36e Jaargang. 1921. – № 8.

DE INGENIEUR. 141

Orgaan

VAN HET KON. INSTITUUT VAN INGENIEURS — VAN DE VEREENIGING VAN DELFTSCHE INGENIEURS.

Weekblad gewijd aan de techniek en de œconomie van Openbare Werken en Nijverheid.

Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs stellen zich in geenen deele verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld of toegelicht.

Commissie van Toezicht: ir. J. C. DIJKHOORN, hoogleeraar in de Werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft; dr. ir. G. W. VAN HEUKELOM, hoofdingenieur, chef van den dienst van Weg en Werken bij de Nederlandsche Spoorwegen te Utrecht, *secretaris*; jhr. ir. C. E. W. VAN PANHUYS, hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat te IJmuiden.

Verantwoordelijk Hoofdredacteur: ir. R. A. VAN SANDICK.
Plaatsvervangend Hoofdredacteur: C. J. HUDIG.

Prijs per Jaargang:

Franco per post.

Voor Nederland . . . . . f 20.—
Voor het Buitenland *met voorafbetaling* . . „ 25.—

Men abonneert zich voor een jaargang (1 Jan.—31 Dec.).

Over het bedrag der abonnementen in Nederland wordt *halfjaarlijks* — per 1 April en 1 October — door de Administratie beschikt.

Afzonderlijke nummers: Binnenland, 75 cents; Buitenland, 85 cents.

Verschijnt elken Zaterdag.

Stukken en mededeelingen, boeken, brochures, enz. te richten aan den *Hoofdredacteur: Diligentia*, Lange Voorhout, te 's-Gravenhage, (Telephoon: Haag 2170; Telegram-adres Koninsting).

Voor ABONNEMENTEN zich te wenden tot de ADMINISTRATIE van dit Blad, Paviljoensgracht No. 17 & 19, te 's-Gravenhage.

ADVERTENTIËN in te zenden aan de ADMINISTRATIE van dit Blad, Paviljoensgracht No. 17 & 19, te 's-Gravenhage.

Firma F. J. BELINFANTE, voorheen A. D. SCHINKEL.

(Telephoon Haag 2036.)

Afzonderlijke Nummers worden — voor zoover de voorraad strekt — het eerst aan Abonnés geleverd.

Prijs der Advertentiën:

Per regel . . . . . f 0.50

Groote letters naar plaatsruimte.

Abonnementen (boven 500 regels) volgens afzonderlijke overeenkomst.

Bewijsnummers: Binnenland, 50 cents; Buitenland 60 cents.

Over het bedrag der Abonnementen op advertentiën wordt driemaandelijks beschikt.

's-Gravenhage, 19 Februari 1921.

INHOUD.

Officieel: Weekblad *De Ingenieur*: Commissie van toezicht.

Redactioneel: Wat is het Rijksbureau voor de ontwatering van Nederland? — Een monument voor HENRY BAZIN: Een Ned. Comité; Ter herinnering, door dr. ED. IMBEAUX; Oordeel van The Inst. of Civ. Ing.; Het waterloopkundig laboratorium van BAZIN, door ir. R. A. VAN SANDICK (*met afbeelding*). — Over den arbeidsfactor, optredende in kwikdampgelijkrichterinstallaties, door ir. L. P. KRIJGER (*met afbeeldingen*). — Wereldscheepsbouw in 1920, door H. — Bliksemgevaar voor fabrieksschoorsteenen, door ir. W. F. POT (*met afbeelding*). — Voordracht van jhr. ir. G. J. LAMAN TRIP in de Instituutsvergadering van 31 Januari 1921. — Ingezonden stukken: Oplossing van het vraagstuk betreffende den noodtoestand der tramwegen, door ir. B. J. HAITSMA MULIER. — Boekbespreking: Journal of the English Inst. of Electr. Engineers. Sept. 1920; Electr. Zeitschrift 1920, afl. 48, 49, 50 en 51. — Weerkundige waarnemingen. — Rivierberichten. — Nieuwsberichten. — Officieele berichten. — Officieele berichten uit Indië. — Personalia. — Open betrekkingen. — Gezochte betrekkingen. — Erratum.

Dit Nummer heeft 20 bladzijden.

OFFICIEEL GEDEELTE.

WEEKBLAD „DE INGENIEUR".

Commissie van Toezicht op het Weekblad „De Ingenieur".

Het Bestuur der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs benoemde tot lid der Commissie van Toezicht op het Weekblad *De Ingenieur*, vertegenwoordiger van de Vereeniging, jhr. ir. C. E. W. VAN PANHUYS, hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat te IJmuiden, in de vacature ontstaan door de ontslagaanvrage van ir. E. H. STIELTJES, aan wien door het Bestuur op diens verzoek eervol ontslag als vertegenwoordiger der Vereeniging is verleend, onder betuiging van haar groote dankbaarheid voor hetgeen hij, niet slechts gedurende 21 jaar als lid dezer Commissie, doch vooral bij de oprichting en gedurende de eerste levensjaren van *De Ingenieur* als eerste redacteur heeft verricht.

REDACTIONEEL GEDEELTE.

Wat is het Rijksbureau voor de ontwatering van Nederland?

Zooals wij mededeelden in ons No. 7, blz. 140, is jhr. ir. C. E. W. VAN PANHUYS benoemd tot directeur van het Rijksbureau voor de ontwatering. Op de vraag, wat doel en werkkring van dit bureau is, kunnen wij het volgende antwoorden.

Bij Kon. Besluit van 20 Januari 1920, No. 22 werd ingesteld een geheel nieuwe tak van Staats-, eigenlijk van *Waterstaatsbemoeiing* door de oprichting van een Rijksbureau en de instelling van een Rijkscommissie voor de ontwatering (van Nederland).

De naaste aanleiding tot dezen maatregel is te vinden in No. 1 van jaargang 1917 van de *Verslagen en Mededeelingen van de Directie van den Landbouw*, waarin uitvoerige opgaven voorkomen over den ongunstigen toestand, waarin groote oppervlakten gronds in ons land verkeeren, doordat de afwateringsbelangen op geheel onvoldoende wijze zijn verzorgd.

De bedoelde commissie, waarin waterstaats- en landbouwautoriteiten zitting hebben, installeerende, verklaarde Minister ir. H. A. VAN IJSSELSTEYN onder meer:

> Voor velen was het een weinig aangename ontgoocheling dat in ons land, welks reputatie op waterstaatkundig gebied onaangevochten scheen, zooveel terreinen zijn, die thans een geheel onvoldoende opbrengst geven en die bij eenigszins betere afwatering inderdaad in hooge mate zouden kunnen medewerken aan de voedselvoorziening van het vaderland.

Het krachtig initiatief van het Departement van Landbouw, en de wensch deze zaak dienstbaar te maken aan de productie van den bodem, hebben er vermoedelijk toe geleid, dat deze toch zuivere waterstaatstaak niet bij het Departement van Waterstaat is ondergebracht, doch zal ressorteeren onder de beide Departementen, Landbouw (Nijverheid en Handel) en Waterstaat te zamen.

Volgens het voornoemd Kon. besluit bestaat de werkkring van het bureau in een onderzoek naar de bezwaren, die het landbouwbedrijf ondervindt van gebrekkige afwatering, uit het geven van advies omtrent alle vragen, die in het belang van den landbouw omtrent ontwatering moeten worden gesteld, in het maken van plannen voor ontwatering en het

houden van toezicht op de uitvoering daarvan en in het algemeen in het bevorderen van betere afwatering van gronden.

De aan het bureau opgedragen taak loopt dus vrijwel geheel parallel met die, welke men onder het verzamelwoord „Waterstaat" rekent, doch kan worden beschouwd als een specialiseering daarvan met het oog op de economische belangen van den bodem.

Deze taak zal vorderen overleg en samenwerking betreffende al die waterstaatswerken, waarbij door verandering van grondwaterpeil of door verandering van waterafvoer de landbouw kan worden beïnvloed, hetgeen bij het meerendeel wel het geval zal zijn.

Met name dient hierbij gedacht te worden aan de belangen der landstreken rond de Zuiderzee in verband met de drooglegging daarvan, aan de nieuwe kanaalplannen in verschillende provinciën, aan de normaliseering en kanalisatie onzer rivieren, aan verbetering van polderbemalingen.

Doch ook geheel op zichzelf staande werken tot verbetering der afwatering zullen noodig zijn, in welke gevallen het verleenen van steun van Rijkswege allicht niet zal kunnen worden ontgaan.

Op den voorgrond zal bij al het bovengenoemde moeten staan dat de meerdere opbrengst de meerdere uitgaven voor wijziging van waterstaatswerken of voor uitvoering van speciale afwateringswerken zal kunnen loonen.

Door de instelling van dezen dienst zal in een sedert vele jaren gevoelde behoefte worden voorzien; het buitenland kent dergelijke samenvoeging van waterstaats- en landbouwbelangen in anderen vorm reeds lang, zoo bijvoorbeeld de Administration des Eaux et Fôrets in Frankrijk, de Reclamation Works in de Vereenigde Staten van Amerika.

Een monument voor Henry Bazin.

I

Een Nederlandsch Comité.

Er heeft zich een internationale commissie gevormd om te Dijon een gedenkteeken op te richten voor den beroemden Franschen waterstaatsingenieur en natuurkundige Henry Emile Bazin, geboren te Nancy 20 October 1829 en gestorven te Chenove bij Dijon 17 Februari 1917.

Het Nederlandsch comité, onderdeel van die internationale commissie, is aldus samengesteld: prof. ir. S. G. Everts, president van het Kon. Instituut van Ingenieurs, voorzitter; prof. dr. H. A. Lorentz, voorzitter van de Academie van Wetenschappen; dr. ir. C. Lely, oud minister van Waterstaat, lid van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, lid van de Academie van Wetenschappen; prof. ir. J. Nelemans, rector-magnificus der Technische Hoogeschool; ir. G. Rooseboom, inspecteur-generaal van den Rijkswaterstaat; prof. ir. G. H. de Vries Broekman, hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool, secretaris-penningmeester, Delft, Nieuwe Plantage 61. Laatstgenoemde zal gaarne bijdragen voor het huldeblijk in ontvangst nemen. Aan alle leden der Afdeeling voor Bouw- en Waterbouwkunde van het Instituut, aan hoogleeraren en leeraren in ingenieurswetenschappen, natuur- en wiskunde bij het hooger- en middelbaar onderwijs zijn door de commissie uitnoodigingen tot inschrijving gericht.

Door den bekenden Franschen hoofdinspecteur-generaal van den waterstaat, oud hoogleeraar aan de Ecole des ponts et chaussées, Rabut wordt een uitvoerige necrologie gereed gemaakt, die zal worden toegezonden aan hen, die voor minstens 20 francs inschrijven. In afwachting van dat levensbericht, meenden wij, dat het voor de Nederlandsche ingenieurswereld van belang ware, eenige bijzonderheden te vernemen over Bazin, wiens naam aan ieder Nederlander, die iets heeft moeten doen aan hydraulica, bekend is.

De hoofdingenieur van den Franschen waterstaat dr. Ed. Imbeaux te Nancy, secretaris-penningmeester van de internationale commissie, was zoo vriendelijk aan ons verzoek te voldoen om ons over zijn oud-collega in te lichten.

II

Ter herinnering aan Henry Bazin

door dr. Ed. Imbeaux.

Indien, volgens een beroemd gevleugeld woord, genie een lang geduld is, zal algemeen erkend moeten worden dat Henry Bazin een man van genie was. Geduld had hij, en hij had geduld noodig om zich te werpen op een der duisterste en moeilijkste takken der mechanica, het onderdeel, dat Saint Venant „het verbijsterende raadsel der waterloopkunde" noemde. Tijd had hij ook, want hij leefde bijna 90 jaar, en nagenoeg zijn geheele leven wijdde hij aan lange en minutieuze proefnemingen, waaruit hij de kostbare wetten en formules afleidde van de nieuwere hydraulica. Maar wat hij bovenalles bezat, was juist het diepe inzicht, dat den natuuronderzoeker eigen moet zijn, om, uit den warboel van cijfers en proefondervindelijke resultaten, de wetten te vinden die de natuur aan den mensch verbergt als onder een sluier, den sluier van de oude godin Isis. Dank zij dat inzicht, is de arbeid van Bazin zoo vruchtbaar geweest; dank zij de zuivere wetenschappelijke strengheid van zijn geest, is zijn onderzoekingsmethode universeel geworden en heeft als model gegolden voor andere wetenschappen, in het bijzonder voor de studie van andere vloeistoffen dan water. Hoe zal men de vloeistoffen bestudeeren? Geheimzinnige stoffen, die hetzij vloeibaar, hetzij gasvormig, moleculen bezitten, zóó bewegelijk, dat een zeer kleine kracht voldoende is om ze over elkaar te doen glijden. Daar geen enkele der natuurlijke vloeistoffen volmaakt is, dat wil zeggen zonder wrijving noch viscositeit, en allen van elkaar verschillen (of van zichzelf als de voorwaarden anders worden), zoo moet men de hoop opgeven dat een wiskundige theorie — des noods mogelijk voor een volmaakte vloeistof — haar afstrooming en haar weerstand zal kunnen uitdrukken, dan wel die in de practijk berekenen; men zal voor elke vloeistof zijn toevlucht moeten nemen tot de proefondervindelijke methode, terwijl men op afdoende wijze den aard der proeven wijzigt, ten einde de gevallen der practijk daarin te kunnen begrijpen en er de oplossingen uit te trekken van die vraagstukken, die gewoonlijk voorkomen.

Welnu, dat heeft Bazin gedaan voor de eenvoudigste en de nuttigste der vloeistoffen, het water; hij heeft een proefondervindelijke waterloopkunde gemaakt, die op gelijken afstand staat tusschen het empirisme (waaraan wetenschappelijke steun ontbreekt) en de wiskundige abstractie (die geen practisch nut sticht). En die proefondervindelijke hydraulica dient tegenwoordig tot grondslag van de berekeningen der ingenieurs over de geheele wereld. En nu zijn de toepassingen der hydraulica buitengewoon talrijk, hetzij dat er sprake is van scheepvaart, watervoorziening en assaineering van steden en dorpen, dan wel van landbouw met behulp van bevloeiing of ontwatering, dan wel dat er sprake is van die nieuwe bron van rijkdom, die de witte steenkool wordt genoemd, den grooten verwekker van electriciteit.

Wanneer men de afstrooming van water in kanalen, stroomen en rivieren, in buizen en aquaducten, op overlaten en stuwen van alle mogelijke gedaante moet berekenen, dan neemt men overal zijn toevlucht tot de formules van Bazin; ook in Duitschland, want de formules van Ganguillet en Kutter zijn toch gegrondvest op de resultaten van de proeven van den Franschen ingenieur.

