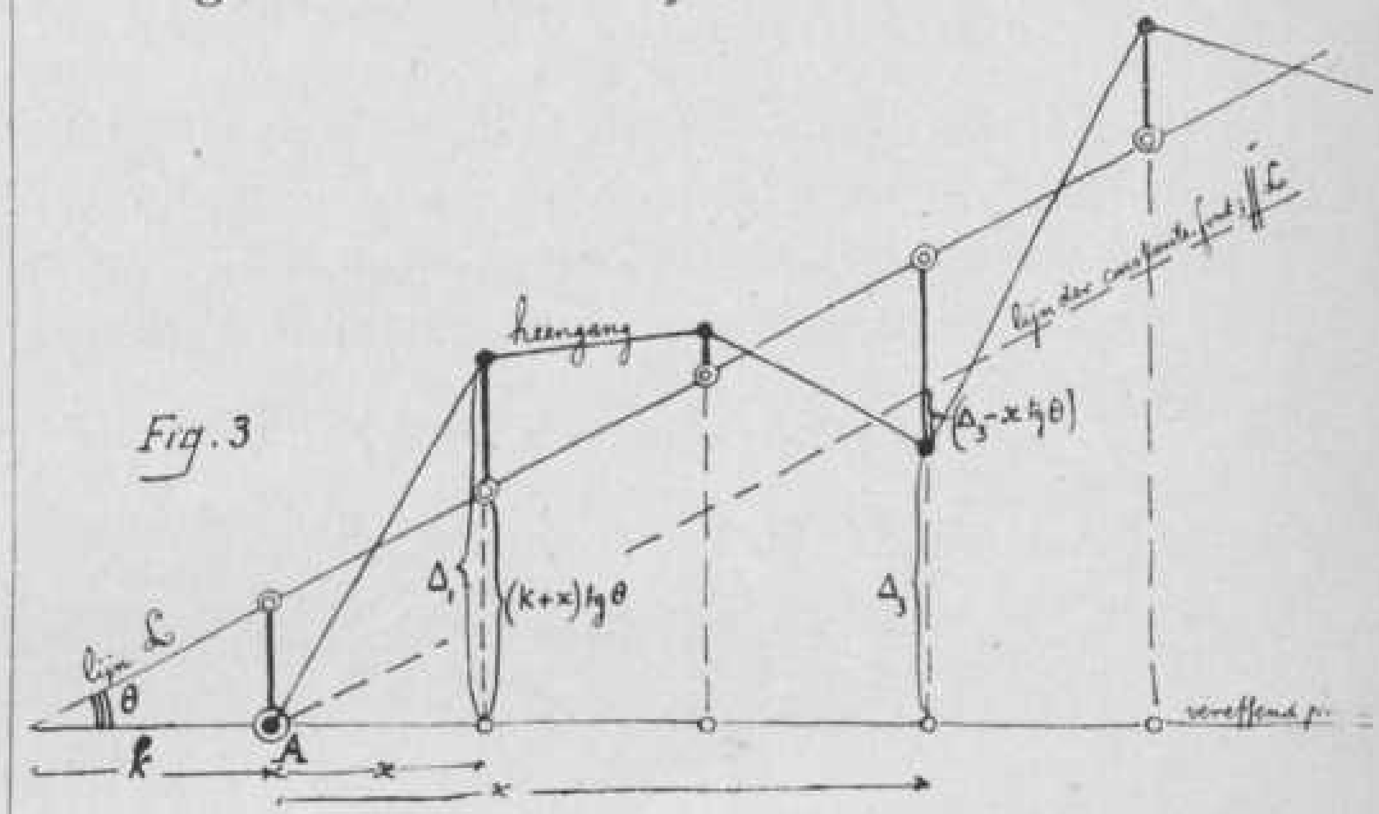
$$\left.\begin{aligned} [q] &= \frac{n\,(n-1)}{2} \\ [qq] &= \frac{(n-1)\,n\,(2n-1)}{6} \\ [\delta\,\delta] &= [\Delta\,\Delta] - 2\,m_0\,[q\,\Delta] + m_0^2\,[qq] \\ [\delta] &= [\Delta] - m_0\,[q]. \end{aligned}\right\} \quad \text{III.}$$

Met behulp van deze formules heeft men dus practisch vrijwel niets anders te doen dan te berekenen $[\Delta]$; $[\Delta\,\Delta]$; en $[q\,\Delta]$.

Ook langs een geheel anderen weg kan men komen tot een waarde voor $m_0$.

Door uit te gaan van de veronderstelling dat $m_0$ bepaald is door de „algemeene richting" der gebroken lijn.

Hierbij is te bedenken dat we van die lijn alleen de hoekpunten hebben waargenomen; en is er op te letten volgens welke richting die waarnemingen fout kunnen zijn.




We zoeken een lijn $L$ (zie fig. 3), die bepaald zal zijn door $k$ en $tg\,\theta$. We weten dat de algemeene richtingen van een stelsel punten dat zich in de ruimte uitbreidt, gegeven worden door de drie centrale hoofdassen van traagheid van dat stelsel. Zoodat het voor de hand ligt, dat men voor $L$ zou willen kiezen een centrale hoofdas van traagheid van de hoekpunten van de gebroken lijn.

Bij het bepalen van een traagheidsmoment ten opzichte van een lijn, moeten de afstanden der punten gemeten worden loodrecht op die lijn. Dus zou, als $x$ de afstand voorstelt van een piket tot aan het beginpunt $A$:

$$U_1 = \left[ \left\{ \left(\Delta - (k+x)\,tg\,\theta\right) \cos\theta \right\}^2 \right]$$

tot minimum gemaakt moeten worden door $\frac{\partial\,U_1}{\partial\,\theta} = 0$ en $\frac{\partial\,U_1}{\partial\,k} = 0$ te stellen. Na $k$ geëlimineerd te hebben, ware dan $tg\,\theta$ op te lossen.

Behalve de langwijligheid zou een dergelijke oplossing nog het bezwaar hebben dat ze onjuist was.

Immers de door ons geschetste figuur is slechts figuratief. We hadden b.v. het vereffende profil evengoed door een cirkel kunnen voorstellen als door de waterpasse abscissenas. We moeten blijven bedenken dat, als er over afwijkingen of verschillen gesproken wordt, deze loodrecht op de abscissenas gemeten moeten worden.

We moeten ons dus voorstellen dat we van de lijn $L$ de met een dubbel cirkeltje omgeven punten hebben willen waarnemen, dat we daarbij in zijdelingsche — waterpasse — richting geen fout gemaakt kunnen hebben, doch alleen in verticale richting. En dat we nu de twee onbekenden $k$ en $tg\,\theta$ van de lijn $L$ bepalen door de twee voorwaarden dat:

1e: de som der verticale verschillen nul moet worden.

2e: de som der kwadraten dier verschillen minimum moet worden.

We weten dat de 2e voorwaarde de 1e reeds insluit. En dus zoeken we het minimum van:

$$U = [\{\Delta - (k + x)\, tg\,\theta\}^2].$$

We vinden dan zeer eenvoudig:

$$\left.\begin{aligned} tg\,\theta &= \frac{[x][\Delta] - n\,[x\Delta]}{[x][x] - n\,[x\,x]} \\ k &= \frac{[x][x\Delta] - [x\,x][\Delta]}{[x][\Delta] - n\,[x\Delta]} \end{aligned}\right\}\ \text{IV.}$$

Hierin zijn $x$ en $\Delta$ in dezelfde lengte-eenheid uitgedrukt. Letten we hierop, dan zien we dat de eerste van IV precies dezelfde vergelijking is als II; wat trouwens zeer begrijpelijk is.

Als het aantal hoekpunten oneindig groot was, zouden $\frac{\partial U}{\partial\, tg\,\theta}$ en $\frac{\partial U}{\partial k}$ zeker nul zijn. We hebben ze nu nul gesteld, dus aangenomen dat de afwijkingen ook nu nog zuiver de exponentiëele wet volgden. Als onderdeel van die denkbeeldige oneindig lange gebroken lijn, bezit de eindige gebroken lijn volgens deze aanname dezelfde eigenschappen als het geheel.

Het beginpunt ervan ligt in het oneindige en daarmede is tevens verklaard, dat van het toekennen van verschillende gewichten aan de hoekpunten, op grond van verschillende afstanden tot het beginpunt, geen sprake kan zijn.

De zaak komt dus hierop neer, dat we $tg\,\theta$ zóó kiezen dat, na aftrek van de constante fout $x\,tg\,\theta$, de hoekpunten van den veelhoek welks ordinaten $(\Delta - x\,tg\,\theta)$ zijn, een stelsel vormen welks hoofdas van traagheid evenwijdig is aan de horizontale abscissenas.

Met deze handelwijze gaat gepaard het toeschrijven van een maximum van nauwkeurigheid aan de bij het waterpassen gevolgde werkwijze.

Alleen als $k$ toevallig nul was, zou de abscissenas zelf hoofdtraagheidsas kunnen worden.

Wanneer tusschen 2 piketten $P$ en $Q$ het aantal slagen $q$ bedraagt, leert de theorie omtrent de voortplanting van fouten dat de middelbare waarde $M$ der fout in het, volgens een enkele waterpassing verkregen, hoogteverschil tusschen $P$ en $Q$ bepaald is door:

$$M^2 = (q\,m_0)^2 + q\,m^2.$$

Zoodra men, volgens bovenstaande onderstellingen, de waarde van $m_0$, en daarna ook die van $m$, heeft bepaald, zou het geen zin hebben in dezen vorm van de formule voor $M^2$ gebruik te willen maken. Dit zullen we toelichten.

Uit het vereffende profil is de invloed van $m_0$ geheel verdwenen, als $m_0$ werkelijk constant is geweest tijdens de dubbelwaterpassing. Neemt men dit aan en neemt men bovendien aan dat $m_0$ met behulp van formule IV werkelijk juist bepaald is, dan heeft men voortaan alleen nog maar te maken met $m$.

Men kan dan beweren, als tusschen het beginpunt $A$ en het eindpunt $Z$ van het tracé $(n - 1)$ gelijke slagen liggen, dat de middelbare toevallige fout in de ligging van het eindpunt $Z$ der gebroken lijn, ten opzichte van het als vast vergelijkingspunt gekozen beginpunt $A$, bepaald zal zijn door $M_z$:

$$(M_z)^2 = (n - 1)\, m^2.$$

Het gewicht dat toekomt aan het volgens een enkele waterpassing gevonden eindpunt Z, zal omgekeerd evenredig met $(M_z)^2$ zijn.

En het eindpunt $Z$ van het vereffende profil zal, omdat het gevonden is uit de twee eindpunten $Z$ — van heengang en teruggang — een tweemaal grooter gewicht bezitten.

Zoodat we kunnen zeggen:

$$(M_{z\ \text{vereffend}})^2 = \frac{1}{2}\,(n - 1)\,(m_{\text{enkele slag}})^2.$$

Wij komen op deze kwestie nog terug in het laatste deel van dit artikel.

Maar $m_0$ is niet met juistheid bekend. Dus ook deze formule is niet geheel juist. Zij levert, omdat de keuze van $m_0$ geschiedde door het minimum maken van $m^2$, ongetwijfeld de kleinst mogelijke waarde voor $(M_{z\ \text{vereffend}})^2$, dus zij kent aan de waterpassingen, relatief gesproken, het maximum gewicht toe.

Omgekeerd, als we $tg\,\theta = 0$ kiezen, dus niets aannemen omtrent het bestaan eener constante fout $m_0$, zullen we voor $m^2$ een grootste waarde vinden.