De geleerden van andere natiën hebben aan Bazin de eer gegeven, die hem toekwam. Ja, hij was beter bekend in het buitenland dan in Frankrijk. Een Fransch waterstaatsingenieur, die een studiereis maakte in de Vereenigde Staten van Amerika, werd aldaar ontvangen en geëerd als landgenoot en leerling van Bazin, en in de Amerikaansche universiteiten liet men, in zijn tegenwoordigheid, de studenten de proeven van den Franschen grootmeester der hydraulica nadoen (1). Bazin zelf was een zoo eenvoudig man, dat hij bij het stijgen van zijn jaren, menigmaal verbaasd was, als jongere ingenieurs hem hun waardeering kwamen betuigen.

Doch nu hij gestorven is, en het denkbeeld rijpte om zijn naam te vereeuwigen door de stichting van een gedenkteeken, nu blijkt eerst ten volle, hoe hoog men hem buiten Frankrijk aanslaat.

The Institution of Civil Engineers te Londen zond een wetenschappelijke uiteenzetting van het werk van Bazin, die bedoelt het oordeel te geven van dat instituut. Een twintigtal vooraanstaande Amerikaansche ingenieurs gaven hun persoonlijk oordeel. Italiaansche. Spaansche. Zweedsche, Noorsche, Deensche, Zwitsersche en Braziliaansche ingenieurs en waterbouwkundigen gaven blijken van hun waardeering.

Bazin werd op zijn 17de jaar toegelaten als leerling op

(1) Ondervinding van dr. Imbeaux op een studiereis in Amerika.

de Ecole polytechnique. Daarna bezocht hij de Ecole des ponts et chaussées. Op zijn 27ste jaar, in 1856, werd hij ingenieur (ingénieur ordinaire), later hoofdingenieur van het kanaal van Bourgogne te Dijon. Hij had het geluk aldaar den waterbouwkundige DARCY aan te treffen, die hem inwijdde in zijn onderzoekingen over de uitstrooming in buizen.

DARCY stierf echter reeds in 1858, en het was zijn leerling die met groote piëteit het werk van den meester voltooide en zelfstandig voortzette. In 1866 diende BAZIN de beroemde *Mémoire* over de afstrooming in buizen in bij de Académie der sciences. Daarna zette hij zijn zelfstandige en vernuftige proeven op waterloopkundig gebied voort. Hij werd in staat gesteld daarmee voort te gaan, dank zij de ruime opvatting der Fransche Regeering, ook toen hij van 1886—1900 het ambt van inspecteur-generaal van den Waterstaat, steeds te Dijon vervulde. En toen hij den leeftijdsgrens bereikt had trok hij zich terug naar zijn eenvoudig buitenverblijf te Chenove, waar hij overleed, zonder zich bewust te zijn van zijn roem. Hij was lid van de Academie van Wetenschappen te Parijs en van de Academia dei Lincei te Rome.

De Kamer van Koophandel en de stad Nancy hebben een gedenksteen geplaatst in den gevel van zijn geboortehuis. De stad Dijon, waar hij zijn levensarbeid heeft verricht, heeft met warmte het denkbeeld begroet om een monument te stichten, aan hem gewijd, en ze heeft daarvoor aangewezen een plaats dicht bij het gedenkteeken van DARCY, ter herinnering aan deze beide groote ingenieurs.

III

Oordeel van The Institution of Civil Engineers over den wetenschappelijken arbeid van Henry Bazin.

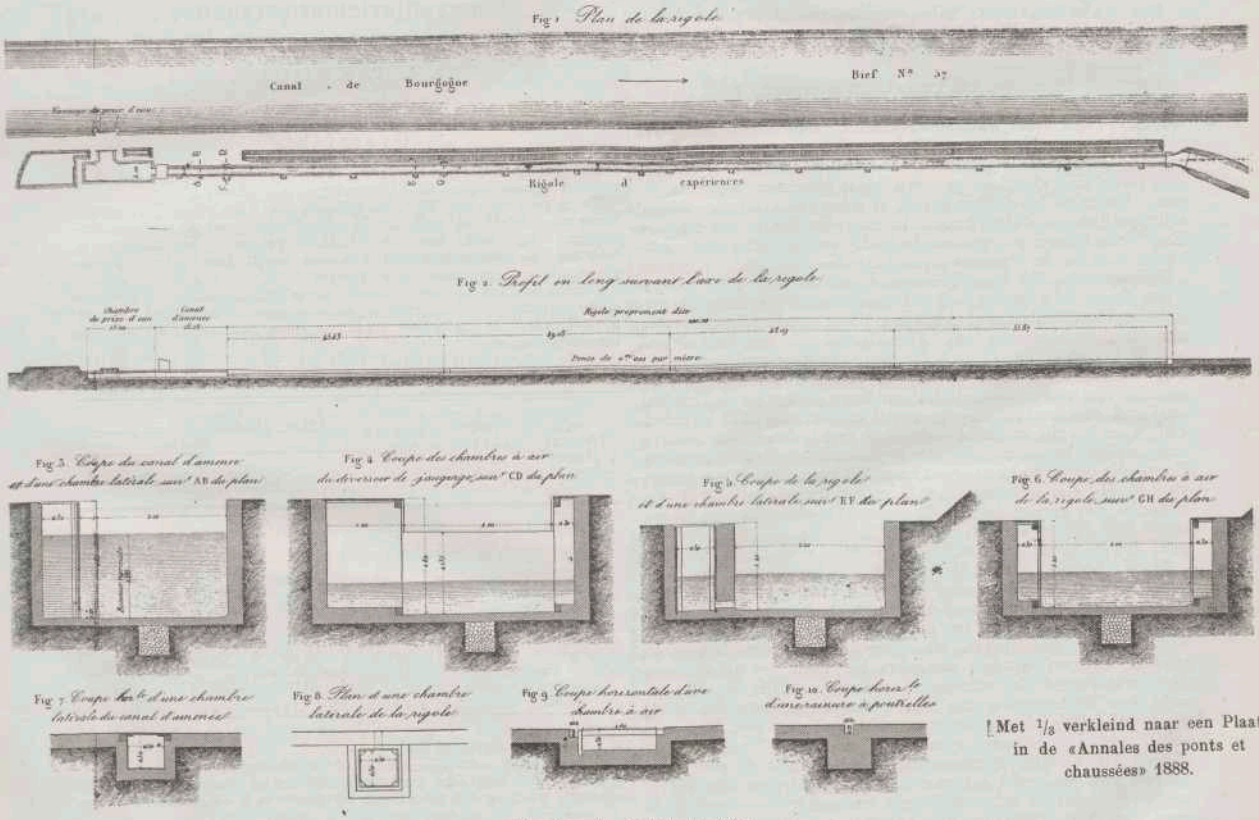
Het Bestuur van dit Instituut, sprekende namens Britsche civiel ingenieurs, geeft zijn oordeel over den wetenschappelijken arbeid, in een nota, waarvan hier een uittreksel volgt.

De arbeid van BAZIN, gedurende een lang leven, voortgezet met kracht, verantwoordelijkheidsgevoel en toewijding, heeft een onvergankelijken stempel gedrukt op den vooruitgang der hydraulica. Zijn resultaten bekleeden een plaats zonder gelijke in het uitgebreide en belangrijke gebied, waarop zijn onderzoekingen betrekking hebben.

Die arbeid van BAZIN zal een blijvende waarde behouden, hoezeer de wetenschap der hydraulica ook zal vooruitgaan en welke nieuwe beproevingsmethoden men ook zal uitdenken. De hydraulica is gedeeltelijk empirisch en gedeeltelijk theoretisch. Men kan niet uit één beginsel de formules voor de afstrooming van water afleiden, zooals men in de elasticiteitstheorie de wetten van den weerstand theoretisch afleidt uit de wet van Hooke. De formules voor afstrooming van water in buizen en kanalen hebben dan ook slechts een beperkte toepassing, begrensd door de proefondervindelijke gegevens, waarop zij zijn gegrond.

HENRY DARCY was de eerste waterbouwkundige, die uitgebreide proeven deed betreffende de afstrooming in buizen en in kanalen. BAZIN werd DARCY's medewerker en na diens dood (1858) zijn opvolger. De bekende *Mémoire* aan de Academie

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM VAN H. BAZIN AAN HET KANAAL VAN BOURGOGNE.



! Met 1/3 verkleind naar een Plaat in de «Annales des ponts et chaussées» 1888.

Fig. 1 en 2. Schaal 1 : 1200.
Fig. 3—10. Schaal 1 : 75.

Fig. 1—10.

van Wetenschappen van 1866 bevat twee hoofdstukken. Het eerste behandelt de snelheid en den afvoer van water in verschillende kanalen met constant dwarsprofiel en de snelheidsveranderingen op verschillende punten van het dwarsprofiel. Voor de hoofdwet van de uitstroomingssnelheid komt BAZIN tot een uitdrukking, gelijksoortig aan die van DARCY voor buizen. Daar de wrijving niet rechtstreeks meetbaar was, loste BAZIN de moeilijkheid op door aan de kanalen verschillende coëfficiënten te geven volgens den aard van hun constructie. Het tweede gedeelte der verhandeling handelt — onvermijdelijk minder volledig — over de afstrooming in kanalen met verticale doorsnede, over het ontstaan van wervels en over de snelheid der golven bij de beweging. Het stuk bevat een groote hoeveelheid onschatbare blijvende gegevens. In twee verhandelingen, die het licht zagen in de *Annales des ponts et chaussées* van 1871 en 1898, geeft BAZIN een overzicht van nadere bekend geworden onderzoekingen over afstrooming in rivieren en kanalen, sedert het verschijnen van zijn eigen werk, en hij bespreekt de verschillende formules en komt tot een eenvoudige wijziging van de oude formule van DARCY, die nauwkeuriger is. Hij verwerpt meer samengestelde formules, omdat er toch geen wetenschappelijke maat bestaat van de wrijving. In 1897 nam hij nog een nieuwe studie ter hand over de verdeeling der snelheid in de dwarsdoorsnede van een buis.

Ten slotte wijst het Britsche Instituut op den grooten arbeid van BAZIN 1886—1898 over den afvoer van water over overlaten en stuwen, in 6 verhandelingen verschenen in de *Annales d. p. e. c.* 1888—1898, om te eindigen met de betuiging van zijn grooten eerbied voor de nagedachtenis van een zoo uitstekend lid van den ingenieursstand.

Het waterloopkundig laboratorium van Bazin aan het kanaal van Bourgogne.

(*Met afbeelding.*)

Dicht bij Dijon, aan het kanaal van Bourgogne, heeft BAZIN, geholpen door zijn trouwen medewerker, den opzichter (conducteur) van den waterstaat HÉGLY, met steun van het Ministerie van Openbare Werken, zijn beroemd waterloopkundig proefstation gebouwd, waar hij gedurende een reeks van jaren zijn klassieke proeven heeft genomen, waarvan hij een uitvoerige beschrijving gaf, al naar mate hij tot wetenschappelijke resultaten kwam, in de reeds hierboven door de Engelsche ingenieurs genoemde reeks van 6 verhandelingen, verschenen in de *Annales d. p. e. c.* 1888—1898, onder den titel „*Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir*".

In fig. 1—10 geven wij daarvan een afbeelding. De inrichting bestaat uit een geul, gelegen op en evenwijdig loopende aan den rechteroever van kanaalpand 57 van het kanaal van Bourgogne (fig. 1). De watervang van deze geul bestaat uit een duikersluisje met 3 openingen van 0.30 M. hoogte en 1 M. breedte. Het water, door middel van dezen duiker aan het kanaal ontleend, valt eerst in een gemetselde kamer, lang 15 M. en breed 4 M., waar het zijn snelheid verliest, en treedt dan in een kanaal, aan welks benedeneinde de type-overlaat ligt, waarmede BAZIN zijn eerste reeks proeven nam. Dit kanaal heeft een lengte van 15 M., een breedte van 2 M. en een diepte van 1.60 M. En beneden dat kanaal begint de eigenlijke geul, die een lengte heeft van 200 M. en een bodemhelling van $^1/_{1000}$ (fig. 2). Deze geul heeft 2 M. breedte, haar verticale wanden hebben 1.20 M. hoogte, en zij is, zoowel als het kanaal dat haar verbindt met de kamer van den watervang, geconstrueerd in magere beton van portland-cement, bestreken met een gladde laag. De wanden van de geul zijn van tijd tot tijd doorbroken door sponningen, waardoor op verschillende punten stuwen kunnen worden aangebracht. Daar het aflezen van den waterstand in stroomend water moeilijk is, als gevolg van de beweging van den waterspiegel, door den wind dan wel door de wijze van afstrooming, zijn er verschillende in cement gemetselde kamertjes aangebracht (fig. 5 en 8), die gemeenschap hebben met de geul door middel van een rond gat van 0.10 M. middellijn, dat zóó is uitgevoerd, dat de schommelingen van den waterspiegel in de geul aan het water in het kamertje slechts in sterk verminderde verhouding worden overgebracht. Die kamertjes zijn geplaatst op 5 M. boven de stuwen, een afstand die groot genoeg is, opdat de kromming van den waterspiegel bij de stuw niet meer merkbaar is. Verder maakte BAZIN gebruik van vlotters en andere vernuftige toestellen om den waterstand zuiver af te lezen.

In de achtereenvolgens verschenen verhandelingen betreffende afstrooming over overlaten, behandelt BAZIN:

1888; de coëfficiënten van afvoer van vrij afstroomend water over de kruin van een verticale lage overlaat, en hij toont aan op welke wijze deze coëfficiënten den invloed ondervinden van de snelheid van het bovenstroomsche water;

1888; vergelijking van den vorm van het langsprofiel van den waterspiegel bij een overlaat, gevormd door een lage stuw, die verticaal staat, dan wel bovenstrooms of benedenstrooms helt; deze helling wijzigt zoowel den vorm van den waterspiegel als de coëfficiënten, die afhangen van de samentrekking, die plaats heeft op de kruin van den overlaat;

1891; den invloed van de door het water medegevoerde lucht op den vorm van het lengteprofiel van den waterspiegel;

1894; verschillende vormen van dit lengteprofiel, onder verschillende voorwaarden van uitstrooming;

1896; strooming van water over hooge verticale stuwen, met rechthoekig dwarsprofiel van bepaalde breedte.

1898; strooming van water over stuwen van zeer verschillend dwarsprofiel.

Nu in 1921 pogingen worden gedaan om te Delft een waterbouwkundig laboratorium op te richten, is het een daad van piëteit om den pioniersarbeid van BAZIN dankbaar te herinneren, die zijn proeven deed op betrekkelijk groote schaal, dank zij de inrichting, die wij hierboven beschreven.

Ir. R. A. VAN SANDICK.

Over den arbeidsfactor, optredende in kwikdampgelijkrichterinstallaties

DOOR

ir. L. P. KRIJGER.

(*Met afbeeldingen.*)

Overzicht.

De differentiaalvergelijkingen van den kwikdampgelijkrichter worden bepaald voor een willekeurig aantal phasen.

Vervolgens worden bij verschillende aantallen phasen, de secundaire arbeidsfactoren bepaald. Daarvoor wordt voor de anodestroomkromme een stuk van een sinusoïde genomen, een benadering, waarvan de toelaatbaarheid bewezen wordt met behulp van de resultaten uit experimenten verkregen.

Daarna worden bij verschillende aantallen phasen en bij verschillende transformatorschakelingen, de primaire arbeidsfactoren bepaald, zoowel voor de primaire transformatorwikkelingen, als voor de toevoerleidingen.

In de belangrijkste gevallen vindt men:

m_1 (Aantal phasen primair.)	m_2 (Aantal phasen secundair.)	Schakeling.	Max. arbeidsfactor $= \mu_{max}$		
			Secundair.	Prim.wikk.	Toevoerl.
1	2	—	0.71	1.00	1.00
3	3	Y/Y	0.69	0.69	0.69
3	3	$\triangle/Y$	0.69	0.69	0.84
3	3	Y/Z	0.69	0.84	0.84
3	3	$\triangle/Z$	0.69	0.84	0.84
3	6	Y/VI	0.55	0.78	0.78
3	6	$\triangle/VI$	0.55	0.78	0.96

Z beteekent zigzagschakeling.

Arbeidsfactor $\mu = \mu_{max} \cos \vartheta$; ϑ is een kleine hoek.

Ten slotte blijkt de kwikdampgelijkrichter een zekere compenseerende werking uit te oefenen bij phaseverschoven wisselstroomen.

* * *

Over den arbeidsfactor, optredende in kwikdampgelijkrichterinstallaties is tot nog toe zeer weinig geschreven. Dit is zeer eigenaardig, want juist deze arbeidsfactor, welke te wijten is aan de vervorming van de stroomkrommen door

de eigenaardige gelijkrichterwerking, speelt m. i. een zeer belangrijke rol bij het bepalen van de meest economische wijze van gelijkstroom-energievoorziening. Immers, de concurrent van den kwikdampgelijkrichter, de eenankeromzetter, neemt juist wat betreft den arbeidsfactor een zeer bijzondere plaats in, door zijn vermogen den arbeidsfactor binnen zekere grenzen naar willekeur te kunnen regelen.

Daar deze arbeidsfactor, zooals reeds werd opgemerkt, te wijten is aan de vervorming van de stroomkrommen door de gelijkrichterwerking, zullen we eerst eens iets dieper ingaan op het bepalen van de bij kwikdampgelijkrichters optredende krommevormen.

Verschillende onderzoekers (1) hebben de stroomkrommevormen berekend, welke optreden in een wisselstroomkring, waarin een electrisch ventiel is opgenomen. Al deze onderzoekingen betreffen echter een enkelvoudig ventiel in een éénphase-wisselstroomleiding geplaatst.

Voor de technische kwikdampgelijkrichters zijn deze berekeningen van weinig belang, omdat daarbij geheel andere verhoudingen optreden.

Door STEINMETZ (2) is het geval van een éénphase-kwikdampgelijkrichter voor constanten stroom geheel analytisch behandeld.

Ik zal nu in het volgende trachten de zaak zoo algemeen mogelijk te behandelen, n.l. voor een willekeurig aantal phasen (m) en een willekeurige belasting. We krijgen dan een schakeling, als in fig. 1 voor het gemak voor drie phasen,

SCHAKELSCHEMA VOOR DRIEPHASEN GELIJKRICHTER.

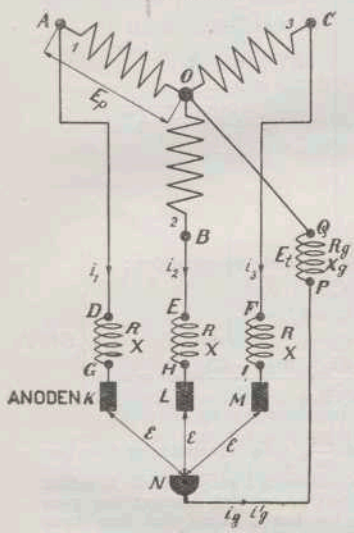


Fig. 1.

BENADERING VAN DE ANODESTROOMKROMME.

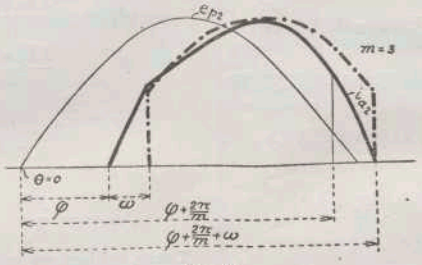


Fig. 2.

BENADERING ANODESTROOMKROMME als $R=X=o$ en $X_g=o$.

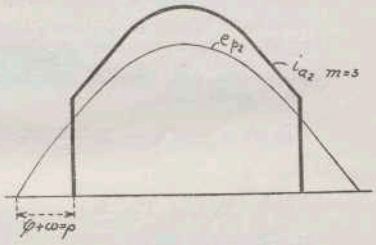


Fig. 3.

is weergegeven. Aan het drie (m) phasennet $O\,A\,B\,C$ is de gelijkrichter $K\,L\,M\,N$ aangesloten. K, L en M zijn de anoden, N is de kathode. Tusschen deze kathode en het sterpunt O is de gelijkstroombelasting $P\,Q$ opgenomen.

We veronderstellen nu:

Het spanningsverlies is in ieder der lichtbogen constant en gelijk aan ε (3). De tegenelectromotorische kracht van de belasting is constant en gelijk aan E_t. R en X zijn de weerstand en de reactantie (4) per phase tusschen het sterpunt O en de anoden K, L en M, terwijl we in den gelijkstroomketen tusschen de kathode N en het sterpunt O een weerstand R_g en een reactantie X_g hebben. De phasespanning is weergegeven door E_p (5).

In de anoden loopen op ieder oogenblik de stroomen i_1, i_2 en i_3. We zullen nu eens de anodestroomen i_1 en i_2 in verband met elkaar beschouwen. De verschillende anodestroomen hebben natuurlijk, wegens de symmetrie van de schakeling, denzelfden vorm; ze zijn alleen ten opzichte van elkaar verschoven en overlappen elkaar over een hoek ω.

We zullen de verschillende hoeken beginnen te meten vanaf het oogenblik dat de phasespanning van de phase, waaraan anode L is aangesloten, door nul gaat. De loopende afgelegde hoek $\omega_1 t$ (waarin $\omega_1 = 2\,\pi\,\nu$, ν = periodental van de wisselspanning) wordt voorgesteld door Θ.

Stel nu de spanning tusschen de anoden K en L wordt gelijk nul, als $\Theta = \phi$, dan bepaalt ϕ dus het moment, dat er een boog aan de tweede anode L ontstaat. (De bogen worden verondersteld in de richting K, L, M rond te loopen.)

We moeten nu in de anodestroomkromme drie termijnen onderscheiden n.l.:

$$1^{\circ}.\quad \text{van } \Theta = \phi \text{ tot } \Theta = \phi + \omega;$$

$$2^{\circ}.\quad \text{van } \Theta = \phi + \omega \text{ tot } \Theta = \phi + \frac{2\pi}{m} \qquad \text{(fig. 2)}$$

$$3^{\circ}.\quad \text{van } \Theta = \phi + \frac{2\pi}{m} \text{ tot } \Theta = \phi + \frac{2\pi}{m} + \omega.$$

Gedurende den eersten termijn bestaan er twee bogen en is de momenteele waarde van den gelijkstroom i'_g, gelijk aan de som van de momenteele waarden van de anodestroomen i_1 en i_2, dus:

$$i'_g = i_1 + i_2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (1)$$

Gedurende den tweeden termijn is alleen de tweede boog aan anode L aanwezig en is dus de gelijkstroom:

$$i_g = i_2.$$

Gedurende den derden termijn bestaan er weer twee bogen en is de gelijkstroom:

$$i'_g = i_2 + i_3.$$

De gelijkstroom is volgens deze onderstelling dus i'_g gedurende den tijd, dat er twee bogen bestaan en i_g, gedurende den tijd, dat er slechts één aanwezig is.

Gedurende den eersten termijn is de spanning tusschen N en O gelijk aan:

$$\overline{E}_p \sin\Theta - R\,i_2 - X\frac{d\,i_2}{d\,\Theta} - \varepsilon \qquad \text{(via } B\,E\,H\,L\text{)}$$

ôf

$$\overline{E}_p \sin\left(\Theta + \frac{2\pi}{m}\right) - R\,i_1 - X\frac{d\,i_1}{d\,\Theta} - \varepsilon \qquad \text{(via } A\,D\,G\,K\text{)}$$

ôf

$$E_t + R_g\,i'_g + X_g\frac{d\,i_g{}'}{d\,\Theta} \qquad \text{(via } P\,Q\text{)}$$

(1) N. PAPALEXI (*Annalen der Physik* 1912, Bd. 39, blz. 976). SCHULZE en LINDEMANN (*Physikal. Zeitschrift* 1914, Bd. 15, blz. 254). W. JÄGER (*Archiv für Elektrotechnik* 1914, blz. 418).

(2) CH. P. STEINMETZ (*Proc. of the Am. Inst. of El. Engineers* 1905, blz. 743).

(3) Aan deze voorwaarde is bij kwikdampgelijkrichters nagenoeg voldaan, zooals uit door verschillende onderzoekers opgenomen oscillogrammen blijkt.

(4) De verschillende reactanties zijn bedoeld bij het periodental ν van de opgedrukte wisselspanning.

(5) Een periodieke grootheid zal ik aldus weergeven:
a = momenteele waarde.
A = effectieve waarde.
$A_{gem.}$ = gemiddelde waarde.
$\overline{A}$ = maximumwaarde.

Hieruit volgen onderstaande vergelijkingen:

$$+\bar{E}_p \sin\Theta - R i_2 - X\frac{d i_2}{d\Theta} - \varepsilon - \bar{E}_p \sin\left(\Theta + \frac{2\pi}{m}\right) + \\ + R i_1 + X\frac{d i_1}{d\Theta} + \varepsilon = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2^1)$$

en

$$+\bar{E}_p \sin\Theta - R i_2 - X\frac{d i_2}{d\Theta} - \varepsilon - E_t - R_g i'_g - X_g\frac{d i'_g}{d\Theta} = 0 \quad (4)$$

Verg. (2^1) is te vereenvoudigen tot:

$$2\,\bar{E}_p \cos\varphi \sin(\Theta - \varphi) + R(i_1 - i_2) + X\frac{d}{d\Theta}(i_1 - i_2) = 0 \quad . \quad (2)$$

waarin $$\varphi = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m}$$

Elimineer hieruit i_1, door verg. (1) in (2) substitueeren:

$$2\bar{E}_p \cos\varphi \sin(\Theta - \varphi) + R(i'_g - 2 i_2) + X\frac{d}{d\Theta}(i'_g - 2 i_2) = 0 \quad (3)$$

Elimineer verder i_2 uit verg. (3) en (4), door te nemen: (3) $- 2 \times$ (4), dan vinden we:

$$2\,\bar{E}_p \cos\varphi \sin(\Theta - \varphi) - 2\,\bar{E}_p \sin\Theta + 2\varepsilon + 2 E_t + \\ + (2 R_g + R) i'_g + (2 X_g + X)\frac{d i'_g}{d\Theta} = 0$$

of:

$$(2 X_g + X)\frac{d i'_g}{d\Theta} + (2 R_g + R) i'_g + 2 E_t{}^1 + \\ + 2\bar{E}_p \sin(\Theta - \varphi) \cos\varphi - 2\,\bar{E}_p \sin\Theta = 0 \quad . \quad . \quad (5)$$

Hierin is dus: $E_t{}^1 = E_t + \varepsilon$.

Gedurende den tweeden termijn is de spanning tusschen N en O gelijk aan:

$$\bar{E}_p \sin\Theta - R i_2 - X\frac{d i_2}{d\Theta} - \varepsilon. \qquad \text{(via } B\,E\,H\,L\text{)}$$

of

$$E_t + R_g i_g + X_g\frac{d i_g}{d\Theta} \qquad \text{(via } P\,Q\text{)}$$

Hieruit volgt, omdat $i_g = i_2$.

$$\bar{E}_p \sin\Theta - R i_g - X\frac{d i_g}{d\Theta} - \varepsilon - E_t - R_g i_g - X_g\frac{d i_g}{d\Theta} = 0$$

of:

$$\bar{E}_p \sin\Theta - E_t{}^1 - (R + R_g) i_g - (X + X_g)\frac{d i_g}{d\Theta} = 0 \quad . \quad (6)$$

Voor den derden termijn behoeven we geen nieuwe vergelijkingen te vinden, immers $i_2 = i'_g - i_a$ gedurende dien tijd. Uit de 3 verg. (3), (5) en (6) zijn reeds op te lossen: i_g en i'_g en i_2, gedurende den termijn $\Theta = \phi$ tot $\Theta = \phi + \omega$.

Voor den termijn $\Theta = \phi + \frac{2\pi}{m}$ tot $\Theta = \phi + \frac{2\pi}{m} + \omega$ is wegens de symmetrie echter $i_3 = i_2$ gedurende den termijn $\Theta = \phi$ tot $\Theta = \phi + \omega$. Hieruit volgt dus, dat wanneer de 3 verg. (3), (5) en (6) zijn opgelost, ook i_2 gedurende den derden termijn bekend is.

Voor de differentraalvergelijkingen van den gelijkrichter vinden we dus, als we voor i_2 de algemeene momenteele waarde van een anodestroom, gedurende den eersten termijn, i_a, invoeren (de vormen van alle anodestroomen zijn immers wegens de symmetrie van de schakeling gelijk):

(I) $$x\frac{d}{d\Theta}(i'_g - 2 i_a) + R(i'_g - 2 i_a) + \\ + 2\bar{E}_p \sin(\Theta - \varphi) \cos\varphi = o \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

(II) $$(2 X_g + X)\frac{d i'_g}{d\Theta} + (2 R_g + R) i'_g + 2 E_t{}^1 + \\ + 2\bar{E}_p \sin(\Theta - \varphi) \cos\varphi - 2\bar{E}_p \sin\Theta = o \quad . \quad (5)$$

(III) $$(X + X_g)\frac{d i_g}{d\Theta} + (R + R_g) i_g + E_t{}^1 - \bar{E}_p \sin\Theta = o \quad (6)$$

De algemeene oplossingen van deze vergelijkingen luiden:

$$i'_g - 2 i_a = A \cdot e^{-a\Theta} + A_1 \sin(\Theta - \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

$$i'_g = B \cdot e^{-b\Theta} + B_1 \sin(\Theta - \beta) + B_2 \quad . \quad . \quad (8)$$

$$i_g = C \cdot e^{-c\Theta} + C_1 \sin(\Theta - \gamma) + C_2 \quad . \quad . \quad (9)$$

Hierin zijn A, B en C integratieconstanten, welke bepaald moeten worden uit de randvoorwaarden.