Het schijnt ons toe dat men bij nauwkeurigheidswaterpassingen $m_0$ eerst moet afscheiden. Want alleen dan is het mogelijk inzicht te krijgen in de gebreken die de werkwijze of de instrumenten nog aankleven. En bovendien zou anders het vereffenen van vaste punten, die tot verschillende vereffende tracés behooren, weinig vertrouwen verdienen. Immers voor constante fouten is geen plaats in een rekenwijze die geheel berust op het begrip „toeval." En daarom is een uitdrukking als $M^2 = (q\,m_0)^2 + q\,m^2$ op zich zelf wel juist, doch ze is nergens te gebruiken zonder de beginselen geweld aan te doen.

Wij zullen nu formule I bewijzen.

We nemen aan dat we beschikken over twee lengteprofillen — heengang en teruggang — $A_1\,Z_1$ en $A_2\,Z_2$ van hetzelfde tracé.

En verder onderstellen we dat we niets te maken hebben met een constante fout.

We kunnen het profil $A_2\,Z_2$, verticaal verschuivend, op $A_1\,Z_1$ leggen, zoodat beurtelings samenvalling ontstaat van $A_2$ met $A_1$; $B_2$ met $B_1$; $C_2$ met $C_1$; enz.

Er zijn totaal $n$ punten $A_1\,B_1 \ldots Z_1$. Bijgevolg kunnen we $n$ verschillende standen bereiken.

Bij elk piket kunnen we dus $n$ verschillende waarden $v$ krijgen.

We nemen aan, dat als b.v. $C$ als samenvallingspunt is gekozen, en de dubbelweg $R_2\,C\,R_1$ omvat $2\,q$ slagen, dat dan het bij $R$ geconstateerde verschil $v_{rc}$ de middelbare waarde heeft.

We zetten dus:

$$(v_{rc}) = \pm\, m\sqrt{2q}\,.$$

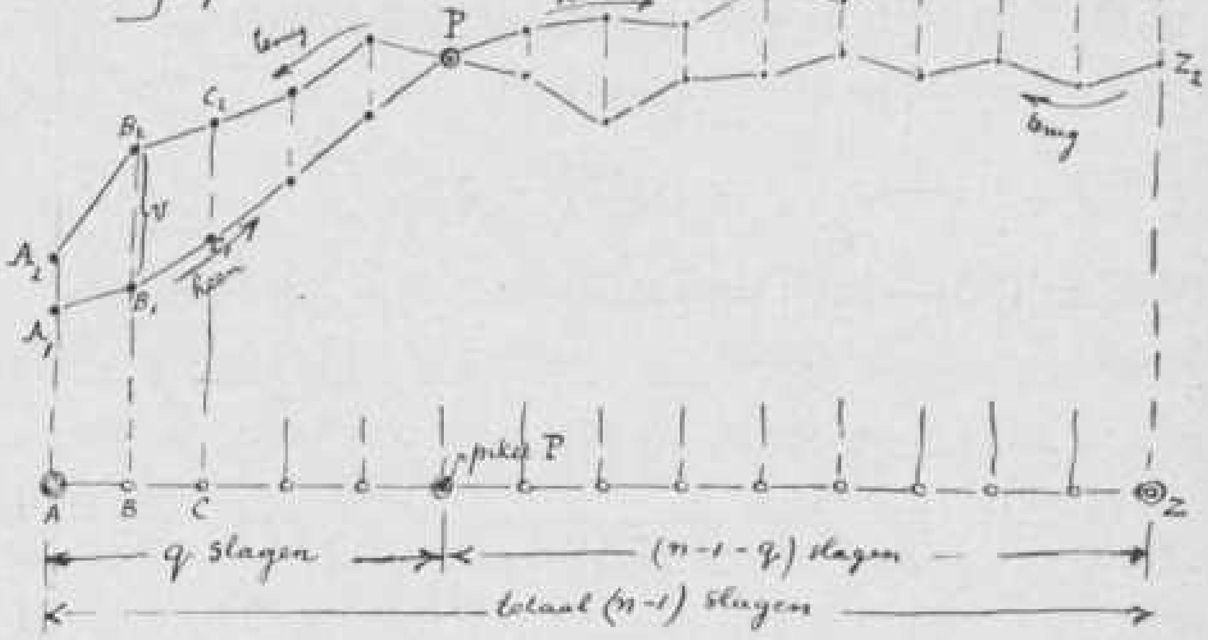
Laten we nu de twee profillen eens zóó plaatsen dat een piket $P$ dat $q$ enkele slagen van het beginpunt $A$ verwijderd ligt, als samenvallingspunt wordt gekozen. (fig. 4). Het totale enkeltracé is $(n-1)$ slagen lang, dus rechts van het samenvallingspunt $P$ liggen nog $(n-1-q)$ slagen.

We weten nu alle verschillen $v$ en hebben dus:

$$[v\,v]_P = 2\,m^2 \left\{ \begin{array}{c}\text{som van alle aantallen slagen van alle andere piketten}\\ \text{van het enkeltracé tot aan het piket } P.\end{array} \right\}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{Links van } P \text{ is de som } (1+q)\,\dfrac{q}{2}\,.\\[2ex] \text{Rechts van } P \text{ is de som } (1+n-1-q)\,\dfrac{(n-1-q)}{2}\end{array}\right\}\text{Optellen.}$$

Fig. 4




$$[v\,v]_P = m^2 \{ n\,(n-1) - 2\,(n-1)\,q + 2\,q^2 \} \qquad 1)$$

We moeten nu nemen de som van al de uitdrukkingen van den vorm $[v\,v]$, welke ontstaan door $q$ te laten aangroeien van $q = 0$ tot $q = (n-1)$, waarbij $q$ telkens met de positieve eenheid opklimt.

$$\left.\begin{array}{l}
[v\,v]_A = m^2 \{ n\,(n-1) - 2\,(n-1)\,.\,0 + 2\,.\,0^2 \}\\
[v\,v]_B = m^2 \{ n\,(n-1) - 2\,(n-1)\,.\,1 + 2\,.\,1^2 \}\\
[v\,v]_C = m^2 \{ n\,(n-1) - 2\,(n-1)\,.\,2 + 2\,.\,2^2 \}\\
\text{— — — — — — — — — —}\\
[v\,v]_Z = m^2 \{ n\,(n-1) - 2\,(n-1)\,(n-1) + 2\,.\,(n-1)^2 \}\\
\hline
\Big[[v\,v]\Big] = m^2 \left\{ n^2\,(n-1) - (n-1)^2\,n + \dfrac{(n-1)\,n\,(2\,n-1)}{3} \right\}
\end{array}\right\}\text{opgeteld.}$$

Bij deze optelling werd gebruik gemaakt van de bekende uitdrukking:

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots\, n^2 = \frac{n\,(n+1)\,(2\,n+1)}{6}\,.$$

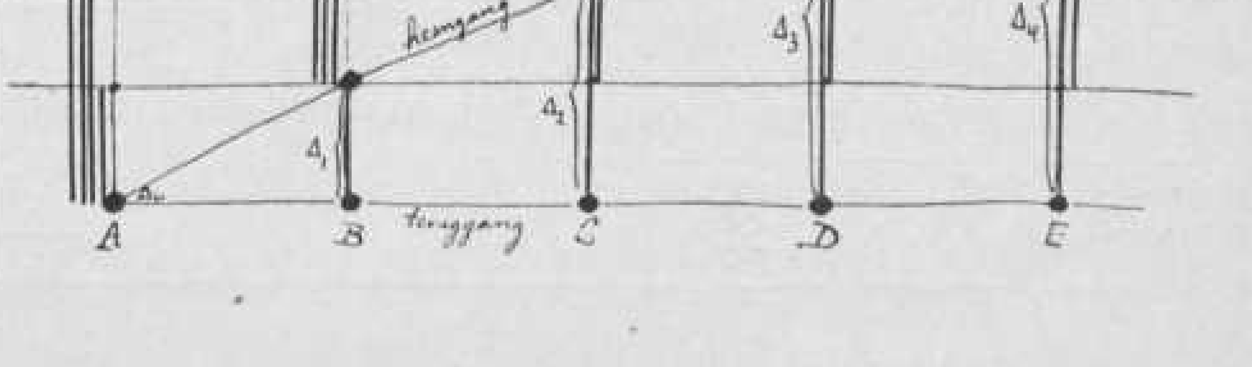
We beschikken dus reeds over de vergelijking:

$$\Big[[v\,v]\Big] = \frac{2}{3}\,(n-1)\,n\,(n+1)\,.\,m^2. \qquad 2)$$

De berekening van $[[v\,v]]$ is gemakkelijk als we uitgaan van fig. 5, waar de teruggang als horizontale lijn is uitgezet en de heengang als een gebroken lijn met ordinaten $\Delta_0$, $\Delta_1$, $\Delta_2$. enz.

We trekken door alle hoekpunten horizontale lijnen en hebben dan in één figuur de $n$ onderlinge

Fig. 5.



standen der twee profillen verwezenlijkt. De verschillen $v$ zijn door dikke lijntjes aangeduid.

$$[vv]_A = [\Delta\Delta] \qquad = [\Delta\Delta]$$

$$[vv]_B = [(\Delta - \Delta_1)^2] = [\Delta\Delta] - 2\,\Delta_1\,[\Delta] + n\,\Delta_1^{\,2}$$

$$[vv]_C = [(\Delta - \Delta_2)^2] = [\Delta\Delta] - 2\,\Delta_2\,[\Delta] + n\,\Delta_2^{\,2}$$

— — — — — — — — — —

$$[vv]_Z = [(\Delta - \Delta_{n-1})^2] = [\Delta\Delta] - 2\,\Delta_{n-1}\,[\Delta] + n\,\Delta^2_{n-1}$$

$$\overline{\phantom{xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx}}\ \text{op}$$

$$\big[[vv]\big] = 2\,n\,[\Delta\Delta] - 2\,[\Delta]\,[\Delta]$$

De waarden $\Delta$, die in deze uitdrukking staan, zijn tweemaal zoo groot als de waarden $\Delta$, zooals wij die vroeger bedoelden als ordinaten van het profil in heengang t/o van het vereffende profil als abscissenas.

We zullen deze laatsten weer invoeren en schrijven:

$$\big[[vv]\big] = 8\,\{n\,[\Delta\Delta] - [\Delta]\,[\Delta]\}.$$

Waardoor 2) overgaat in: I′

$$m^2 = \frac{12}{(n-1)\,n\,(n+1)}\,\{n\,[\Delta\Delta] - [\Delta]\,[\Delta]\},$$

wat te bewijzen was.

Men moet dus òf I′ dadelijk toepassen òf I, II en III. Zie onderstaand voorbeeld (fig. 6).

Wanneer we in dit voorbeeld een constante fout $m_0 = 1$ invoeren, dus de waarden $\Delta$ respectievelijk vermeerderen met 1, 2, 3, enz. vinden we, met behulp van I, II en III ook nu nog $\underline{m^2 = 11{,}217}$. Doch formule I′ levert dan $\underline{m^2 = 22{,}418}$. En de eenvoudige methode geeft $\underline{m^2 = 75{,}00}$.

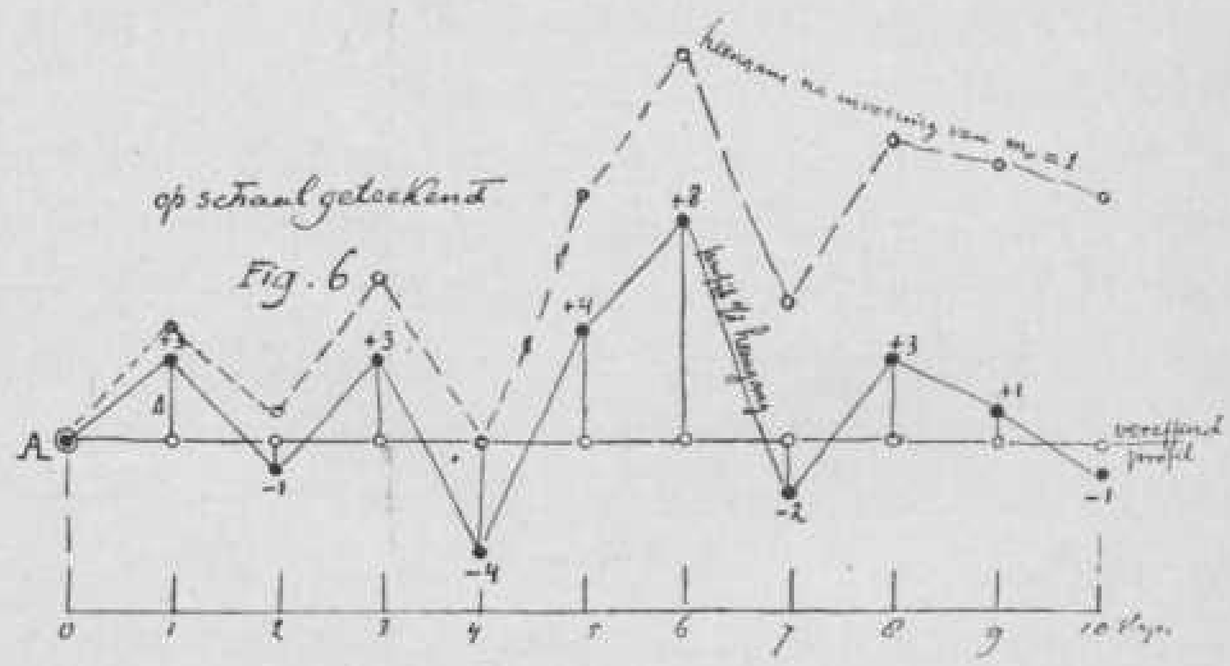
Het is duidelijk dat we slechts eenvoudigheidshalve de piketafstanden „slagen” noemden; doch het kunnen evengoed kilometers of elke andere lengte-eenheid zijn; mits men maar bedenkt dat $m^2$ en $m_0$ op de lengte-eenheid betrekking hebben. De eenvoudige methode, hierboven bedoeld, is die welke men overal aantreft. Ze berust op de gedachte dat men slag voor slag met elkaar moet vergelijken. De waarden $\Delta'$ zijn dan ook bepaald door te nemen $\Delta'_1 = \Delta_0 - \Delta_1$; $\Delta'_2 = \Delta_1 - \Delta_2$, enz. En op grond van de wet omtrent de voortplanting van fouten, zal dan:

$$(2\,\Delta')^2 = m^2 + m^2.$$

Men neemt nu eenvoudig het rekenkundig gemiddelde aan en schrijft:

$$m^2 = \frac{2\,[\Delta'\,\Delta']}{(n-1)}.$$

Het is duidelijk dat dit geen rationeele handelwijze is. Men moet o. i. het beginsel zoo dikwijls mogelijk toepassen; en zoo komt men dan tot de formule I′.




| $n = 11$ = aantal piketten. | | | | Berekening. | Berekening volgens de eenvoudige methode. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta$ | $\Delta\Delta$ | $q$ | $q\Delta$ | volgens III $[qq] = 385$ | $\Delta'$ | $\Delta'\Delta'$ | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | „ III $q = \frac{n(n-1)}{2}$ | | | |
| + 3 | 9 | 1 | + 3 | | — 3 | 9 | |
| — 1 | 1 | 2 | — 2 | | + 4 | 16 | |
| + 3 | 9 | 3 | + 9 | „ II $m_0 = \frac{1}{110}$ | — 4 | 16 | volgens de formule: |
| — 4 | 16 | 4 | — 16 | | + 7 | 49 | |
| + 4 | 16 | 5 | + 20 | „ III $n\,[\delta\,\delta] = 1416{,}15$ | — 8 | 64 | $m^2 = \frac{2\,[\Delta'\,\Delta']}{(n-1)}$ |
| + 8 | 64 | 6 | + 48 | „ III $[\delta]\,[\delta] = 182{,}25$ | — 4 | 16 | |
| — 2 | 4 | 7 | — 14 | „ I $\underline{m^2 = 11{,}217}$ | + 10 | 100 | |
| + 3 | 9 | 8 | + 24 | | — 5 | 25 | $m^2 = 60{,}6.$ |
| + 1 | 1 | 9 | + 9 | | + 2 | 4 | |
| — 1 | 1 | 10 | — 10 | als $m_0 = 0$ wordt gesteld: | + 2 | 4. | |
| + 14 | 130 | 55 | 71 | volgens I′ $\underline{m^2 = 11{,}218}$ | | 303 | |

Dit feit kan bv. sterk belicht worden als men aanneemt dat de twee verkregen lengte-profillen bestaan uit een paar divergeerende rechte lijnen. De theorie, waarbij $m_0$ eerst afgescheiden wordt, geeft dan $m^2 = o$ en $m_0 = m_0$; de toepassing van I' geeft $m = \pm m_0 \sqrt{n}$; de toepassing der eenvoudige theorie geeft $m = \pm m_0 \sqrt{2}$.

De bepaling van $m^2$ dient hoofdzakelijk om de vereffende hoogten $H_1$ $H_2$ enz. die zijn gevonden voor eenzelfde piket, dat tot verschillende vereffende tracés behoort, onderling te vereffenen; dus voor de gewichtsbepaling dier hoogten.

Het is daarvoor noodig dat we de afwijkingen van $H_1$ en $H_2$ ten opzichte van de ware hoogte $H$ zoo zuiver mogelijk berekenen. Maar verder dan de middelbare waarden dier afwijkingen kunnen we met een berekening nooit komen. Welnu, wij hebben, bij de afleiding van I', aangenomen dat de afwijkingen ($2\Delta$) telkens de middelbare waarden hadden. En dat de wet omtrent de voortplanting van fouten toegepast mocht worden. Omgekeerd te werk gaande, hebben we dus een middelbare fout $\pm m$ gevonden die de eigenschap bezit dat, als men aanneemt dat per enkele slag steeds diezelfde fout $\pm m$ gemaakt wordt, een berekening, volgens de formule $\Delta_b = \pm m \sqrt{q}$, ons waarden $\Delta_b$ zal geven die zoo goed mogelijk met de ons bekende waarden $\Delta$ overeenstemmen. En zoo zal alleen deze methode vertrouwen verdienen. Want de eenvoudige methode leert ons wel op den langen duur kennen de middelbare fout per slag, doch ziet over het hoofd dat de ware fouten geenszins de middelbare waarden hebben, zooals deze vervolgens uit de wet van voortplanting zouden volgen. Alleen als men op de volgens I' berekende $\pm m$ steunt, is die wet zoo goed mogelijk gevolgd. Dus de $\pm m$ uit I' — eventueel uit I II III — is een soort fictieve middelbare fout per enkelslag.

Om een geheele waterpassing te karakteriseeren moet $m^2$ berekend worden uit het geheele dubbeltracé. Om later een tusschenpiket te vereffenen, d. w. z. om er een gewicht aan toe te kennen, moeten $m^2$ en $m_0$ berekend worden uit het dubbeltracé tusschen het vaste beginpunt en dat bewuste punt.

Streng genomen zou men ook nog de middelb. fout $f$ in ($m^2$) zèlf moeten berekenen, volgens de formule:

$$f^2 = \frac{[pp] - \dfrac{[p]^2}{(n-1)}}{(n-1)\ (n-2)},$$

waarin $n$ = aantal piketten v.h enkeltracé;

$p$ = één der waarden voor $m^2$; bijvoorbeeld in de eenvoudige theorie:

$p_1 = (2\ \Delta_1'\ \Delta_1')$,

$p_2 = (2\ \Delta_2'\ \Delta_2')$, enz.

En zou dan het gewicht $G$ van een hoogte $H$, voor een piket van het vereffende profiel dat $q$ enkele slagen van het beginpunt verwijderd ligt, bepaald zijn door:

$$G = \frac{2}{q\left(m^2 + \dfrac{f^2}{2\,m^2}\right)}.$$

Practisch zal men $\frac{f^2}{2\,m^2}$ ten opzichte van $m^2$ kunnen verwaarloozen.

Men zou kunnen meenen dat het beter ware geweest als we de geconstateerde waarden ($2\Delta$) niet beschouwd hadden als middelbare fouten, doch als waarschijnlijke fouten.

Merken we echter op dat de waarschijnlijke fout $w$ nagenoeg $\frac{2}{3}$ van de middelbare fout $m$ is, dan zouden we dadelijk kunnen zeggen dat $m$ vervangen moest worden door $\frac{2}{3}$ $m$; dus dat de door ons berekende waarden voor $m^2$ allen $\frac{9}{4}$ maal te klein zijn. Doch deze factor is voor alle tracés dezelfde, dus bij de gewichtsbepaling kan hij toch geen rol spelen; zoodat het eenvoudiger is maar niet over de waarschijnlijke fout te spreken.

Samenvattend meenen wij het volgende te mogen beweren:

1e: De gebruikelijke methode om $m^2$ te berekenen is wel eenvoudig, doch is niet in staat ons het verlangde inzicht te verschaffen; aan de gewichtsbepalingen op grond ervan moet men geen waarde hechten.

2e: Wanneer men aanneemt dat er geen systematische fouten gemaakt worden, moet de berekening eener fictieve middelbare waarde $m^2$ geschieden volgens formule I'; hierbij is, om de geheele waterpassing te karakteriseeren, gebruik te maken van het geheele dubbeltracé; doch om het gewicht van een pikethoogte $H$ te bepalen slechts van het dubbeltracé tusschen het vaste beginpunt en dat piket.

3e: Als men het bestaan van systematische fouten aanneemt, moet men aannemen dat die fout over de volle lengte van het dubbeltracé constant is geweest; de constante fout $m_0$ wordt berekend volgens formule II en III; daarna wordt

$m^2$ bepaald met behulp van I en III; de aldus bepaalde $m_0$ en $m^2$ karakteriseeren de geheele waterpassing; voor de gewichtsbepaling geldt hetzelfde als sub. 2, d. w. z. ook hier moeten $m_0$ en $m^2$ berekend worden alleen uit het dubbeltracé tusschen het vaste beginpunt en het bedoelde piket; bij de toekenning van een gewicht $G$ kan $m_0$ geen rol meer spelen, volgens de formule:

$$G = \frac{2}{q\left(qm^2_0 + m^2 + \frac{f^2}{2\,m^2}\right)}$$

waarin $f$ voorstelt de middelbare fout in $m^2$; aangezien, juist door de aanname van $m_0 =$ constant, de invloed van $m_0$ uit het vereffende profil geheel is verdwenen; dus in de formule voor $G$ moet de term die $m_0$ bevat, worden geschrapt.