De andere constanten: a, b en c, A_1, B_1, C_1, B_2, C_2 α, β en γ zijn onbepaalde coëfficienten, die we als volgt kunnen bepalen: Substitueer (7), (8) en (9) in (I), (II) en (III), dan vinden we 3 identiteiten, welke moeten gelden, onafhankelijk van de waarde van Θ. Daarom moeten gelijk aan nul zijn:

1°. de termen met integratieconstanten;
2°. de constante termen;
3°. de termen met $\sin\Theta$;
4°. de termen met $\cos\Theta$.

Dit geeft 11 verg., waaruit de 11 constanten opgelost kunnen worden. We vinden dan:

$$a = \frac{R}{X} \qquad b = \frac{R'}{X'} \qquad c = \frac{R''}{X''}$$

$$\alpha = \Psi + \varphi - \pi \qquad \beta = \Psi' + \varphi + \frac{\pi}{2} \qquad \gamma = \Psi''$$

$$A_1 = +\frac{2\bar{E}_p \cos\varphi}{Z} \qquad B_1 = -\frac{2\bar{E}_p \sin\varphi}{Z} \qquad C_1 = \frac{\bar{E}_p}{Z''}$$

$$B_2 = -\frac{2 E_t'}{R'} \qquad C_2 = -\frac{E_t'}{R''}$$

Hierin is gesteld:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \qquad t_g\Psi = \frac{X}{R}$$

$$R' = R + 2 R_g \qquad X' = X + 2 X_g \qquad Z' = \sqrt{R'^2 + X'^2} \qquad t_g\Psi' = \frac{X'}{R'}$$

$$R'' = R + R_g \qquad X'' = X + X_g \qquad Z'' = \sqrt{R''^2 + X''^2} \qquad t_g\Psi'' = \frac{X''}{R''}$$

Thans hebben we nog de volgende voorwaarden:

$$\left.\begin{array}{lll} 1°.\ \text{voor } \Theta = \phi: & i_a = o & \\ 2°.\ \text{voor } \Theta = \phi + \omega: & i_a = i_g' = i_g & \\ 3°.\ \text{voor } \Theta = \phi + \frac{2\pi}{m}: & i_g = i_g' \ (\text{voor } \Theta = \phi) & \\ & \frac{d i_g}{d\Theta} = \frac{d(i_g' - i_a)}{d\Theta} \ (\text{voor } \Theta = \phi) & \end{array}\right\} \quad (10)$$

Deze laatste voorwaarde beredeneeren we als volgt:

Op het moment $\Theta = \phi + \frac{2\pi}{m}$, mag de spanning tusschen L en O slechts één waarde hebben, n.l. gelijk aan die tusschen M en O: $E_p \sin\phi$ (er vloeit n.l. op dat moment nog geen stroom door M). Immers op het moment dat deze twee spanningen aan elkaar gelijk worden, ontstaat een boog aan anode M.

De spanning tusschen L en O kunnen we op twee manieren uitdrukken n.l.:

$$\underbrace{\bar{E}_p \sin\left(\phi + \frac{2\pi}{m}\right) - X\frac{d i_g}{d\Theta} - i_g R}_{\text{voor } \Theta = \phi + \frac{2\pi}{m}}$$

en $$\underbrace{\bar{E}_p \sin\left(\phi + \frac{2\pi}{m}\right) - X\frac{d(i_g' - i_a)}{d\Theta} - (i_g' - i_a) R}_{\text{voor } \Theta = \phi}$$

Door de anode L vloeit n.l. een stroom: $i_g \left(\text{voor } \Theta = \phi + \frac{2\pi}{m}\right)$

$i_g' - i_a \ (\text{voor } \Theta = \phi)$

Uit de voorwaarden (10) volgen nu de constanten A, B en C en de hoeken ϕ en ω.

Het oplossen van deze 5 verg. is echter niet exact mogelijk en de benaderde oplossing is zeer tijdroovend.

We zullen daarom op het algemeene geval niet verder ingaan en ons beperken tot de oplossing van het eenvoudige geval, dat R en X te verwaarloozen klein zijn.

Dan zien we direct, dat ϕ gelijk moet zijn aan φ.

Immers als $\Theta = \varphi$, worden nu de spanningen tusschen het sterpunt O en de anoden K en L gelijk en begint dus de boog aan anode L, (verg. blz. 145), want als $R = X = o$, is op het moment $\Theta = \varphi$ de spanning tusschen K en O:

$$E_p \sin\left(\varphi + \frac{2\pi}{m}\right) = \overline{E}_p \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m} + \frac{2\pi}{m}\right) = \overline{E}_p \sin\varphi$$

en tusschen L en O: $\overline{E}_p \sin\varphi$.

Verder is $\omega = 0$; immers gedurende den tijd dat er twee bogen bestaan, moet de spanning tusschen N en K gelijk zijn aan die tusschen N en L, gelijk aan ε, of de spanning tusschen K en O gelijk zijn aan die tusschen L en O. Dit geschiedt in dit eenvoudige geval slechts op het ééne moment $\Theta = \varphi$. De eene anodestroom begint dus, juist als de andere eindigt. Er ontstaat bij dit denkbeeldige geval, dat nochthans in vele practische gevallen benaderd wordt, een sprong in de anodestroomkromme. De anodestroom valt op de momenten $\Theta = \varphi + k\frac{2\pi}{m}$ (k is willekeurig geheel getal) plotseling van de waarden van den gelijkstroom, op die momenten, op nul, resp. stijgt van nul tot aan die waarde. Van de drie termijnen van de anodestroomkromme blijft er slechts één, de middelste, over, die dus voor de anode L loopt van $\Theta = \varphi$ tot $\Theta = \varphi + \frac{2\pi}{m}$

Van de de 3 differentiaalverg. blijft alleen (III) over en deze wordt:

$$X_g \frac{d\,i_g}{d\,\Theta} + R_g\, i_g - E_p \sin\Theta + E_t^1 = 0$$

De algemeene oplossing hiervan luidde: (verg. (9))

$$i_g = C \cdot e^{-c\Theta} + C_1 \sin(\Theta - \gamma) + C_2$$

waarin:

$$\left.\begin{aligned} c &= \frac{R_g}{X_g} \\ C_1 &= \frac{\overline{E}_p}{Z_g} \\ \gamma &= \psi_g \\ C_2 &= -\frac{E_t^1}{R_g} \end{aligned}\right\} \quad Z_g = \sqrt{R_g^2 + X_g^2} \qquad tg\,\psi_g = \frac{X_g}{R_g}$$

De integratieconstante C volgt uit de voorwaarde:

$$i_g\,(\text{voor}\ \Theta = \varphi) = i_g\left(\text{voor}\ \Theta = \varphi + \frac{2\pi}{m}\right)$$

of:

$$C \cdot e^{-c\varphi} + C_1 \sin(\varphi - \gamma) + C_2 = C \cdot e^{-c\left(\varphi + \frac{2\pi}{m}\right)} + C_1 \sin\left(\varphi + \frac{2\pi}{m} - \gamma\right) + C_2,$$

waaruit:

$$C = \frac{2\,C_1 \sin\frac{\pi}{m} \sin\gamma}{e^{-c\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m}\right)} - e^{-c\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m}\right)}}$$

Hiermede is dus dit eenvoudige geval opgelost.

Gaan we thans over tot het bepalen van den arbeidsfactor.

In de meeste gevallen is de gelijkrichter direct aan de secnndaire zijde van een transformator aangesloten. In fig. 1 stelt dan $O\ A\ B\ C$ die secundaire wikkeling van den transformator voor.

Allereerst zullen we nu den arbeidsfactor, optredende op de secundaire zijde, nader beschouwen. Voor iedere secundaire phase vinden we:

$$\text{arbeidsfactor: } \mu_2 = \frac{W_{p2}}{E_{p2}\, I_{a2}}$$

Hierin is W_{p2} het vermogen per secundaire phase.

W_{p2} en I_{a2} zijn met behulp van de verg. (7), (8) en (9) uit verschillende integraties te bepalen. Dit wordt echter een ontzettend werk en geeft weinig overzichtelijke uitkomsten.

Het eenvoudigste is het, de vervormde anodestroomkrommen te vervangen door een stuk van een sinuskromme, dat denzelfden arbeidsfactor levert met de phasespanning. Het ligt dan voor de hand, de anodestroomkromme te vervangen door het stuk van een sinuskromme, die een hoek $\phi + \omega - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m}$ verschoven is t. o. v. de phasespanning van de phase, waaraan de beschouwde anode verbonden is, begrepen tusschen de ordinaat bij $\phi + \omega$ en bij $\phi + \omega + \frac{2\pi}{m}$.

Voor de berekening van den arbeidsfactor is de maximumwaarde van die sinuskromme van geen belang.

In fig. 2 vervangt aldus b.v. de streep-punt geteekende kromme, de getrokken kromme, welke uit een oscillogram werd verkregen.

Dat deze benadering voor de berekening van den arbeidsfactor toelaatbaar is, zal later blijken (zie blz. 148). Voor het geval $R = X = 0$ en zuivere weerstandsbelasting is de volgens de voorafgaande benadering aangenomen kromme absoluut juist. Immers, verg. (9) gaat dan over in:

$$i_g = C_1 \sin\Theta + C_2, \text{ geldig tusschen } \Theta = \varphi \text{ en } \Theta = \varphi + \frac{2\pi}{m}$$

(zie eerste kolom op deze bladzijde).

Daar in dit geval $\phi + \omega = \varphi$ is, is de benaderde kromme precies dezelfde als de werkelijk optredende (zie fig. 3).

Algemeen kunnen we het vermogen per phase bij een phasespanning en -stroom als in fig. 4 aangegeven, als volgt berekenen:

PHASESPANNING EN BENADERDE PHASESTROOM SECUNDAIR.

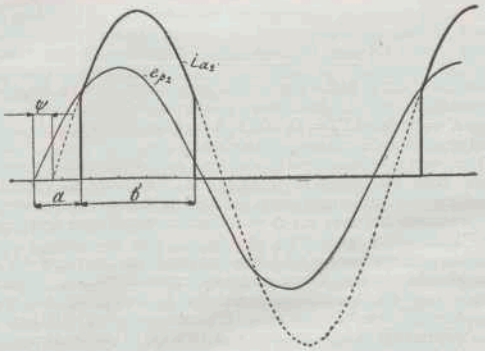


Fig. 4.

$$W_{p_2} = \frac{1}{2\pi}\int_a^{a+b} e_{p_2}\, i_{a_2}\, d\,\Theta$$

of algemeen zonder indices:

$$W = \frac{1}{2\pi}\int_a^{a+b} e\, i\, d\,\Theta$$

$$W = \frac{\overline{E}\,\overline{I}}{2\pi}\int_a^{a+b} \sin\Theta \sin(\Theta - \Psi)\, d\,\Theta$$

$$W = \frac{\overline{E}\,\overline{I}}{4\pi}\left\{b\cos\Psi - \sin b\cos(2a + b - \Psi)\right\}$$

In ons geval is:

$$\overline{E} = \overline{E}_{p_2} \qquad \overline{I} = \overline{I}_{a_2} \qquad W = W_{p_2}$$

$$a = \phi + \omega \qquad b = \frac{2\pi}{m} \qquad \Psi = \phi + \omega - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m}$$

Dit gesubstitueerd, geeft:

$$W_{p2} = \left(\frac{2\pi}{m} + sin\ \frac{2\pi}{m}\right) \frac{\overline{E}_{p2}\ \overline{I}_{a2}}{4\pi}\ sin\left(\phi + \omega + \frac{\pi}{m}\right)$$

Nu moeten we nog de effectieve waarde I_{a2} bepalen:

$$I_{a_2}{}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{m}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{m}} \overline{I}_{a2}{}^2\ sin^{\,2}\Theta\ d\,\Theta$$

$$I_{a2}{}^2 = \frac{\overline{I}_{a2}{}^2}{4\pi} \left(\frac{2\pi}{m} + sin\ \frac{2\pi}{m}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

We vinden aldus:

$$\mu_2 = \frac{W_{p2}}{E_{p2}\ I_{a2}} = \left(\sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{2\pi}\ sin\ \frac{2\pi}{m}}\right) sin\left(\phi + \omega + \frac{\pi}{m}\right) \quad (12')$$

We zullen invoeren:

$$\delta = \phi + \omega - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m}$$

Dus:

$$\phi + \omega + \frac{\pi}{m} = \delta + \frac{\pi}{2}$$

of:

$$\mu_2 = \left(\sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{2\pi}\ sin\ \frac{2\pi}{m}}\right) cos\ \delta \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Dan vinden we bij verschillende phasentallen:

m	μ_2	$\mu_2\ max$
2	0.71 $cos\ \delta$	0.71
3	0.69 $cos\ \delta$	0.69
6	0.55 $cos\ \delta$	0.55
12	0.40 $cos\ \delta$	0.40

We zien dus, dat de max. arbeidsfactor, welke secundair te bereiken is, in het niet te verwezenlijken ideale geval $R = X = 0$ en $X_g = 0$, 0.71 bedraagt en optreedt in het geval van een éénphasegelijkrichter.

Voor een zesphasengelijkrichter, welke meestal gebruikt wordt voor de grootere vermogens, heeft de te gebruiken transformator minstens secundair 80 pCt. meer koper noodig, dan wanneer hij met $cos\ \phi = 1$ belast werd, voor driephasen 45 pCt. meer koper.

Thans zullen we eerst eens nagaan, in hoeverre de hier ontwikkelde theorie klopt met het experiment.

Door mij zijn metingen verricht in het electrotechnisch laboratorium der Technische Hoogeschool te Delft aan een driephasengelijkrichter voor 5 *A*, welke in de werkplaatsen dier Hoogeschool vervaardigd is, en daarbij bleek o. a. het volgende:

I. Bij een schakeling volgens fig. 1, waren R en X te verwaarloozen, R_g variabel; X_g werd ingesteld op twee waarden, verkregen door de luchtspleet van een in den gelijkstroomketen geschakelden moorspoel in te stellen op 2 waarden.

	E_{p2}	I_{a2}	W_{p2}	μ_2
Smoorspoel in gelijkstroomketen, luchtspleet: 5.07 m.M.	126 V.	1.1 A.	95 W.	0.684
	125	1.65	140	0.679
	126	2.40	202	0.668
Smoorspoel in gelijkstroomketen, luchtspleet: 0 m.M.	125	0.60	50	0.666
	125	1.15	100	0.666
	125	1.70	142	0.670
	125	2.10	177	0.674

De gevonden waarden voor den arbeidsfactor μ_2 kloppen mooi met de voorgaande theorie. Immers daar vonden we: $\mu_2 = 0.69\ cos\ \delta$. Voor de kleinste waarde van μ_2 vonden we: 0.67.

De kleinste waarde van $cos\ \delta$ zou dan dus moeten zijn: $\frac{0.67}{0.69} = 0.971$ of $\delta = 14°$, een waarde welke aardig klopte met opgenomen oscillogrammen.