4ᵉ: Het berekenen van $m^2$ volgens sub. 2 en $m_0$ en $m^2$ volgens sub. 3 is geheel ondubbelzinnig uit te voeren; eveneens de bepaling van $G$ voor een willekeurig piket; dit is niet het geval bij de methode die door Lallemand wordt aangegeven in het deel „Lever des plans" van de „Encyclopédie des travaux publics"; de rekenwijze van Lallemand mist alle feitelijke grondslagen en leidt tot uitkomsten die geen vertrouwen verdienen.

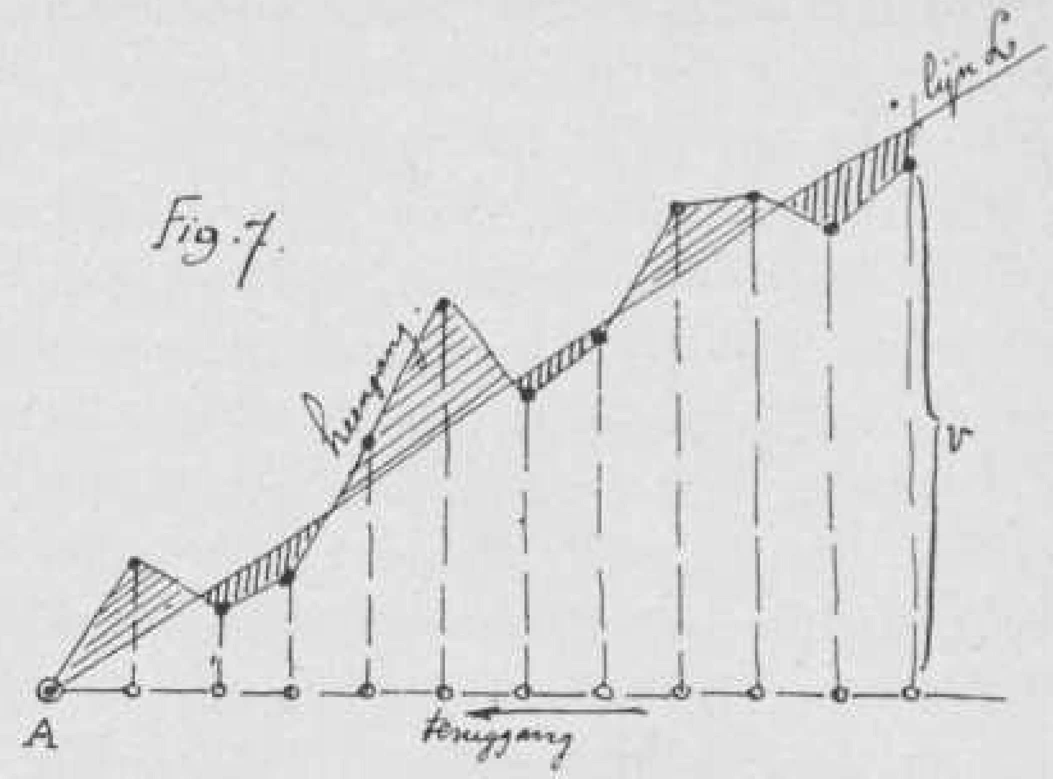
De bewering sub. 1 wordt toegelicht door fig. 6. Reeds op het eerste gezicht ziet men dat het gestippelde profil afkomstig moet zijn van een waterpassing die niet zoo veel vertrouwen verdient als die welke aan het getrokken profil toekomt. Niettegenstaande de eenvoudige theorie respectievelijk $m^2 = 75$ en $m^2 = 60{,}6$ aangeeft, dus gewichten die zich ongeveer verhouden als $\frac{1}{5}$ en $\frac{1}{4}$. Blijkbaar wordt hier het gewicht van het gestippelde profil, dat het vereffende profil zelfs nergens snijdt, sterk overschat.

Volgens formule I′ vinden we $m^2 = 22{,}418$ en $m^2 = 11{,}218$; dus ongeveer een gewichtsverhouding van $\frac{1}{2}$ en 1; hetgeen reeds plausibler schijnt.

En na afscheiding van $m_0$ vinden we voor de gecorrigeerde profillen gelijke middelbare fouten en dus gelijke gewichten.

De bewering sub. 4 kunnen we verdedigen door te vertellen op welke wijze Lallemand $m_0$ bepaalt.

Hij zet het profil van teruggang als waterpasse lijn uit en plaatst daarboven een gebroken lijn met ordinaten $v = 2\,\Delta$, bestaande uit de tegenstrijdigheden tusschen heengang en teruggang als beide profillen in het beginpunt worden aangelegd.




(Zie fig. 7). Vervolgens trekt hij op 't oog een lijn $L$, zóó dat de algebraïsche som der gearceerde oppervlakte nul wordt. En beweert nu dat die lijn de waarde van $m_0$ doet vinden; doch bewijzen doet hij het niet en hij zou dit o.i. ook niet kunnen.

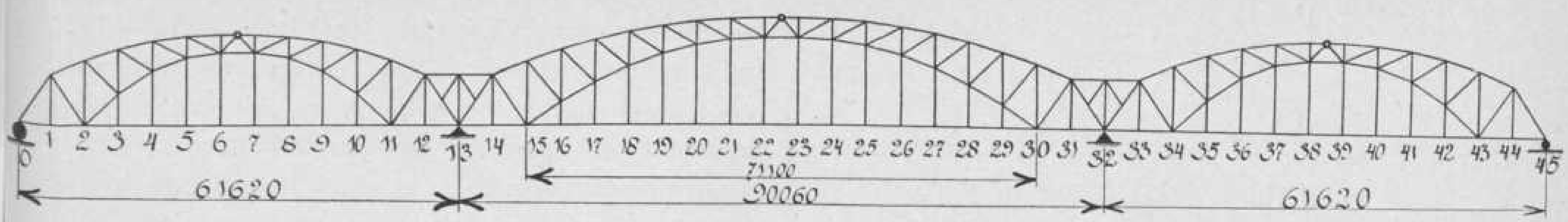
Bij een niet lang tracé zou de som der overblijvende verschillen nul moeten zijn; dit is trouwens zijn grondgedachte. Immers als we een ander piket als samenvallingspunt kiezen, vinden we volgens de methode van Lallemand telkens een andere waarde voor $m_0$. En alle piketten zijn toch gelijkwaardig in dit opzicht.

In fig. 6, bij het getrokken profil, zou Lallemand gevonden hebben $m_0 = \frac{7}{110}$, inplaats van $\frac{1}{110}$.

Een andere vreemdsoortige opmerking is de volgende. Hij beweert dat de helft van de door hem bepaalde $m_0$ voorstelt de „middelbare constatte fout per slag van het vereffende profil."

Een bekend Franschman moet eens gezegd hebben: „'t is niet duidelijk, *dus* is het geen Fransch." Doch het is zeer goed mogelijk dat Fransch onduidelijk klinkt En hier komt het o.a. door het woord „moyen", dat door Lallemand gebruikt wordt nu eens voor „gemiddeld", dan weer voor „middelbaar." Dat we ons in dit opzicht niet vergissen, blijkt o.a. hieruit dat hij voor de „waarschijnlijke constante fout per vereffende slag" neemt $\frac{1}{3}$ van de door hem berekende $m_0$, hetgeen er op wijst dat hij „middelbaar" bedoelde, nademaal $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$.

Op deze grondslagen, die o.i. zeer wankelend zijn, bouwt hij moeizaam voort en doet, aan de hand der Fransche nauwkeurigheidspassingen, uitvoerige berekeningen en becijferingen. Onze meening is dat zóó verkregen getallenuitkomsten in het algemeen weinig waarde hebben; en dat het beter ware geweest de grondslagen zuiver vast te leggen dan aan het rekenen te gaan.




# De brug over de Serojoe-rivier in de lijn Cheribon—Kroja.

**LEZING van Dr. J. A. H. HAARMAN c.i. voor het gezelschap „Practische Studie" op Donderdag 18 Febr. 1915.**

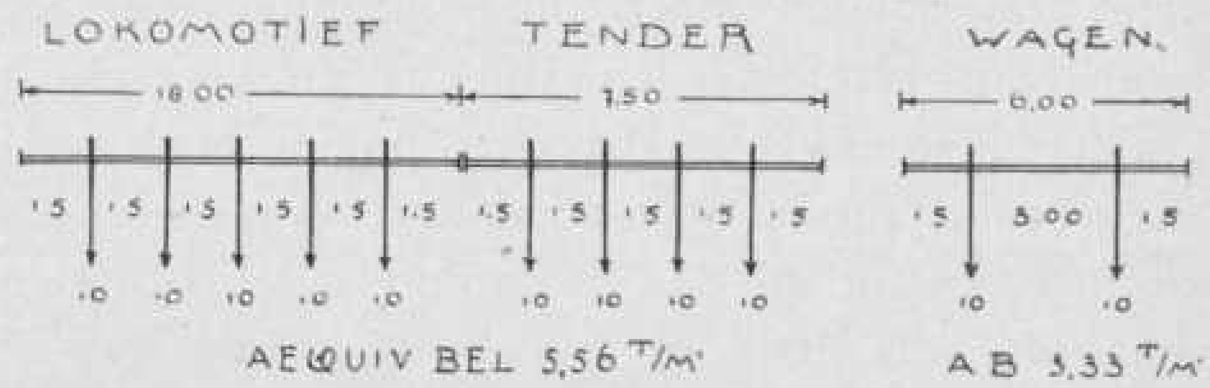
De brug bij Serari over de Serojoe-rivier in de lijn Cheribon—Kroja heeft eene totale lengte van ± 213 M.; een tweetal pijlers verdeelt haar in drie bogen, waarvan de middelste 90060, de beide andere 61620 m.M. meten. Deze zijoverspanningen reiken met een uitgebouwden kraag over den pijler heen tot de knooppunten 15 en 30 en dragen daar de ingehangen middenbrug, welke 71100 m.M. in 15 vakken lang is.

Zooals uit het algemeene schema blijkt, vertoont het vakwerk den vorm van een boog met trekband; daar zonder deze staaf het vakwerk nog stabiel zou zijn, is deze konstruktie enkelvoudig statisch onbepaald, en moet derhalve blootgesteld zijn aan temperatuur- en montagespanningen. Is de trekband oorspronkelijk iets te lang, zoo treedt zij pas in werking als het overige vormvaste deel iets is doorgezakt, en kan dan bijv. in dragen van het eigengewicht der brug geen aandeel hebben. Om dit bezwaar te ondervangen, zijn in het toppunt van de beide bogen van een soortgelijke brug over de Losari, welke thans zoowat gemonteerd zal wezen, scharnieren aangebracht op de helft van de middenstaaf des bovenrands, en liet men de horizontale staaf van den onderrand tijdens de montage weg; is deze voleind, zoo wordt de hulpbrug, welke de knooppunten der trekstang ondersteunt, afgebroken, en zakt de brug door eigen gewicht. Deze staaf wordt nu nauwkeurig afgeschreven en tot slot vastgeklonken; er kunnen dus alleen spanningen tengevolge van mobiele belasting in optreden. Bij de brug over de Serojoe zal dezelfde werkwijze worden gevolgd.

De knooppunten der bogen zijn in de figuur niet met cijfers aangegeven; teneinde eene bespreking mogelijk te maken, zullen wij *den bovenrand met accenten, den onderrand met dubbele accenten* kenbaar maken.

De berekening van bruggen bij den Dienst der Staatsspoorwegen op Java geschiedt eenigszins afwijkend van de methode, hier te lande gevolgd, en wel naar de „Grondslagen voor de Constructie van ijzeren bruggen en pijlers op Java" 1911, welke zijn opgemaakt naar de A. V. P. B. 1910.