Nog mooier blijkt de overeenstemming tusschen theorie en experiment uit:

II. Schakeling volgens fig. 1.

$R = 0.9\ \Omega \quad Rg =$ variabel $\quad X = 19.5\ \Omega \quad X_g = 185\ \Omega.$

Hierbij vond ik het volgende:

E_{p2}	I_{a2}	W_{p2}	μ_2
126 V.	1.40 A.	100 W.	0.567
126	1.14	82.5	0.573
126	0.80	62.5	0.62

Bij het middelste geval: $\mu_2 = 0.573$, was $Rg = 33\ \Omega$.

Volgens onze veronderstellingen zou $\mu_2 = 0.573$ overeenkomen met een $cos\ \delta = \frac{0.573}{0.69} = 0.831$, of $\delta = 34°$.

Om te zien of werkelijk deze waarde van δ optrad, heb ik bij $Rg = 33\ \Omega$ het oscillogram fig. 5 opgenomen (de spanningskromme geeft de gekoppelde spanning, 30° naijlende t. o. v. de phasespanning). Opgemeten uit dit oscillogram, vinden we: $\delta = 36°$.

De overeenstemming is dus schitterend.

OSCILLOGRAM VAN SECUNDAIRE PHASESTROOMEN EN GEKOPPELDE SPANNING.

$R = 0{,}9\ \Omega \quad R_g = 33\ \Omega \quad X = 19{,}5\ \Omega \quad X_g = 185\ \Omega.$



Fig. 5.

Nadat we aldus de toelaatbaarheid van onze veronderstellingen hebben aangetoond, zullen we verder gaan met de berekening van den arbeidsfactor en wel nu op de primaire zijde van den transformator. Hier treedt n.l. het eigenaardige geval op, dat primaire en secundaire arbeidsfactor zeer belangrijk van elkaar afwijken bij gebruik van een normalen transformator. De primaire arbeidsfactor bij een bepaalde gelijkrichterinstallatie hangt geheel af van de transformatorschakeling.

Ik zal nu de volgende gevallen eens nader beschouwen.

No.	Aantal phasen.		Schakeling.	Primair nulpunt.
	Primair.	Secundair.		
1	1	2	—	
2	4 (onvoll.)	4	$L_o/+_o$	
3	3	3	Y_o/Y_o	aangesloten.
4	3	3	Y/Y_o	niet » »
5	3	3	$\triangle/Y_o$	
6	3	3	Y_o/Z_o	aangesloten.
7	3	3	Y/Z_o	niet » »
8	3	3	$\triangle/Z_o$	
9	3	6	Y_o/VI_o	aangesloten.
10	3	6	Y/VI_o	niet » »
11	3	6	$\triangle/VI_o$	

Z beteekent zigzagschakeling.

De 1e, 2e, 3e en 9e schakeling kunnen we gemeenschappelijk beschouwen, wanneer we het aantal phasen primair in die gevallen noemen: resp. $m_1 = 1, 2, 3, 3$ en secundair: resp. $m_2 = 2, 4, 3, 6$.

We hebben hierbij dus 2 gevallen: n.l. $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$ of $\frac{m_1}{m_2} = 1$.

Noem het aantal windingen per phase: primair w_1 en secundair: w_2. Dan moet op ieder moment, bij verwaarloozing van den nullaststroom: $i_2 w_2 = i_1 w_1$, waarin i_1 en i_2 de momenteele waarden zijn van primaire en secundaire phasestroomen. Dit is zoo, omdat op ieder moment slechts door één phase, zoowel primair als secundair stroom vloeit, tenminste wanneer we de stroomkrommen op de aangegeven wijze vereenvoudigen, waarbij we dus geen overlapping van de anodestroomen beschouwen.

Bij gewonen wisselstroom zou $i_2 w_2 = i_1 w_1$ in het geval

TRANSFORMATORSCHAKELING Y_0/VI_0.

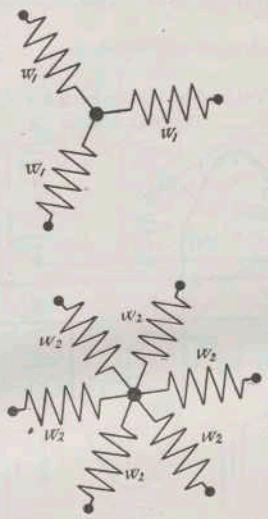


Fig. 6.

van fig. 6 niet juist zijn. Hier is n.l.: $i_1 w_1 = 2\, i_2 w_2$.

In ons geval is dus:

$$i_1 = \frac{i_2 w_2}{w_1} = \frac{i_2 m_1}{m_2 . u} \text{ als } u = \frac{m_1 w_1}{m_2 w_2}$$

Als $m_1 = m_2$, vinden we:

$$I_1^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{i_2^2 m_1^2}{m_2^2 u^2}\, d\Theta ;$$

immers de stroom van één secundaire phase correspondeert dan met den stroom van één primaire phase.

Als $m_1 = \frac{1}{2}\, m_2$ vinden we:

$$I_1^2 = \frac{1}{2\pi} . 2 \int_0^{2\pi} \frac{i_2^2 m_1^2}{m_2^2 u^2}\, d\Theta ;$$

immers nu correspondeert de stroom van twee secundaire phasen (over 180° verschoven) met den stroom van één primaire.

Algemeen geldt dus voor $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$ of $\frac{m_1}{m_2} = 1$:

$$I_1^2 = \frac{1}{2\pi} . \frac{m_2}{m_1} \int_0^{2\pi} \frac{i_2^2 m_1^2}{m_2^2 . u^2}\, d\Theta = \frac{m_1}{2\pi u^2 m_2} \int_0^{2\pi} i_2^2\, d\Theta$$

In ons geval is i_2 van $\Theta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m_2}$ tot $\Theta = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m_2}$ gelijk aan: $\overline{I_{a2}}\, sin\, \Theta$

$$\text{Dus: } I_1^2 = \frac{m_1}{u^2 . m_2} . \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m_2}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m_2}} \overline{I_{a2}}^2\, sin^2\, \Theta\, d\Theta = \frac{m_1}{u^2 m_2} . \overline{I_{a2}}^2$$

$$I_1 = \frac{\overline{I_{a2}}}{u} \sqrt{m_1/m_2}$$

Stel: vermogen per phase primair: W_{p1}, secundair: W_{p2} dan is: $W_{p1} = \frac{m_2}{m_1} . W_{p2}$, bij verwaarloozing van de transformatorverliezen.

Verder is: $E_{p1} = \frac{m_2\, u}{m_1} E_{p2}$

$$\text{Dus: } \mu_1 = \frac{W_{p1}}{E_{p1}\, I_1} = \frac{\frac{m_2}{m_1} . W_{p2}}{\frac{m_2\, u}{m_1} . E_{p2} . \frac{I_{a2}}{u} \sqrt{m_1/m_2}}$$

$$\mu_1 = \frac{W_{p2}}{E_{p2}\, I_{a2}} \sqrt{m_2/m_1} = \mu_2 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \left\{ \mu_{2max} \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \right\} cos\, \delta$$

We vinden aldus:

m_2	m_1	$\mu_2\, max$	$\mu_1\, max$
2	1	0.71	1.00
3	3	0.69	0.69
4	2	0.64	0.91
4	4	0.64	0.64
6	3	0.55	0.78

We zien dus, dat voor een éénphasegelijkrichter de primaire arbeidsfactor maximum = 1 te bereiken is, als $cos\, \delta = 1$.

Voor een driephasentransformator is hier de Y_o/Y_o schakeling met aangesloten nulpunt niet te verliezen, want de maximum arbeidsfactor is dan nog slechts 0,69. Voor een zesphasengelijkrichter wordt de primaire arbeidsfactor bij deze schakeling beter dan de secundaire, doch blijft laag.

Een betere primaire arbeidsfactor is voor een driephasengelijkrichter te verkrijgen, door de $\triangle/Y_0$ schakeling; immers door de toevoerleidingen gaat nu de som van twee phasestroomen. De arbeidsfactor in de transformatorphasen blijft natuurlijk dezelfde.

We krijgen nu een schakeling als in fig. 7 is weergegeven, waarin door pijltjes de stroomrichtingen in de verschillende transformatorphasen en de toevoerleidingen zijn aangegeven, telkens over 120°. In de toevoerleidingen krijgen we dus een stroom, als in fig. 8 aangegeven.

De arbeidsfactor in de toevoerleidingen is nu:

$$\mu_{l1} = \frac{W_{l1}}{E_{l1}\, I_{l1}}$$

$$W_{l1} = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3} + \vartheta}^{\frac{\pi}{3} + \vartheta + \frac{2\pi}{3}} e_{l1}\, i_{l1}\, d\Theta + \frac{1}{2\pi} \int_{\pi + \vartheta}^{\pi + \vartheta + \frac{2\pi}{3}} e_{l1}\, i_{l1}\, d\Theta$$

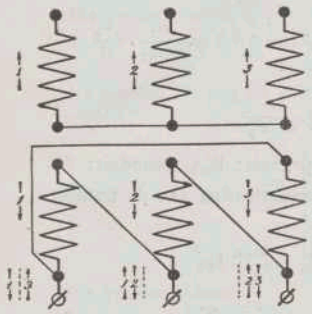
$$= \frac{\overline{E_{l1}}\ \overline{I_{l1}}\ \sqrt{3}}{4\pi} \left(\frac{2\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) cos\, \delta$$

$$E_{l1} = \frac{\overline{E_{l1}}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{l1} = \sqrt{2} . \frac{\overline{I_{l1}}}{2\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{2\pi}{3} + sin\, \frac{2\pi}{3}} \quad \text{(verg. (11))}$$

$$= \frac{\overline{I_{l1}} \sqrt{\frac{2\pi}{3} + sin\, \frac{2\pi}{3}}}{\sqrt{2\pi}}$$

TRANSFORMATORSCHAKELING $\triangle/Y_o$.
SECUNDAIR.



PRIMAIR.
Fig. 7.

TRANSFORMATORSCHAKELING $\triangle/Y_o$.
STROOM IN PRIMAIRE TOEVOERLEIDINGEN.

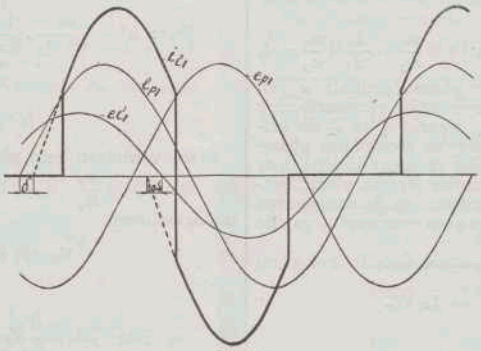
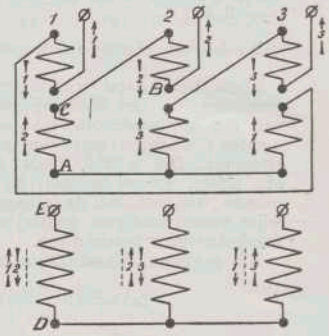


Fig. 8.

TRANSFORMATORSCHAKELING Y/Z_o.
SECUNDAIR.



PRIMAIR.
Fig. 9.

Dus:

$$\mu_{II} = \frac{W_{II}}{E_{II}\, I_{II}} = \frac{\frac{E_{II}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{II}}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\frac{2\pi}{3} + \sin\frac{2\pi}{3}}}{\frac{E_{II}\, I_{II}\, \sqrt{3}}{4\pi} \left(\frac{2\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cos\delta}$$

$$\mu_{II} = \left(\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi}}\right) \cdot \cos\delta = 0{,}84 \cos\delta$$

$$\mu_{II\ max} = 0{,}84.$$

We zien, dat op deze wijze voor de toeverleidingen een hoogere arbeidsfactor te verkrijgen is. Voor de primaire wikkeling blijft de arbeidsfactor echter: $\mu_{p1\ max} = 0{,}69$.

Willen we ook den arbeidsfactor voor de primaire transformatorwikkeling verbeteren, dan moeten we secundair zigzag schakelen. Hierbij zullen we 3 gevallen onderscheiden:

1°. Primair: ster. Secundair: zigzag. Het nulpunt wordt primair niet aangesloten.

De schakeling kan dan zijn, als in fig. 9 is aangegeven.

De pijltjes stellen hetzelfde voor als in fig. 8.

De met 2 gemerkte secundaire stroom in de wikkeling op kern 1, is een stuk van een sinuskromme, die een hoek δ naijlend verschoven is ten opzichte van de spanning tusschen A en B, dus een hoek $30-\delta$ voorijlend verschoven t. o. v. de spanning tusschen A en C (zie fig. 10).

SECUNDAIR SPANNINGSDIAGRAM BIJ Y/Z_o-SCHAKELING.

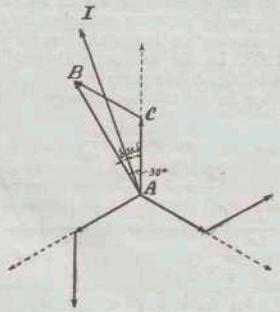


Fig. 10.

De vector I in fig. 10 stelt voor de sinuskromme, waarvan de bovenbedoelde secundaire stroom een stuk is.

Het met 2 gemerkte (fig. 9) gedeelte van den primairen stroom in de wikkeling op kern 1 is dus een stuk van een over een hoek $(30-\delta)$ voorijlend t. o. v. de spanning tusschen D en E verschoven sinuskromme.

In iedere primaire phase krijgen we dus een stroomverloop als in fig. 11, weergegeven in zijn juiste verhouding t. o. v.

TRANSFORMATORSCHAKELING Y/Z_o.
PRIMAIRE STROOM.

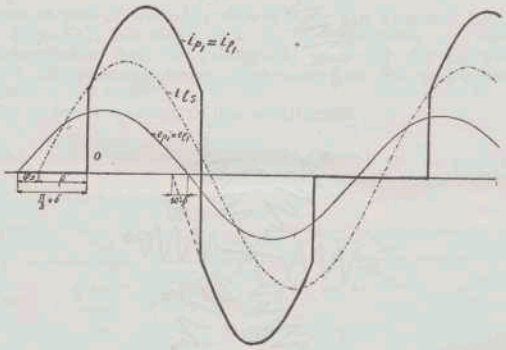


Fig. 11.

de phasespanning. We zien, dat stroom en spanning denzelfden vorm hebben als in fig. 8 en over hetzelfde bedrag in dezelfde richting t. o. v. elkaar verschoven zijn. We vinden hier dus dezelfde waarde van den arbeidsfactor n.l.:

$$\mu_{l1} = \mu_{p1} = 0{,}84 \cos\delta$$

$$\mu_{l1max} = 0{,}84 = \mu_{p1max}$$

Deze arbeidsfactor geldt hier nu zoowel voor phase- als voor lijnstroom; immers die twee zijn in dit geval dezelfde, zoodat nu ook voor de primaire transformatorwikkeling de gunstigere arbeidsfactor geldt.

SECUNDAIR SPANNINGSDIAGRAM BIJ Y/Z_o SCHAKELING.

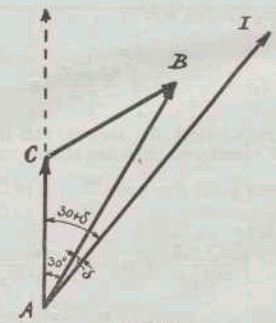


Fig. 12.

Hadden we de zigzagschakeling zoodanig uitgevoerd, dat de spanning tusschen A en B 30° nàijlende t. o. v. de spanning tusschen A en C, dan was de vector I, $(30 + \delta)$ nàijlend verschoven t. o. v. de spanning tusschen A en C (zie fig. 12). We hadden dan dezelfde figuur gekregen voor primaire phasestroom en phasespanning, alleen 180° verschoven.

De *uitvoering* van de zigzagschakeling brengt dus geen verandering in den arbeidsfactor.

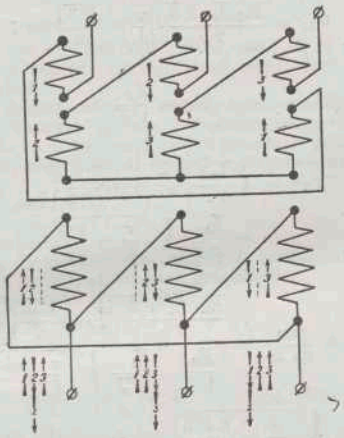
2°. Primair: ster Secundair: zigzag. Het nulpunt wordt primair aangesloten:

Bij afwezigheid van onsymmetriën zullen de paren stroomen, voorgesteld door de genummerde pijltjes in de primaire wikkeling (fig. 9) op ieder oogenblik bestaan uit twee gelijke doch tegengesteld gerichte stroomen. Wanneer we dus een nulleider aanbrengen zal deze in dit geval geen stroom voeren en dus ook geen invloed uitoefenen op den arbeidsfactor.

3°. Primair: driehoek Secundair: zigzag.

De schakeling wordt b.v. als in fig. 13 weergegeven. De

TRANSFORMATORSCHAKELING $\triangle/Z_o$.
SECUNDAIR.



PRIMAIR.
Fig. 13.

achtereenvolgende stroomrichtingen zijn weer telkens over 120° door genummerde pijltjes weergegeven. De stroomen in de toevoerleidingen ontstaan weer door de algebraïsche sommatie van de stroomen in de verschillende phasen.

De arbeidsfactor voor de primare wikkeling van den transformator is dezelfde als in het vorige geval, dus:

$$\mu_{p1} = 0{,}84 \cos \delta \qquad \mu_{p1max} = 0{,}84$$

Stroom en spanning in een toevoerleiding zijn weergegeven in fig. 14, zooals ze volgen uit fig. 13.

TRANSFORMATORSCHAKELING $\triangle/Z_o$.
STROOM IN PRIMAIRE TOEVOERLEIDINGEN.

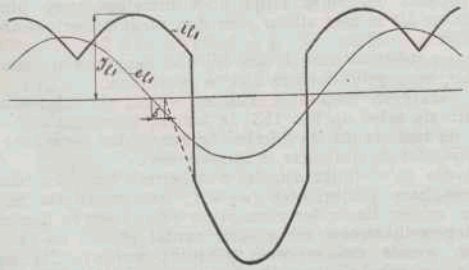


Fig. 14.

We vinden nu:

$$W_{l1} = \frac{1}{2\pi}\left\{\int_{\frac{\pi}{2}+\delta}^{\frac{7\pi}{6}+\delta} e_{l_1} i_{l_1}\, d\Theta + \int_{\frac{\pi}{6}+\delta}^{\frac{5\pi}{6}+\delta} e_{l_1} i_{l_1}\, d\Theta + \int_{-\frac{\pi}{6}+\delta}^{\frac{\pi}{2}+\delta} e_{l_1} i_{l_1}\, d\Theta\right\}$$

$$W_{l1} = \frac{\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}}{2\pi}\left\{\int_{\frac{\pi}{2}+\delta}^{\frac{7\pi}{6}+\delta} \sin\Theta \sin\left(\Theta - \frac{\pi}{3} - \delta\right) d\Theta + \right.$$

$$\left. + 2\int_{\frac{\pi}{6}+\delta}^{\frac{5\pi}{6}+\delta} \sin\Theta \sin(\Theta - \delta)\, d\Theta + \int_{-\frac{\pi}{6}+\delta}^{\frac{\pi}{2}+\delta} \sin\Theta \sin\left(\Theta + \frac{\pi}{3} - \delta\right) d\Theta\right\}$$

$$W_{l1} = \frac{\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}}{4\pi}\left\{\frac{2\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right\}\left\{\cos\left(\delta + \frac{\pi}{3}\right) + \right.$$

$$\left. + 2\cos\delta + \cos\left(\delta - \frac{\pi}{3}\right)\right\}$$

$$W_{l1} = \frac{3\,\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}}{4\pi}\left\{\frac{2\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right\}\cos\delta$$

Verder:

$$E_{l1} = \frac{\overline{E}_{l1}}{\sqrt{2}}$$

en:

$$I_{l1}^2 = \left(\frac{2\pi}{3} + \sin\frac{2\pi}{3}\right)\overline{I}_{l1}^2\left\{\frac{1}{4\pi} + \frac{4}{4\pi} + \frac{1}{4\pi}\right\} \text{ (verg.: (11))}$$

$$I_{l1} = \overline{I}_{l1}\sqrt{1 + \frac{3}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{3}}$$

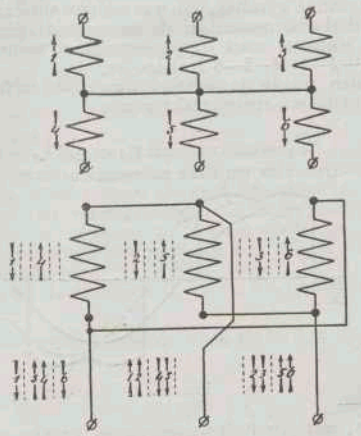
Dus:

$$\mu_{l1} = \frac{W_{l1}}{E_{l1}\,I_{l1}} = \frac{\frac{3\,\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}}{4\pi}\left\{\frac{2\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right\}\cos\delta}{\frac{\overline{E}_{l1}}{\sqrt{2}}\cdot\overline{I}_{l1}\sqrt{1 + \frac{3}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{3}}}$$

$$\mu_{l1} = 0{,}84\cos\delta \qquad \mu_{l1max} = 0{,}84$$

We vinden dus dezelfde waarde voor den arbeidsfactor μ_{l1} als voor μ_{p1}. Ook hier is het onverschillig, hoe men de zigzagschakeling uitvoert.

TRANSFORMATORSCHAKELING $\triangle/VI_o$.
SECUNDAIR.



PRIMAIR.
Fig. 15.

Thans zullen we den zesphasengelijkrichter beschouwen:
1°. Primair: driehoek. Secundair: ster.
De schakeling wordt als in fig. 15 is aangegeven. Ook hier geven de genummerde pijltjes de achtereenvolgende stroomrichtingen weer, nu telkens over 60°.
Dat hier de driehoekschakeling anders geteekend is, heeft een zeer speciale reden en wel de volgende: (verg. fig. 16). Fig. 16 *a* en *b* geven de secundaire spanningsdiagrammen

KEUZE VAN △-SCHAKELING.

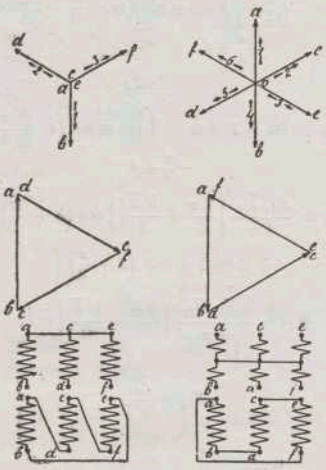


Fig. 16.

voor drie en zes phasen. De letters zijn er zoodanig bijgezet, dat beide diagrammen in dezelfde richting doorloopen worden (6).
Fig. 16 *c* en *d* geven de primaire spanningsdiagrammen. In *d* loopen de spanningen juist andersom als in *c*.
Deze omkeering is noodig, wil men secundair bij drie en zes phasen de opvolging van de phasestroomen in dezelfde richting doen plaats hebben; immers in het geval van drie phasen willen we, dat eerst *b* positief wordt t. o. v *a*, daarna *d* t. o. v. *c* en vervolgens *f* t. o. v. *e*, terwijl we bij zes phasen willen: eerst *a* positief t. o. v. *o*, dus van *b*, daarna *c* t. o. v. *o*, dus van *d*, vervolgens *e* t. o. v. *f* enz.
Wil men nu de spanningsdiagrammen van fig. 16 *c* en *d* verwezenlijken, dan moet men in het eene geval de spoelen verbinden volgens fig. 16 *e*; in het andere geval volgens fig. 16 *f*.
Had men in fig. 15 de driehoekschakeling geteekend als in de voorgaande gevallen, dan was men tot absoluut foutieve, onsymmetrische stroomen in de toevoerleidingen gekomen, tenminste wanneer men de phasestroomen secundair in de volgorde 1—2—3—4—5—6 laat loopen.
We vinden nu in de toevoerleidingen de in fig 17 weergegeven stroom- en spanningskrommen.

TRANSFORMATORSCHAKELING △/VI_e.
STROOM IN PRIMAIRE TOEVOERLEIDINGEN.

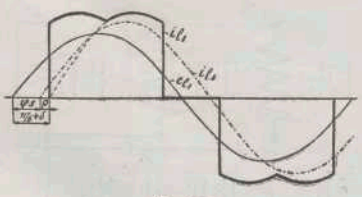


Fig. 17.

(6) D. w. z., wat betreft de phasestroomen, wanneer men zich de gelijkrichterbogen rondloopende denkt in de richting *b*—*d*—*f*, resp. *a*—*c*—*e*—*b*—*d*—*f* (verg. fig. 16 *e* en *f*).

We vinden nu:

$$W_{l1} = 2.\frac{1}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}+\vartheta}^{\frac{\pi}{2}+\vartheta} e_{l1}\, i_{l1}\, d\,\Theta \;+\; 2\,.\,\frac{1}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{2}+\vartheta}^{\frac{5\pi}{6}+\vartheta} e_{l1}\, i_{l1}\, d\,\Theta$$

$$W_{l1} = \frac{2\,\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}}{2\pi}\left\{\int_{\frac{\pi}{6}+\vartheta}^{\frac{\pi}{2}+\vartheta} \sin\Theta \sin\left(\Theta-\vartheta+\frac{\pi}{6}\right) d\,\Theta + \right.$$

$$\left. + \int_{\frac{\pi}{2}+\vartheta}^{\frac{5\pi}{6}+\vartheta} \sin\Theta \sin\left(\Theta-\vartheta-\frac{\pi}{6}\right)\, d\,\Theta\right\}$$

$$W_{l1} = \frac{2\,\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}}{4\pi}\left\{\frac{\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right\}\left\{\cos\left(\vartheta-\frac{\pi}{6}\right)+\cos\left(\vartheta+\frac{\pi}{6}\right)\right\}$$

$$W_{l1} = \frac{\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}\,\sqrt{3}}{2\pi}\left\{\frac{\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right\}\cos\vartheta$$

Verder:

$$E_{l1} = \frac{\overline{E}_{l1}}{\sqrt{2}}$$

en

$$I_{l1}^2 = 4\,\frac{\overline{I}_{l1}^2}{4\pi}\left\{\frac{2\pi}{6}+\sin\frac{2\pi}{6}\right\}. \quad . \quad \text{(verg. (11))}$$

$$I_{l1} = \frac{\overline{I}_{l1}}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

Dus:

$$\mu_{l1} = \frac{W_{l1}}{E_{l1}\,I_{l1}} = \frac{\frac{\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}\,\sqrt{3}}{2\pi}\left\{\frac{\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right\}\cos\vartheta}{\frac{\overline{E}_{l1}}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\overline{I}_{l1}}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}}}$$

$$\mu_{l1} = \left\{\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{3\sqrt{3}}{4\pi}}\right\}\cos\vartheta = 0.956\cos\vartheta$$

$$\mu_{l1\,max} = 0.956.$$

We zien dus, dat we hier voor de toevoerleidingen een hoogen arbeidsfactor kunnen bereiken. De arbeidsfactor voor de primaire transformatorwikkeling is dezelfde als bij sterschakeling n.l.: 0.78 (zie blz. 149).
Thans rest ons nog de behandeling van de sterschakeling primair en secundair bij primair niet aangesloten nulleider. Hiermede kunnen we kort zijn; immers bij elk willekeurig aantal phasen secundair, vloeit er, wanneer we van de overlapping afzien, op ieder oogenblik slechts in één van de secundaire phasen stroom.
Op ieder oogenblik wordt dus slechts in die primaire phase, welke correspondeert met de op dat oogenblik stroomvoerende secundaire phase, die tegenspanning gecompenseerd en blijft alleen de spreidingsreactantiespanning over.
Nu moet primair bij niet aangesloten nulleider de stroom op een bepaald oogenblik altijd door minstens twee phasen loopen en dit is hier alleen voor den magnetiseeringsstroom mogelijk.
De ster-sterschakeling is dus bij niet aangesloten nulleider primair, voor gelijkrichters niet te gebruiken.
De verkregen resultaten kunnen we nu als volgt samenvatten: zie tabel op blz. 153, 1e kolom, bovenaan.
(In de teekens die de schakeling aanduiden beteekent een cirkeltje, dat de nulleider is aangesloten).
Uit die tabel blijkt nu, dat wat betreft den arbeidsfactor een eenphase gelijkrichter ($m_1 = 1$) het gunstigste is. De passen echter liever ter vermijding van de sterke fluctuatie van den gelijkstroom een grooter aantal phasen toe (anders moeten groote smoorspoelen gebruikt worden). De meest aangewezen schakelingen zijn dan:

m_1	m_2	Schakeling.	Maximum arbeidsfactoren.		
			Secundair.	Prim. wikk.	Toevoerl.
1	2	—	0.71	1.00	1.00
2	4	$L_o/+_o$	0.64	0.91	0.91
3	3	Y_o/Y_o	0.69	0.69	0.69
3	3	Y/Y_o	—	—	—
3	3	$\triangle/Y_o$	0.69	0.69	0.84
3	3	Y_o/Z_o	0.69	0.84	0.84
3	3	Y/Z_o	0.69	0.84	0.84
3	3	$\wedge/Z_o$	0.69	0.84	0.84
3	6	Y_o/VI_o	0.55	0.78	0.78
3	6	Y/VI_o	—	—	—
3	6	$\triangle/VI_o$	0.55	0.78	0.96

Voor een driephasengelijkrichter: Y/Z_0 of $\triangle/Z_0$

Voor een zesphasengelijkrichter: $\triangle/VI_0$.

Thans lijkt het mij nog van belang, eens na te gaan, hoe de arbeidsfactor van een net beïnvloed wordt door een aangesloten gelijkrichter.