Voor de mobiele belasting stelt men een trein samen uit 2 lokomotieven met tenders in ongunstigsten stand met een willekeurig aantal wagens, waarbij




men de asbelastingen volgens bijgaand schema kiest; zoo'n belastingschema is zuiver fiktief, het is een aanname, welke met zware treinen in de toekomst rekening houdt; de ronde getallen maken het doorrekenen eenvoudig. Evenals bij Duitsche voorschriften kiest men de asbelasting wat zwaarder indien er minder assen op de brug staan en wel voor: 5 en 4 assen 11 ton, voor 3 assen 12 ton en voor 2 of 1 as 13 ton.

Voor winddruk neemt men aan 100 K.G./M$^2$., waarbij de lege wagens omwaaien; hoewel de hoogst waargenomen storm op Java slechts 30 K.G./M$^2$. bedroeg, gaat men zoo hoog, omdat uit den winddruk de afmetingen van het bovenwindverband worden afgeleid, en dit verband bovendien ten doel heeft, de bovenrandstaven voor zijdelings uitknikken te behoeden, alsmede zijdelingsche schokken van de machines op te nemen, met welke faktoren verder geen rekening wordt gehouden.

Voor remkracht rekent men $\frac{1}{6}$ van het gewicht van alle zich op het konstruktiedeel bevindende assen, waarbij dus is aangenomen, dat zoo hard wordt geremd, dat alle wielen vaststaan in welk geval de wrijvingskoëfficiënt $\frac{1}{6}$ bedraagt.

De toe te laten spanning heeft geen standvastige waarde, maar wordt voor iedere staaf afzonderlijk berekend uit de formule:

$$k = \frac{1200}{1\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\frac{k^1}{k^2}},$$

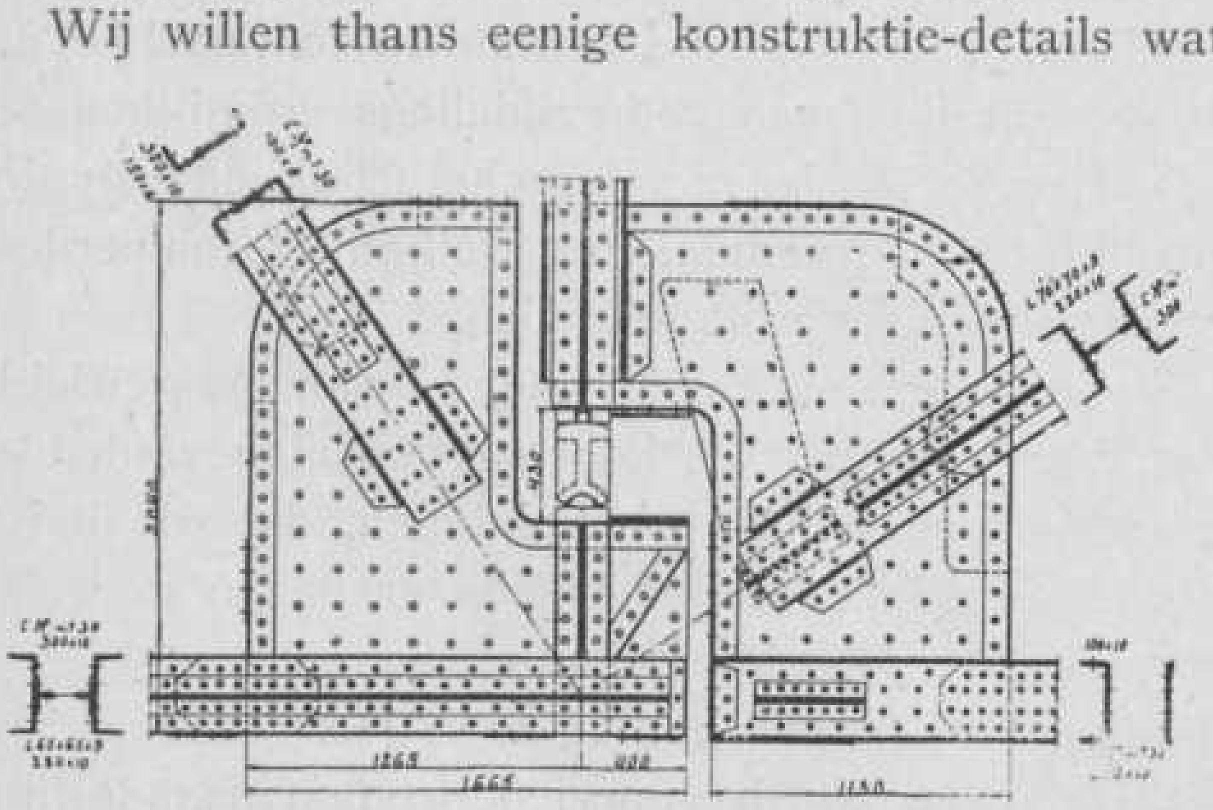
waarin $k$ = toe te laten spanning in K.G./c.M$^2$.
$k^1$ = kleinste staafkracht in K.G.
$k^2$ = grootste staafkracht in K.G.

Bij verschil in teeken tusschen $k^1$ en $k^2$ wordt steeds zoo gerekend, dat de absolute waarde $\left[\frac{1}{2}\frac{k^1}{k^2}\right]$ bij de $1\frac{1}{2}$ wordt opgeteld.

Is ook de winddruk in acht genomen, zoo mag nog 150 K.G./c.M$^2$. meer worden toegelaten. De knikzekerheid volgens Euler is een 5-voudige. De toe te laten schuifspanning bedraagt $\frac{4}{5}$, de stuikdruk $2 \times$ de normale spanning voor boutberekening.

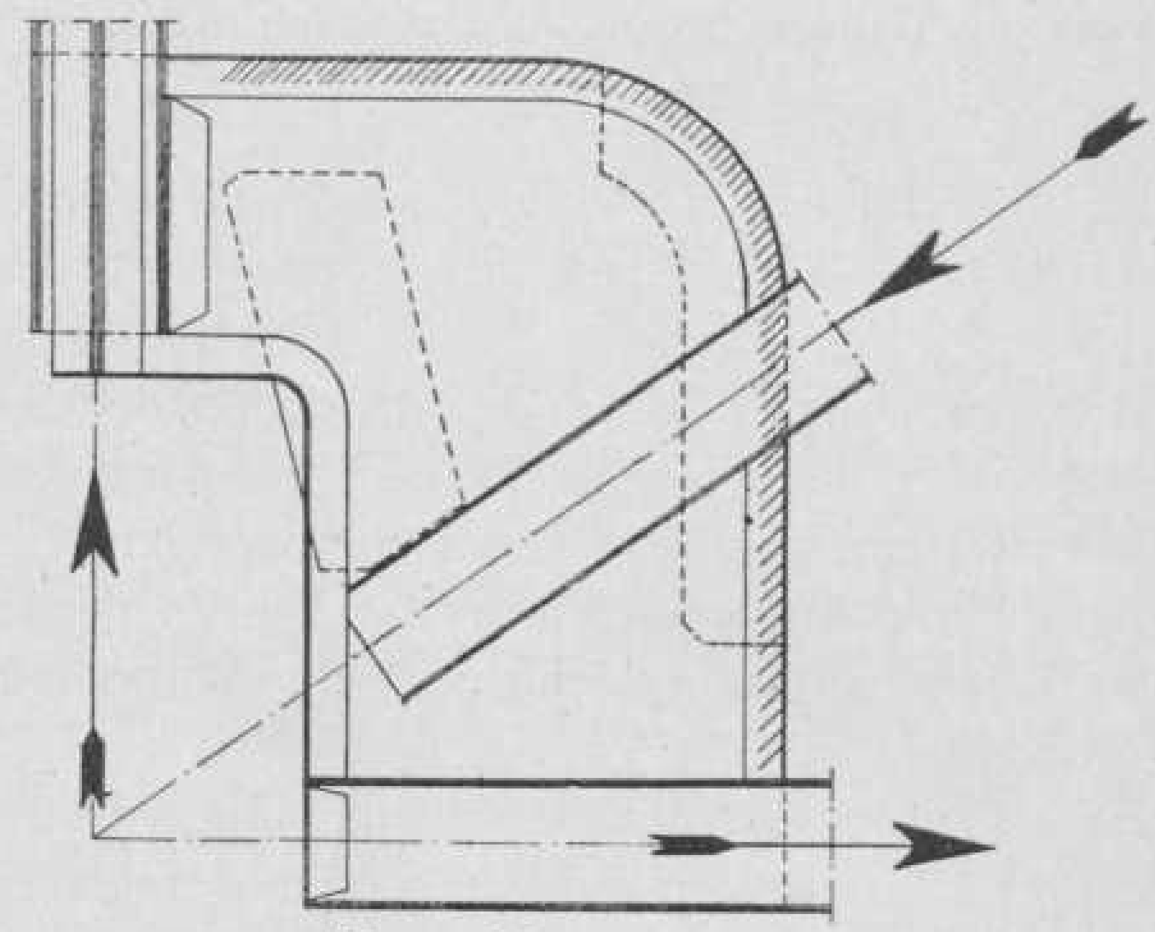
Het zal zonder meer duidelijk zijn, dat het kiezen van staafprofielen volgens dit voorschrift er niet eenvoudiger op wordt: immers, heeft men een geschikt profiel gevonden, zoo bevat dit allicht wat meer materiaal dan strikt noodzakelijk is (men schat dit wel eens op 15 $^0/_0$), waardoor dus de staafkracht verandert en ook weer daardoor de toe te laten spanning. Bovendien moet men rekening houden met montagespanningen waarbij een kraan over den bovenrand der middenboog rijdt, zooals hieronder wordt beschreven; daarbij gaat men tot 1400 K.G./c.M$^2$., waardoor de staven boven de pijlers tamelijk zwaar werden. Men moest het ontwerp wel driemaal doorrekenen eer men de goede staafdoorsneden had gevonden. Het resultaat was een totaal ijzergewicht van $\pm$ 580 ton, waarvan 190 ton voor de zijoverspanningen met kraag en 200 ton voor de ingehangen middenbrug; dat deze getallen ongeveer gelijk zijn, bewijst dat de keuze der knooppunten 15 en 30, waar het middenstuk is opgelegd, een ekonomische is geweest.