We zullen daartoe nagaan, wat de resulteerende arbeidsfactor wordt, wanneer op een bepaalden phaseverschoven sinusstroom, de in de toevoerleidingen aanwezige gelijkrichterstroom gesuperponeerd wordt en wel voor de twee belangrijke gevallen; n.l.;

voor drie phasen: Y/Z_0

voor zes phasen: $\triangle/VI_0$.

1°. Y/Z_0-schakeling:

In fig. 11 is de sinusstroom, waarop de gelijkrichterstroom gesuperponeerd wordt, streeppunt geteekend.

Het totale vermogen wordt dan:

$$W_l = \frac{\overline{E}_{l1}\,\overline{I}_{l1}\,\sqrt{3}}{4\pi}\left(\frac{2\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\cos\vartheta + \frac{\overline{E}_{l1}}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\overline{I}_{ls}}{\sqrt{2}}\cos\varphi_s \quad \ldots \text{(verg. blz. 149).}$$

De effectieve waarde van den totalen stroom berekenen we als volgt:

$$I_l^2 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}(i_{l1}+i_{ls})^2\,d\Theta$$

$$I_l^2 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} i_{l1}^2\,d\Theta + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} i_{ls}^2\,d\Theta + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} 2\,i_{l1}\,i_{ls}\,d\Theta$$

$$= I_{l_1}^2 + \frac{\overline{I}_{ls}^{\,2}}{2} + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} 2\,i_{l_1}\,i_{ls}\,d\Theta$$

Nu is:

$$\int_0^{2\pi} 2\,i_{l_1}\,i_{ls}\,d\Theta = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} 2\,\overline{I}_{l_1}\sin\left(\Theta+\frac{\pi}{6}\right)\cdot\overline{I}_{ls}\sin(\Theta+\varphi)\,d\Theta + \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{4\pi}{3}} 2\,\overline{I}_{l_1}\sin\left(\Theta+\frac{\pi}{2}\right)\cdot\overline{I}_{ls}\sin(\Theta+\varphi)\,d\Theta$$ (7)

Hierin is: $\varphi = \vartheta + \frac{\pi}{3} - \varphi_s$

(7) We tellen hier Θ, vanaf het punt O (fig. 11).

Deze waarde van φ ingevuld en de voorgaande verg. uitgewerkt, vinden we:

$$\int_0^{2\pi} 2\,i_{l_1}\,i_{ls}\,d\Theta = \overline{I}_{l_1}\,\overline{I}_{ls}\left\{\frac{3}{2}+\frac{2\pi\sqrt{3}}{3}\right\}\cos(\varphi_s-\vartheta)$$

Verder is: $I_{l_1}^2 = \frac{\overline{I}_{l_1}^{\,2}}{2\pi}\left\{\frac{2\pi}{3}+\sin\frac{2\pi}{3}\right\}$ . . (verg. blz. 149).

We vinden dus:

$$I_l^2 = \frac{\overline{I}_{l1}^{\,2}}{2}\left\{\frac{2\pi}{3}+\sin\frac{2\pi}{3}\right\} + \frac{\overline{I}_{ls}^{\,2}}{2} + \frac{\overline{I}_{l1}\,\overline{I}_{ls}}{\pi}\left\{\frac{3}{4}+\frac{\pi\sqrt{3}}{3}\right\}\cos(\varphi_s-\vartheta)$$

$$= 0.47\,\overline{I}_{l_1}^2 + 0.50\,\overline{I}_{ls} + 0.82\,\overline{I}_{l1}\,\overline{I}_{ls}\cos(\varphi_s-\vartheta)$$

$$E_{l_1}^2 = 0.5\,\overline{E}_{l1}^2$$

$$W_l^2 = \frac{3\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{l_1}^{\,2}}{16\pi^2}\left(\frac{2\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2\cos^2\vartheta + \frac{\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{ls}^{\,2}}{4}\cos^2\varphi_s + \frac{\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{l_1}\,\overline{I}_{ls}\,\sqrt{3}}{4\pi}\left(\frac{2\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\cos\vartheta\cos\varphi_s$$

$$= 0.17\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{l_1}^{\,2}\cos^2\vartheta + 0.25\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{ls}^{\,2}\cos^2\varphi_s + 0.41\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{l_1}\,\overline{I}_{ls}\cos\vartheta\cos\varphi_s$$

en hieruit:

$$\mu_l^2 = \frac{W_l^2}{E_{l_1}^{\,2}\,I_l^2} =$$

$$\frac{0{,}17\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{l_1}^{\,2}\cos^2\vartheta + 0{,}25\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,I_{ls}^{\,2}\cos^2\varphi_s + 0{,}41\,\overline{E}_{l_1}^{\,2}\,\overline{I}_{l_1}\,\overline{I}_{ls}\cos\vartheta\cos\varphi_s}{0{,}50\,\overline{E}_{l_1}\left\{0{,}47\,\overline{I}_{l_1}^{\,2} + 0{,}50\,\overline{I}_{ls}^{\,2} + 0{,}82\,\overline{I}_{l_1}\,\overline{I}_{ls}\cos(\varphi_s-\vartheta)\right\}}$$

Stel: $\frac{\overline{I}_{ls}}{\overline{I}_{l_1}} = q$, dan:

$$\mu_l^2 = \frac{0{,}17\cos^2\vartheta + 0{,}25\,q^2\cos^2\varphi_s + 0{,}41\,q\cos\vartheta\cos\varphi_s}{0{,}235 + 0{,}25\,q^2 + 0{,}41\,q\cos(\varphi_s-\vartheta)}$$

of, wanneer we ϑ verwaarloozen.

$$\mu_l^2 = \frac{0{,}17 + 0{,}25\,q\cos^2\varphi_s + 0{,}41\,q\cos\varphi_s}{0{,}23_5 + 0{,}2_5\,q^2 + 0{,}41\,q\cos\varphi_s}$$

Daar in de formule voor μ_l nu alleen $\cos\varphi_s$ voorkomt zal het voor de waarde van dezen arbeidsfactor volkomen onverschillig zijn of φ_s pos. of neg. is.

Dit is zeer eigenaardig, want het blijkt, dat de gelijkrichterbelasting, zoomin met een naijlende als met een voorijlende wisselstroombelasting te vergelijken is, wat betreft den arbeidsfactor.

Uit het volgende voorbeeld blijkt dit heel duidelijk:

$$\cos\varphi_s = 0{,}8 \qquad q = 1$$

We vinden dan:

$$\mu_l^2 = 0{,}81 \qquad \text{dus } \mu_l = 0{,}9$$

Was alleen de wisselstroom aanwezig, dan was:

$$\mu_l = 0{,}8$$

Was alleen de gelijkrichterbelasting aanwezig, dan was:

$$\mu_l = 0{,}84 \text{ (zie eerste kolom op deze bladzijde.)}$$

Wat blijkt dus?!

De gelijkrichter oefent bij de hier beschouwde schakeling een belangrijke *compenseerende* werking uit en, wat zeer eigenaardig is, zoowel voor- als naijlende stroomen worden gecompenseerd (bij verwaarloozing van ϑ in gelijke mate, anders niet precies); immers we hebben alleen met $\cos\varphi_s$ te maken en deze is altijd pos., wat ook het teeken van φ_s zij.

2°. $\triangle/VI_0$-schakeling.

Nu krijgen we de stroomen i_{l_1} en i_{ls} uit fig. 17 te superponeeren.

Hier vinden we op dezelfde wijze als in het voorgaande geval:

$$W_l = \frac{\overline{E}_{l_1}\,\overline{I}_{l_1}\,\sqrt{3}}{2\pi}\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\cos\vartheta + \frac{\overline{E}_l}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\overline{I}_{l_1}}{\sqrt{2}}\cdot\cos\varphi_s.$$

$$I_l^2 = \frac{\overline{I}_{l_1}^{\,2}}{\pi}\left(\frac{\pi}{3}+\sin\frac{\pi}{3}\right) + \frac{\overline{I}_{ls}^{\,2}}{2} + \frac{2}{\pi}\left(\frac{3}{4}+\frac{\pi\sqrt{3}}{6}\right)I_{l_1}\,I_{ls}\cos(\varphi_s-\vartheta)$$

$$\overline{I_l}^2 = 0.61\,\overline{I_{l_1}}^2 + 0.50\,\overline{I_{l\,s}}^2 + 1.06\,\overline{I_{l_1}}\,\overline{I_{l\,s}}\cos(\phi_s - \delta)$$

$$E_l^2 = \frac{\overline{E_l}^2}{2}$$

$$W_l^2 = 0.278\,\overline{E_{l_1}}^2\overline{I_{l_1}}^2\cos^2\delta + 0.25\,\overline{E_{l_1}}^2\overline{I_{l\,s}}^2\cos^2\phi_s + 0.53\,\overline{E_{l_1}}^2\overline{I_{l_1}}\,\overline{I_{l\,s}}\cos\delta\cos\phi_s$$

Dus:

$$\mu_l^2 = \frac{W_l^2}{E_{l_1}^2 I_l^2} =$$

$$= \frac{0.278\,\overline{E_{l_1}}^2 I_{l_1}^2\cos^2\delta + 0.25\,\overline{E_{l_1}}^2\overline{I_{l\,s}}^2\cos^2\phi_s + 0.53\,\overline{E_{l_1}}^2\overline{I_{l_1}}\,\overline{I_{l\,s}}\cos\delta\cos\phi_s}{0.50\,\overline{E_{l_1}}^2\,\{0.61\,\overline{I_{l_1}}^2 + 0.50\,\overline{I_{l\,s}}^2 + 1.06\,\overline{I_{l_1}}\,\overline{I_{l\,s}}\cos(\phi_s - \delta)\}}$$

Stel:

$$\frac{\overline{I_{l\,s}}}{\overline{I_{l_1}}} = q$$

Dan:

$$\mu_l^2 = \frac{0.28\cos^2\delta + 0.25\,q^2\cos^2\phi_s + 0.53\,q\cos\delta\cos\phi_s}{0.305 + 0.25\,q^2 + 0.53\,q\cos(\phi_s - \delta)}$$

of, wanneer we weer δ verwaarloozen:

$$\mu_l^2 = \frac{0.28 + 0.25\,q^2\cos^2\phi_s + 0.53\,q\cos\phi_s}{0.305 + 0.25\,q^2 + 0.53\,q\cos\phi_s}$$

Weer komt nu alleen in de formule $\cos\phi_s$ voor en is het dus onverschillig of ϕ_s positief of negatief is.

Nemen we als voorbeeld weer:

$$\cos\phi_s = 0.8 \qquad q = 1,$$

dan vinden we nu:

$$\mu_l^2 = \frac{0.28 + 0.25\,.\,0.64 + 0.53\,.\,0.8}{0.305 + 0.25 + 0.53\,.\,0.8} = \frac{0.86}{0.975} = 0.883$$

$$\mu_l = 0.94$$

De wisselstroom alleen geeft hier weer:

$$\mu_l = 0.8.$$

De gelijkrichter alleen geeft:

$$\mu_l = 0.96 \text{ (zie blz. 153).}$$

Om nu een basis voor vergelijking te hebben, denken we ons de gelijkrichterbelasting vervangen door een wisselstroombelasting $I'_{l\,s}$ van dezelfde effectieve waarde, zoodanig phaseverschoven t. o. v. de spanning, dat $\cos\phi_s{}' =$ arbeidsfactor van den gelijkrichter $= 0.96$.
ϕ_s en $\phi_s{}'$ denken we ons beide b.v. naijlend.
We nemen dus:

$$I'^2_{l\,s} = I_{l_1}^2 = \frac{\overline{I_{l_1}}^2}{\pi}\left(\frac{\pi}{3} + \sin\frac{\pi}{3}\right)$$

of daar $q = 1$:

$$I'^2_{l\,s} = \frac{\overline{I_{l\,s}}^2}{\pi}\left(\frac{\pi}{3} + \sin\frac{\pi}{3}\right) = \frac{\overline{I_{l\,s}}^2}{2}$$

$$\frac{\overline{I_{l\,s}}^2}{\overline{I'_{l\,s}}^2} = \frac{\pi}{2\left(\frac{\pi}{3} + \sin\frac{\pi}{3}\right)} = 0.82$$

$$\frac{\overline{I_{l\,s}}}{\overline{I'_{l\,s}}} = 0.906 = \frac{I_{l\,s}}{I'_{l\,s}} = p.$$

Hebben we nu twee sinusstroomkrommen over hoeken $\phi_{l\,s}$ en $\phi'_{l\,s}$ in dezelfde richting t. o. v. de spanning verschoven, terwijl de verhouding van de effectieve waarden

$$\frac{I_{l\,s}}{I'_{l\,s}} = p,$$

dan is de resulteerende arbeidsfactor gegeven door:

$$\mu_l^2 = \frac{p^2\cos^2\phi_{l\,s} + \cos^2\phi'_{l\,s} + 2\,p\cos\phi_{l\,s}\cos\phi'_{l\,s}}{p^2 + 1 + 2\,p\cos(\phi_{l\,s} - \phi'_{l\,s})}$$ (8)

(8) De afleiding van deze formule is zeer eenvoudig en geschiedt op analoge wijze als voor de hiervoor berekende factoren μ_l.

In ons geval:

$$p = 0.906 \qquad \cos\phi_{l\,s} = 0.8 \qquad \cos\phi'_{l\,s} = 0.96$$
$$\cos(\phi_{l\,s} - \phi'_{l\,s}) = 0.955.$$

Dus

$$\mu_l^2 = \frac{0.82\,.\,0.64 + 0.92 + 2\,.\,0.906\,.\,0.8\,.\,0.96}{0.82 + 1 + 2\,.\,0.906\,.\,0.955} = 0.797$$

$$\mu_l = 0.89.$$

Bij de gelijkrichterbelasting vonden we:

$$\mu_l = 0.96.$$

Ook hier treedt dus een zekere compensatie op en ook zoowel voor voor- als voor naijlende stroomen.

Deventer.

Bliksemgevaar voor fabrieksschoorsteenen

DOOR

ir. W. F. POT.

(Met afbeelding.)

De interessante bijzonderheden van den bliksemslag in den schoorsteen van het groote gemaal te Lemmer geven mij aanleiding tot een opmerking, welke misschien anderen kan interesseeren.