Wij willen thans eenige konstruktie-details wat



Knooppunt 15 en 30.

nader beschouwen, en wel in de eerste plaats knooppunt 15 en 30, waar zich de opleggingen voor de ingehangen middenbrug bevinden. De hoogte voor de oplegging was gering, zoodat voor een rol niet voldoende plaats was, daar deze een te groote diameter zou krijgen; men ging dus tot een slinger (Pendel-) oplegging over. De eigenaardig gevormde laschplaat wordt op een zeer samengestelde wijze belast; het rechter (gearceerde) deel

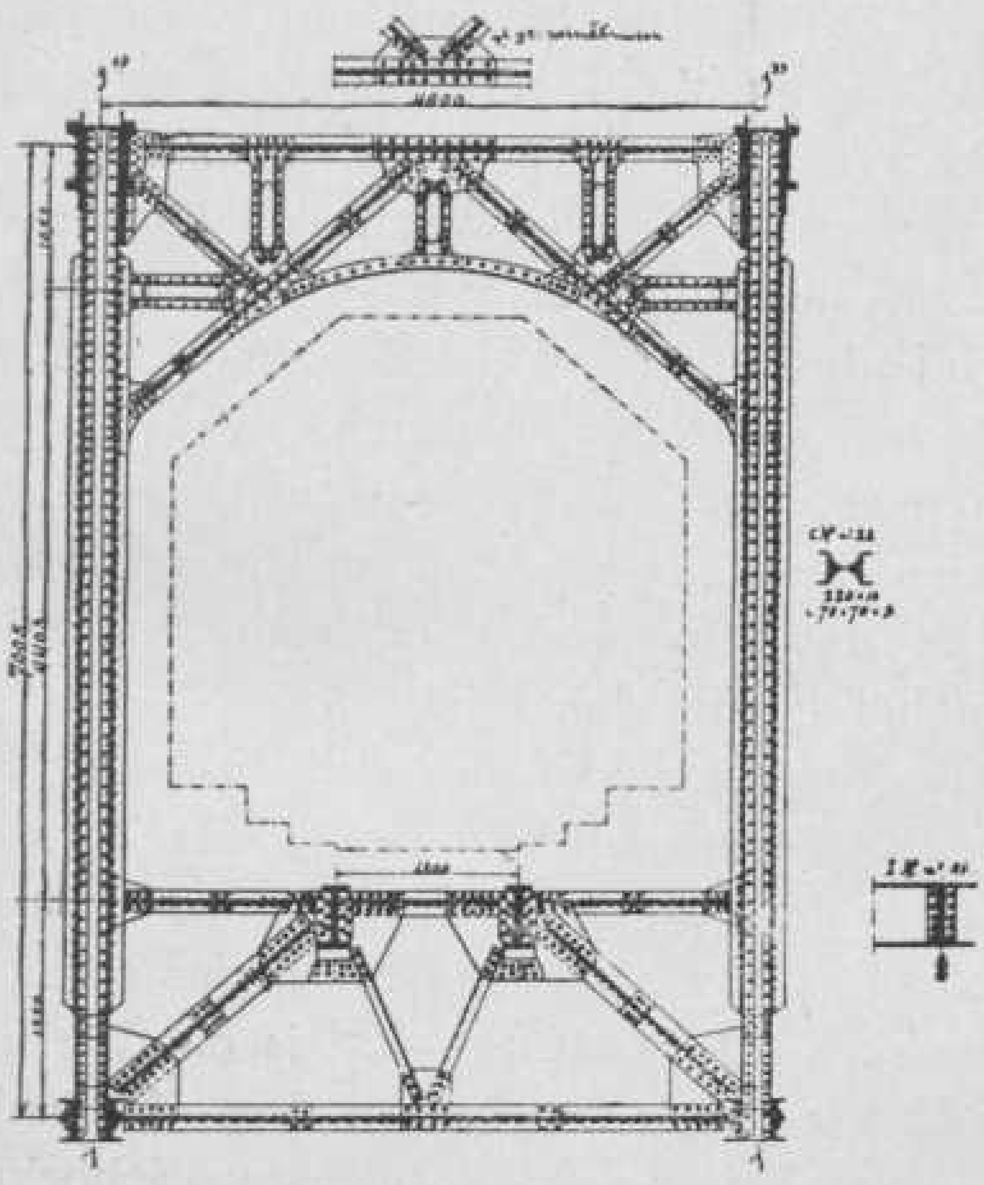


15 en 30

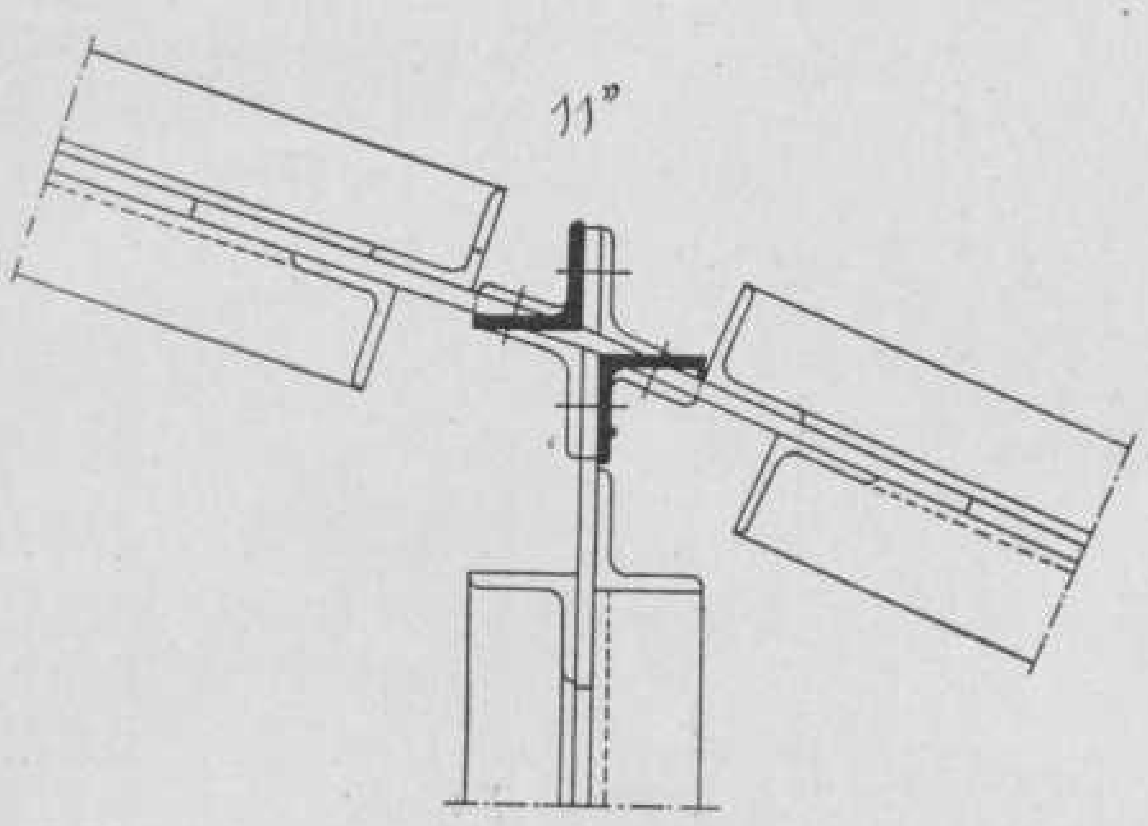
heeft groote neiging tot uitknikken, terwijl in de binnenbocht van het hoekijzer groote buigspanningen ontstaan. Evenals in zoovele gevallen, waar de berekening ons in den steek laat, zal men dus door een overvloed van materiaal dit gevaarlijke punt verzekeren; men ziet in de figuur eenige tot dit doel opgeklonken strooken.

Eene dwarsdoorsnede ter hoogte van knooppunt 1 toont ons het stijve eindportaal, dat bestemd is de horizontale krachten van het bovenwindverband naar den onderrand over te brengen. De dwarsdrager is een eenvoudig vakwerk geworden, waardoor hij door zijn grootere slapte beter in staat is, kleine buigingen uit zijn vlak te ondergaan. Dergelijke vormveranderingen treden bijv. op door de sekundaire spanningen, waaronder men verstaat de belasting doordat bij doorbuiging de in lengterichting aan elkaar gekoppelde langsliggers niet de verlenging van den onderrand volgen; men berekende, dat dit verschil $\pm$ 2 m.M., per veld zou bedragen. Teneinde deze minder gewenschte buiging gedeeltelijk te niet te doen, heeft men de langsliggers om de zes onderbroken, en verder die 6 aan elkaar gekoppelde normaalprofielen gezamenlijk 6 m.M. te lang gemonteerd, waardoor het verschil tot ten hoogste 1 m.M. per veld kan oploopen.

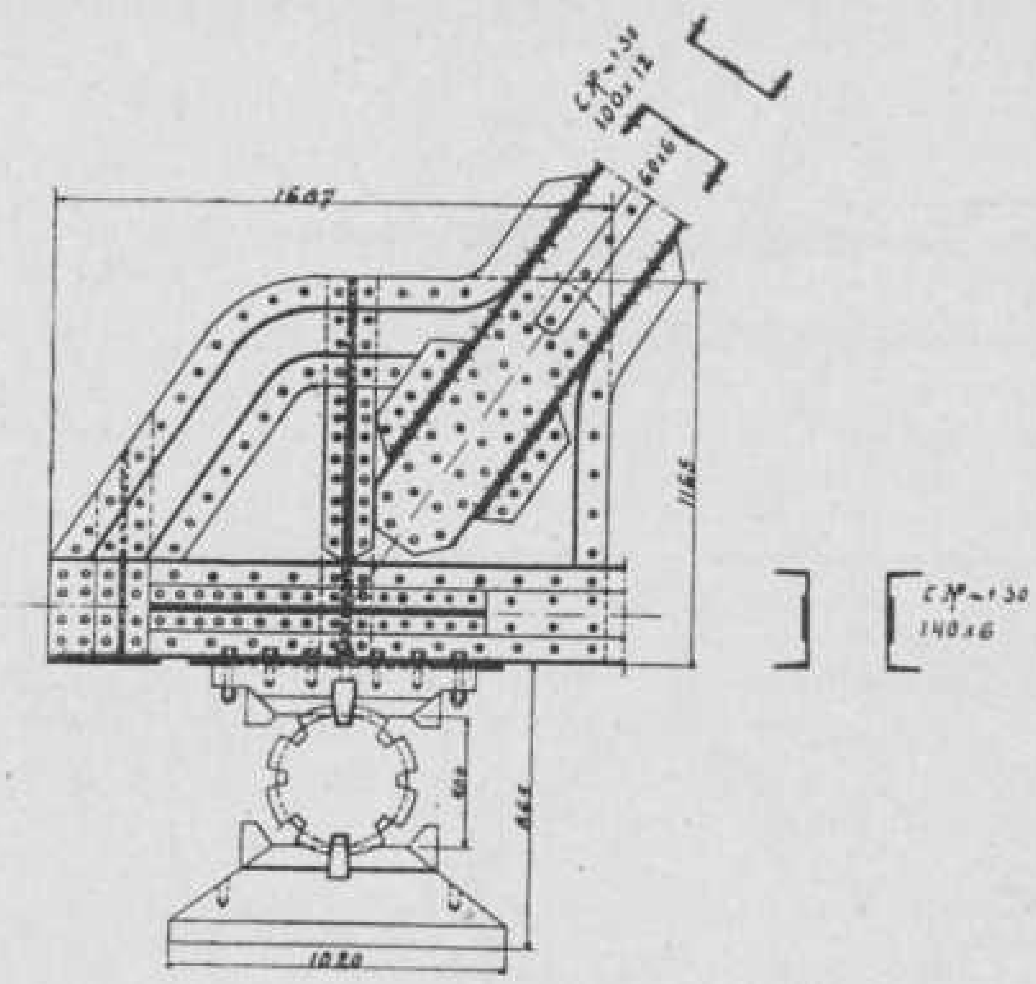
Het bovenwindverband bestaat uit kruizen, welke hunne snijpunten hebben in de vertikale



vlakken door de knooppunten en dus ook de knik in hun vlak. Het houdt derhalve midden tusschen de knooppunten ook nog de bovenrandstaven vast tegen zijdelingsche knik.

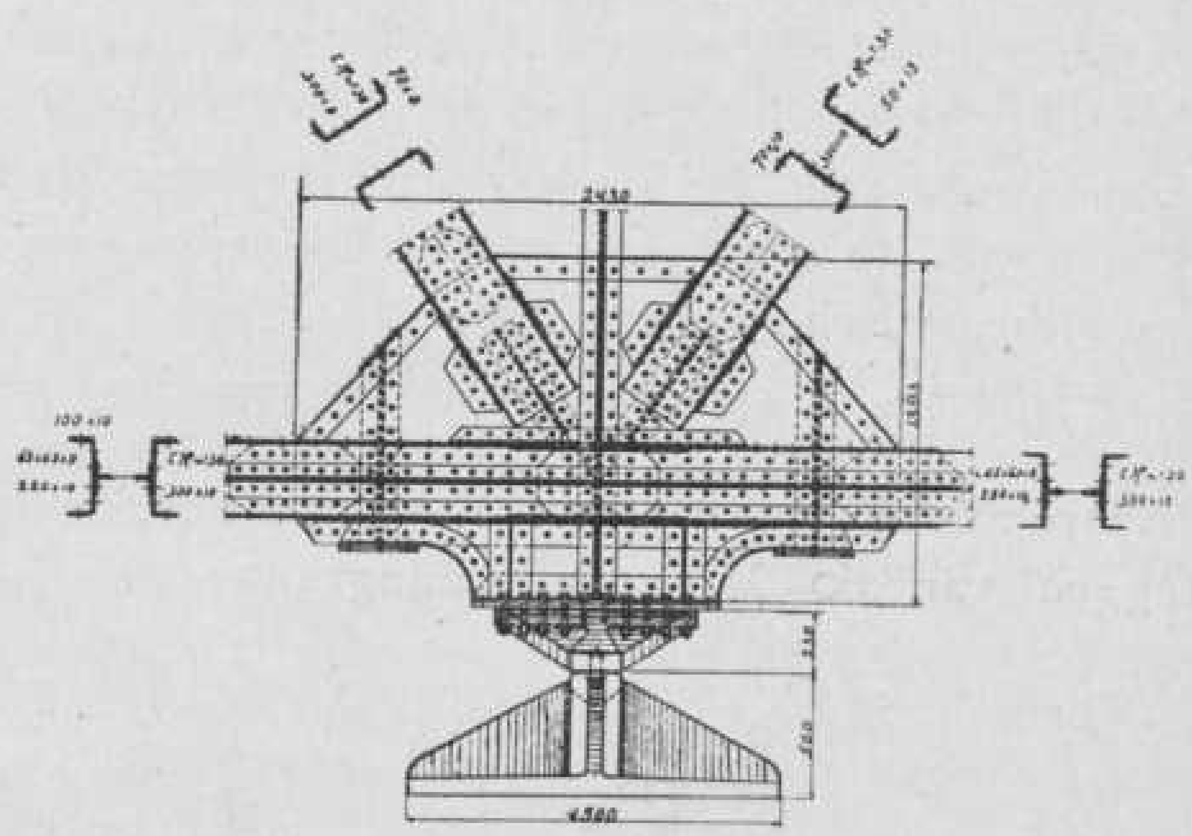



Nevengaande figuur stelt de lasch der windkruizen voor met behulp van eene geknikte laschplaat. De zwart geteekende hoekijzers vormen de horizontale bovenstaaf van een dwarsraam (dwarsverband); een been wordt ter plaatse van de lasch omgezet tot het op de laschplaat past, en met twee losse stukjes hoekijzer de bevestiging verzekerd.



Knooppunt 0 en 45.

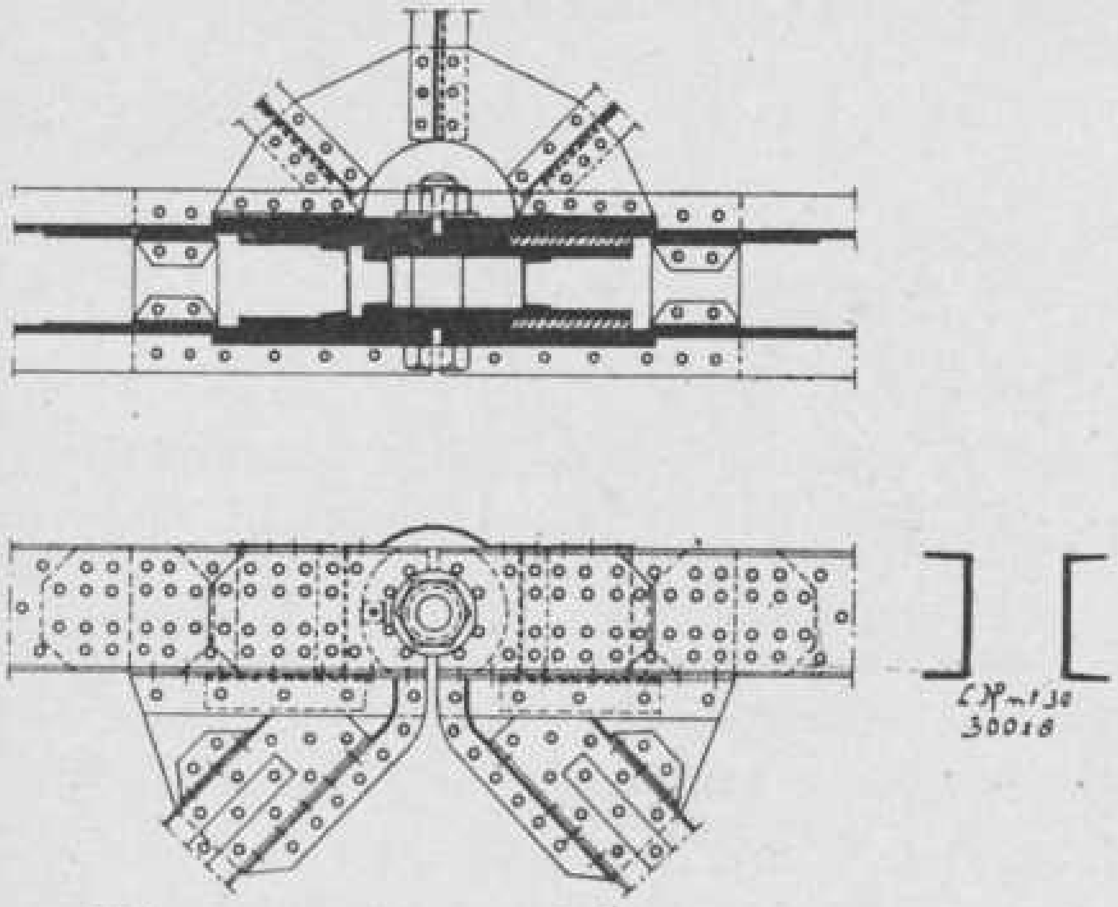
Bij de eindoplegging dient natuurlijk gelegenheid te zijn om de brug op te vijzelen, teneinde van tijd tot tijd de rol te kunnen nazien; om te voorkomen dat deze scheef zal gaan leggen, heeft men haar van een getande kraag voorzien, waarin onder- en bovenzadel met een nokje ingrijpen; bij de kontrôle verzet men dan tevens de rol over een tand, waardoor niet steeds hetzelfde punt wordt belast en sterke slijtage zou optreden.



Knooppunt 13 en 32

De (vaste) opleggingen boven den pijler zijn er eveneens op gebouwd, om door een hefwerktuig te worden gelicht; door de grootere steunpuntsreaktie waren hier 2 vijzels noodig; men verzekert zich dat beide evenveel dragen, door ze voor waterdruk in te richten en dan beide cilinders met een buis te verbinden.

Het knooppunt $6\frac{1}{2}$, waar zich het topscharnier bevindt, is aan groote drukkrachten blootgesteld.



*Knooppunt 6 ½.*

Aan de doorsnedefiguur kan men waarnemen, hoe door het aanbrengen van een 3-tal stukken kanaalijzer naast de scharnierbout men er tegen heeft gewaakt, dat de laschplaten zouden uitknikken.

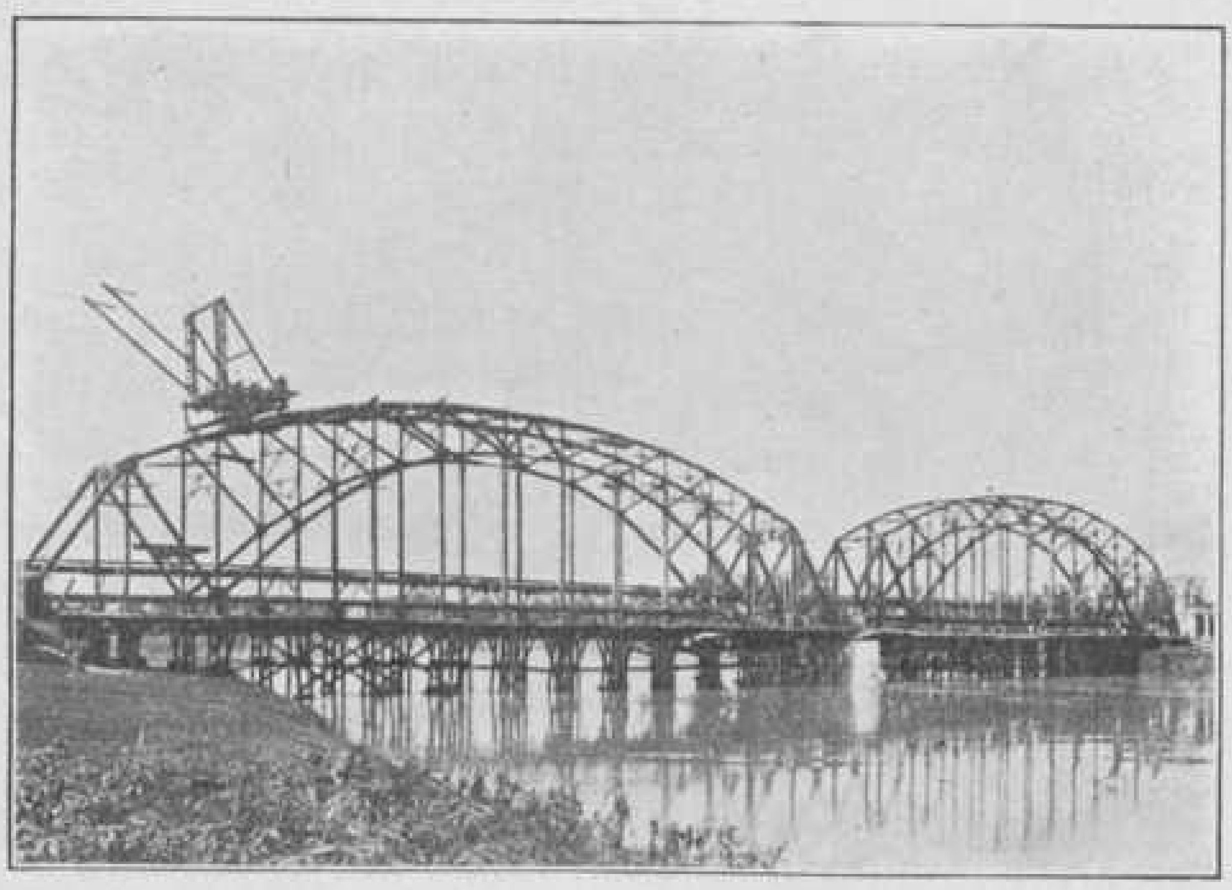
De brug als geheel is rijk aan vele aardige konstruktieve vindingen, waarvan hier ter plaatse niet meer kan worden medegedeeld; voor de hoofdstaven zijn steeds gekoppelde [ ijzers gebezigd, waar noodig versterkt met lijf- en randplaten; de verschillende wind- en dwarsverbanden zijn uit ⌈ ijzers opgebouwd. Met groote nauwgezetheid is doorgevoerd, zelfs bij ondergeschikte staven, het brengen van de symmetrie-as der doorsnede naar het mathematische knooppunt.

— — — — — — — — — — —

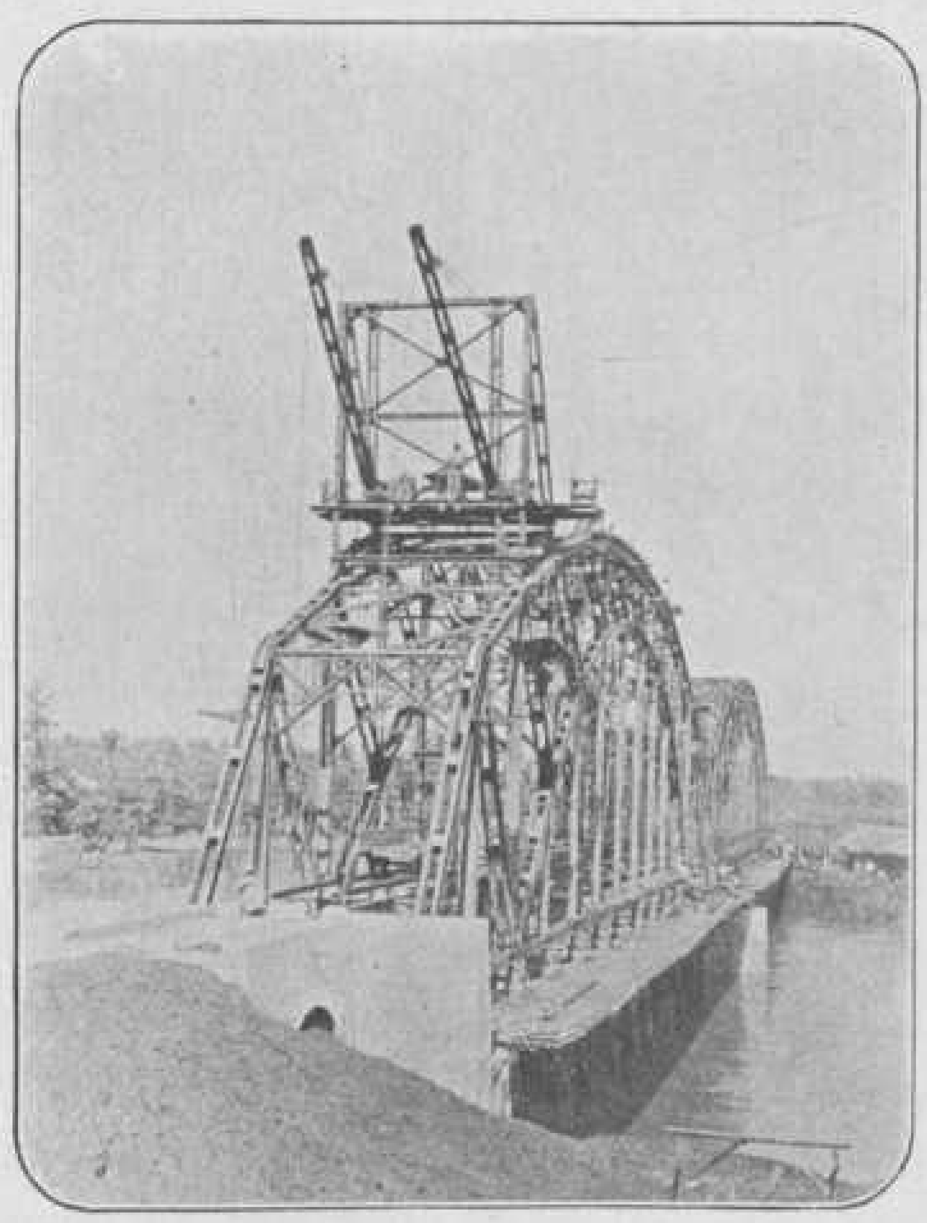
Naar aanleiding van de montage der beide bruggen van 60 M. overspanning over de Tji-Losari, waarvoor dezelfde kranen zijn gebezigd, die ook hier hun werk zullen moeten verrichten, volgen nog eenige korte mededeelingen.

Zooals reeds is gemeld, laat men zoolang de uit bamboestammen bestaande hulpbrug, welke de knooppunten 1—13 ondersteunt nog niet is weggenomen en dus de brug door eigen gewicht doorzakt, de staaf 6″—7″ weg, om te zorgen dat de trekband een voldoend aandeel neemt in deze belasting; oorspronkelijk was het plan, den kraan langs een hellend vlak naar boven te brengen, doch bij de uitvoering bleek het eenvoudiger, hem boven in elkaar te zetten. Er wordt van 2 kanten naar het midden gebouwd, waarbij de vertikalen door bamboestammen zijn versterkt, en tijdelijke dwarsdiagonalen er voor zorgen, dat men in het goede vlak blijft.

Bij de montage van de midden-overspanning doet zich de moeilijkheid voor, dat men door hevige bandjirs gedurende dezen tijd onmogelijk een hulpbrug kan samenstellen en dus geheel vrij moet werken. De staaf 14′—15′ is daartoe in het vakwerk loos aangebracht, en doet alleen dienst bij de montage teneinde vormvaste driehoeken te verkrijgen. Is men, van 2 kanten voortbouwende, tot het scharnierpunt $22\frac{1}{2}$ gekomen, zoo zal in het algemeen de brug niet volkomen sluiten. Verschillen in lengte-richting vereffent men, door tijdelijk de pijler-oplegging te vervangen door een stuk hout, de eindoplegging door een ingevette ijzeren



**Brug van 60 M. overspanning over de Tji-Losari.**



**Dezelfde brug, meer in lengterichting gezien.**

plaat. Bij uitzetting door natuurlijke verwarming verplaatst het punt o zich iets naar links. Verwisselt men nu ijzer en hout, dan zal bij de volgende temperatuursdaling ook punt 13 zich iets naar links bewegen; door herhaling kan men de brug langzaam laten „terugkruipen". Om nu de staven van het middenveld de juiste lengten te geven, stelt men de eisch dat de knooppunten 22 en 23 en tevens de punten 22" en 23" hun juisten afstand verkrijgen. Men kan nu door knooppunt o te laten rijzen of dalen, naar willekeur het middenveld vervormen. Tenslotte zijn bij de knooppunten 15 en 30 tusschen vaste overkraging en ingehangen brug wiggen aangebracht, waardoor de monteur de knooppunten der trekband nog een weinig kan verschuiven.

De looze staaf, welke nadat de opbouw is afgeloopen slechts ten doel heeft het beeld van het vakwerk als geheel niet te bederven, bestaat uit twee helften met laschplaten; na de montage worden uit deze platen aan één kant de bouten weggenomen.

Tot slot geven wij een kiekje van het terrein van de Pletterij der firma Enthoven & Co., waar de hoofdligger ligt uitgeslagen; een bezoek aan genoemde werkplaats staat, dankzij de welwillendheid der betreffende firma, op het programma van „Practische Studie."

J. J. I. S.

## CORRESPONDENTIE.

Den heer B. G.

Uwe inzending in dank ontvangen. Zoudt gij ons wellicht ook Uwe oplossingen willen doen toekomen, waarna geleidelijk plaatsing kan volgen?

## STRIKVRAGEN.

N°. 4. In een boekenkast staan in volgorde 2 deelen van een boekwerk; elk is dik 100 bladzijden.

Hoever zijn de eerste en de laatste pagina van het werk van elkaar verwijderd, als het papier $\frac{1}{10}$ mM. en de omslag 1 mM. dik is?

Oplossing van strikvraag N°. 3 in het volgende N°.

## BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

### Propaedeutische examens voor de zomervacantie 1915.

Zij, die wenschen deel te nemen aan een der propaedeutische examens, genoemd in art. 8—14 van het Kon. Besl. van 4 Juli 1915, Stbl. no. 227 of aan eenig deel dier examens — zooals deze gedeelten zijn vastgesteld bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 3 Februari 1908, afd. Onderwijs — worden uitgenoodigd **voor 27 Maart** van hun voornemen schriftelijk kennis te geven aan den secretaris der Afdeeling der Algemeene Wetenschappen, Prof. Dr. J. H. Valckenier Kips, door de aangifte in de daartoe bestemde enveloppe te bezorgen aan het Hoofdgebouw (Administratiegebouw) der Technische Hoogeschool.

De aangifte moet geschieden op een formulier, daartoe verkrijgbaar in den Technischen Boekhandel J. Waltman Jr.

Nauwkeurige opgave van het examen of het gedeelte of der gedeelten van het examen, waaraan men wenscht deel te nemen, wordt vereischt.

Zij, die voor het eerst aan het examen deelnemen of nog niet voor een deel van het examen zijn geslaagd, moeten de aanvrage vergezeld doen gaan van het eindexamen-diploma der Hoogere Burgerschool, van het getuigschrift van bekwaamheid tot de studie aan de Universiteit in de faculteit der Wis- en Natuurkunde, of van het getuigschrift van bekwaamheid tot de studie aan de Technische Hoogeschool. (Zie art. 122 Hooger Onderwijswet).

Afdrukken van het bovengenoemd Koninklijk Besluit, alsook de daarop betrekking hebbende Ministerieele beschikking (Staatscourant No. 30 van 5 Februari 1908) zijn mede verkrijgbaar bij den Technischen Boekhandel J. Waltman Jr.

Desverlangd worden nadere inlichtingen verstrekt door den secretaris der Afdeeling.

Zij, die wegens geldige redenen wenschen vóór een bepaalden datum, of op bepaalde data te worden geexamineerd, behooren dit op een *afzonderlijk*, mede in den Technischen Boekhandel J. Waltman Jr. verkrijgbaar, en bij hunne aangifte in te sluiten formulier te vermelden.

Omtrent de propaedeutische examens na de zomervacantie, waarvoor de aangifte begin Juni moet geschieden, zal later eene aankondiging verschijnen.

—o—

Ter verkrijging van den graad van doctor in de technische wetenschap, zal de heer Pieter Eduard Verkade, scheikundig ingenieur, op Vrijdag 5 Maart 1915, des namiddags ten drie ure in de Prinsenkamer, worden toegelaten ter verdediging, tegenover eene commissie uit den Senaat der Technische Hoogeschool van een proefschrift, getiteld: „de Hydratatie van organiese Zuuranhydrieden", en van stellingen, beide goedgekeurd door den promotor Prof. Dr. J. Böeseken, t.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 16 Februari 1915, is met ingang van 1 Maart 1915 aan L. P. Kleyburg e. i. te Delft, op zijn verzoek eervol ontslag verleend als assissent voor de electrotechniek aan de Technische Hoogeschool te Delft.

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 16 Februari 1915, is voor het tijdvak van 1 Maart tot en met 31 Augustus 1915 benoemd tot assistent voor de electrotechniek aan de Technische Hoogeschool te Delft A. J. ter Linden w. en e. i., onder gelijktijdig eervol ontslag als assistent voor de zuivere en toegepaste wiskunde aan die Hoogeschool.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken, van 20 Februari 1915, No. 2101, Afdeeling O. is voor het tijdvak van 1 Maart tot en met 31 Augustus 1915 benoemd tot assistent voor de Mechanische Technologie aan de Technische Hoogeschool te Delft, C. W. Paul.