Een verslag over den inslag, mij door den opzichter van de bemaling van Frieslands boezem W. ANEMA op mijn verzoek toegezonden, luidt als volgt:

Den 16en Juni 1918, 's middags 1 uur, werd de 60 M. hooge schoorsteen door den bliksem getroffen. De schoorsteen was een paar dagen te voren voltooid en nog niet van bliksemafleiders voorzien. Het metselwerk was daarvoor nog niet voldoende bevestigd; het aanbrengen van de bliksemafleiders zou Dinsdag 18 Juni plaats hebben. Nadat de bliksem in den schoorsteen sloeg, kreeg men eerst een zware rookwolk boven uit den schoorsteen te zien. Deze rookwolk verdween langzamerhand en daarna zag men de losgewerkte steenen van het nieuwe metselwerk als een zwerm vogels in de lucht zich rondom den schoorsteen verspreiden. Spoedig bleek ons, dat de geheele schoorsteen was vernield en ingekort tot een hoogte van ± 35 M. De meeste steen lag in groote stukken in het overgebleven gedeelte schoorsteen en rondom den voet. Enkele losse steenen werden gevonden op 50 à 60 M. van den schoorsteen. Op een hoogte van ± 30 M. was de cirkelvormige doorsnede geheel uitgezet en waren groote scheuren zichtbaar. Deze scheuren liepen tot beneden de betonfundeering. Ook de binnenschacht, welke tot 40 M. was opgetrokken, was gedeeltelijk afgebroken en er waren plaatselijk steenen uit den wand geperst en ook deze was tot beneden gescheurd. Wij waren genoodzaakt den geheelen schoorsteen verder af te breken en opnieuw op te bouwen. De buitenschacht had beneden een wanddikte van 115 c.M. en een middellijn van 6.75 M. buitenwerks. De wanddikte verliep geleidelijk tot op 60 M. hoogte tot 33 c.M. en de buitenwerksche middellijn was 2.50 M.

Ik vroeg verder nog, of aan het puin eenige brandschroei of rookverschijnselen waren waar te nemen, hoewel dit laatste niet waarschijnlijk was, want kalk en steenen op zich zelf kunnen alleen smelten doch niet branden.

Hierop werd geantwoord, dat geenerlei spoor van smelting, rook of brand was te vinden. Mijn vermoeden omtrent deze zeer eigenaardige verwoesting is, dat de nog vochtige mortel als geleider heeft gediend en door de enorme hitte tot stoom is geworden, waardoor de kop van den schoorsteen als het ware is ontploft en een groote stofwolk van fijn verdeelde kalk in de lucht bleef hangen. De schoorsteen is vergruizeld tot de hoogte, waarop de bouw ongeveer een half jaar gestaakt is geweest.

In October 1917 werd n.l. de weersgesteldheid te ruw om den schoorsteen tot zijn volle hoogte op te trekken. Op ongeveer 30 M. werd de bouw gestaakt en in Mei 1918 hervat. Het niet verharde, vochtige metselwerk heeft zich, indien mijn veronderstelling juist is, tegenover den bliksem anders gedragen dan het verharde.

Een uit het ongeval te trekken les is m. i., dat het noodig is, om bij het bouwen van een fabrieksschoorsteen in den zomer een voorloopigen bliksemafleider aan te brengen en dezen te verbinden aan een opvanger.

Toen ik den opzichter ANEMA hierover schreef, antwoordde deze mij, dat hij hiervoor ook reeds gezorgd had bij den wederopbouw. Tijdens den herbouw werd een bliksemafleider, ijzeren driepoot met opvanger, 's avonds op den bovenrand

van den schoorsteen geplaatst, welke, als het werkvolk wegging, steeds aan den bliksemafleider werd verbonden. Telkens met het versteigeren werd de driepoot medegenomen.

Op grond van mijn ervaring met blikseminslagen en overspanningen in open geleiders in turbostators, moet ik beslist

OVERSCHOT VAN DEN SCHOORSTEEN NA DEN BLIKSEMSLAG.

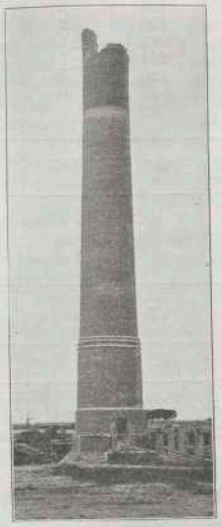


Foto DE JONG SSEEL.
Fig. 1.

aanraden den driepoot op een ijzeren ring te bevestigen en deze met flauwe bochten aan den afleider te verbinden.

Het is mij vaak opgevallen, dat lang niet alle fabrieksschoorsteenen van bliksemafleiders zijn voorzien en toch hoort men weinig van dergelijke inslagen. Mijn vermoeden is, dat de roetlaag, welke een koolstoflaag is, dan als geleider dienst doet en zoo de ontlading naar beneden leidt.

Wereldscheepsbouw in 1920.

Verschenen is „Lloyd's Register of Shipping—Annual summary of the mercantile shipbuilding of the world for the year 1920", waarnaar het volgende is samengesteld.

In de eerste plaats zij opgemerkt dat deze publicatie alleen betreft koopvaardijschepen (dus geen oorlogsschepen) van 100 ton of meer, dat zeilschepen met hulpvermogen zijn gerekend onder de stoom- of motorschepen, en dat de scheepsbouw in Duitschland daarin niet voorkomt omdat geen voldoende gegevens te verkrijgen waren.

STAAT II. Scheepsbouw in 1919 en 1920.

Landen.	1919		1920		Meer of minder in 1920 dan in 1919	
	Aantal schepen	Bruto tonnenmaat	Aantal schepen	Bruto tonnenmaat	Aantal schepen	Bruto tonnenmaat
Vereenigde Staten v. Noord-Amerika. .	1051	4.075.385	509	2.476.253	— 542	— 1.599.132
Britsche Rijk . . .	612	1.620.442	618	2.055.624	+ 6	+ 435.182
Japan	133	611.883	140	456.642	+ 7	— 155.241
Britsche Dominions.	263	358.728	103	203.644	— 160	— 155.084
Nederland.	**100**	**137.086**	**99**	**183.149**	— 1	+ **46.063**
Italië	32	82.713	82	133.190	+ 50	+ 50.477
Frankrijk.	34	32.633	50	93.449	+ 16	+ 60.816
Zweden	53	50.971	46	63.823	— 7	+ 12.852
Denemarken . . .	46	37.766	30	60.669	— 16	+ 22.903
Spanje.	41	52 609	13	45.950	— 28	— 6.659
Noorwegen	82	57.578	30	38.855	— 52	— 18.723
China	—	—	14	33.705	+ 14	+ 33.705
België	2	2.433	5	8.371	+ 3	+ 5.938
Andere landen . .	34	24.322	20	8.342	— 14	— 15.980
Te zamen . . .	2483	7.144.549	1759	5 861.666	— 724	— 1.282.883

Het aantal in 1920 te water gelaten schepen bedroeg 1759, metende 5.861.666 bruto ton (zie staat I), tegen in 1919 2483 schepen, metende 7.144.549 bruto ton (zie staat II). Deze vermindering is voornamelijk veroorzaakt door de vermindering van den scheepsbouw in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika met ongeveer 1.600.000 ton, in Japan met ongeveer 155.000 ton en in de Britsche dominions met eveneens ongeveer 155.000 ton.

Daartegenover staat dat de scheepsbouw in 1920 dien

STAAT I. Aantal en bruto inhoud der in 1920 te water gelaten koopvaardijschepen van 100 ton of meer, met, ter vergelijking, de bruto.

Landen	Stoomschepen				Motorschepen				Zeilschepen en lichters				Totaal in 1920.	
	Staal (1)		Hout		Staal (1)		Hout		Staal (1)		Hout			
	Aantal	Bruto tonnenmaat	Aantal	Bruto tonnenmaat	Aantal	Bruto tonnenmaat	Aantal	Bruto tonnenmaat	Aantal	Bruto tonnenmaat	Aantal	Bruto tonnenmaat	Aantal	Bruto tonnenmaat
Vereenigde Staten van Noord-Amerika . .	430	2 360.677	9	17.141	10	22.977	3	6.100	20	15 083	37	54 305	509	2.476.253
Britsche Rijk	556	1.953.014	—	—	25	86.940	—	—	37	15.670	—	—	618	2.055.624
Japan	140	456.642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	456.642
Britsche Dominions .	56	183 943	5	3.263	1	320	4	1.866	—	—	37	14.252	103	203.644
Nederland (2)	**91**	**164.496**	—	—	**7**	**18.203**	—	—	**1**	**450**	—	—	**99**	**183.149**
Italië (met Triëst) . .	19	105.372	5	3.899	4	6.278	18	8 487	2	343	34	8.811	82	133.190
Frankrijk	43	91.252	—	—	—	—	2	372	2	1.435	3	390	50	93 449
Zweden	25	49 86	3	1 725	9	9.523	2	564	1	661	6	1.490	46	63.823
Denemarken	22	36.317	—	—	8	24.352	—	—	—	—	—	—	30	60.669
Spanje	11	45 005	1	800	1	145	—	—	—	—	—	—	13	45.950
Noorwegen	26	36 705	2	850	2	1.300	—	—	—	—	—	—	30	38.855
China	13	32.505	1	1.200	—	—	—	—	—	—	—	—	14	33 705
België	5	8.371	—	—	—	—	—	—	—	—	16	5.792	5	8.371
Andere landen (3) . .	—	—	—	—	—	—	4	2.550	—	—	—	—	20	8.342
Te zamen	1437	5.524.159	26	28.848	67	170.038	33	19.939	63	33.642	133	85.040	1759	5.861.666

(1) Hierin zijn begrepen schepen van gewapend beton.
(2) Riviervaartuigen zijn in deze opgaaf niet begrepen.
(3) Met uitzondering van Duitschland.

van 1919 heeft overtroffen in het Britsche rijk met ongeveer 435.000 ton, in Nederland met ongeveer 46.000 ton, in Italië met ongeveer 50.000 ton, in Frankrijk met ongeveer 61.000 ton (zie staat II).

Nederland heeft zijn 5de plaats in de lijst behouden.

Omtrent de grootte der schepen vindt men gegevens in staat III. De gemiddelde grootte is 3332 ton, tegen 2877 ton in 1919. Van Nederlandsche werven werden te water gelaten 7 schepen van 5000—7500 ton en 2 van ongeveer 8100 ton.

Van de in 1920 te water gelaten schepen waren er:

182 metende 1.198.000 ton, gebouwd met langsverband, systeem Isherwood, 4 stoomschepen (17.300 ton), 6 motorschepen (4.424 ton) en 3 lichters (1.343 ton) te zamen 13 schepen, metende 23.067 ton, van gewapend beton;

100 schepen, metende 643.400 ton, tankschepen voor het vervoer van olie;

299 schepen, metende 1.843.715 ton, zijn voorzien van turbine-machines.

Volgens „Lloyd's Register Shipbuilding returns for the quarter ended 31st December 1920" waren er aan het eind

STAAT III.

Grootte der in 1920 te water gelaten schepen.

Inhoud	Stoomschepen	Motorschepen	Zeilschepen en lichters	Te zamen
100— 500 ton	203	56	125	384
500— 1000 »	105	12	39	156
1000— 2000 »	194	7	18	219
2000— 3000 »	158	2	13	173
3000— 4000 »	156	2	—	158
4000— 5000 »	82	1	1	84
5000— 6000 »	261	7	—	268
6000— 8000 »	223	7	—	230
8000—10000 »	49	6	—	55
10000 en meer »	32	—	—	32
Totaal	1463	100	196	1759

STAAT IV. **Schepen, onderhanden op 31 December 1920.**

Landen	Stoomschepen				Motorschepen				Zeilschepen				Totaal	
	Staal		Hout		Staal		Hout		Staal		Hout			
	Aantal	Tonnenmaat	Aantal	Tonnenmaat	Aantal	Tonnenmaat	Aantal	Tonnenmaat	Aantal	Tonnenmaat	Aantal	Tonnenmaat	Aantal	Tonnenmaat
Britsche Rijk	824	3.472.426	5	2.429	56	226.560	1	450	35	7.051	—	—	921	3.708.916
Vereenigde Staten van Amerika	190	1.252.935	5	6.360	7	25.085	—	—	16	7.890	17	18.042	235	1.310.312
Nederland	**159**	**429.914**	—	—	**11**	**19.485**	—	—	**4**	**1.565**	—	—	**174**	**450.964**
Frankrijk	97	395.264	—	—	—	—	2	260	3	1.935	2	510	104	397.969
Italië (met Triëst) . .	57	295.448	10	5.255	11	35.375	38	14.609	—	—	43	13.097	159	363.784
Japan.	59	248.513	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59	248.513
Britsche Dominions .	52	171.697	3	640	1	350	4	1.623	1	600	13	11.745	74	186.655
Zweden	33	62.820	3	650	19	56.073	3	1.255	1	661	5	1.119	64	122.578
Denemarken	40	76.228	—	—	15	44.221	1	450	—	—	1	380	57	121.279
Spanje	24	87.590	2	1.600	—	—	—	—	—	—	1	150	27	89.340
Noorwegen.	42	61.277	—	—	6	20.090	9	2.086	2	475	—	—	59	83.928
China.	15	46.330	2	2.962	—	—	3	4.332	—	—	—	—	20	53.624
België	9	28.048	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	28.048
Finland	5	5.150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5.150
Brazilië	1	2.170	—	—	—	—	1	1.598	—	—	—	—	2	3.768
Portugal.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	2.350	7	2.350
Griekenland	1	900	—	—	—	—	1	600	—	—	—	—	2	1.500
Estland	2	1.100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1.100
	1.610	6.637.810	30	19.896	126	427.239	63	27.263	62	20.177	89	47.393	1.980	7.179.778

van 1920 onderhanden 1980 schepen, met 7.179.778 ton inhoud, verdeeld over de verschillende landen als aangegeven in staat IV. Uit dezen staat blijkt dat Nederland, na het Britsche rijk en de Vereenigde Staten van Noord-Amerika, het meeste schepen met de grootste gezamenlijke tonnenmaat onderhanden had.

H.

Voordracht van jhr. ir. G. J. Laman Trip in de Instituutsvergadering van 31 Januari 1921.

In het kort verslag van deze voordracht, verschenen in ons No. 6, blz. 120 *staat* „Wat betreft Noord-Amerika, als de houtproductie daar op den tegenwoordigen voet wordt voortgezet, dan zal na 10 jaren de houtvoorraad met $^1/_5$ verminderd zijn".

De geachte spreker verzoekt daarvoor te willen lezen:

Wat betreft de Zuidelijke Staten (van de Vereenigde Staten van Amerika), als de houtproductie daar op den tegenwoordigen voet wordt voortgezet, dan zal na 5 jaar meer dan $^1/_5$ en na 10 jaar ver over de helft van den houtvoorraad in die streek zijn ingekapt.

INGEZONDEN STUKKEN.

Oplossing van het vraagstuk betreffende den noodtoestand der tramwegen.

Naar aanleiding van de belangrijke beschouwingen, bovengenoemd onderwerp betreffende, voorkomende in *De Ingenieur* van 29 Januari 1921, No. 5, van de hand van jhr. ir. J. Röell, zij het mij vergund eenige algemeene opmerkingen te maken.

In genoemd artikel wordt betoogd dat het oprichten van een nader omschreven verkeersmaatschappij de voorkeur verdient boven toepassing van art. 3 van het ingediende wetsontwerp tot bekrachtiging der nadere overeenkomst met de Nederlandsche Spoorwegen, en dat steunverleening aan een dergelijke verkeersmaatschappij voor den Staat voordeeliger zal uitkomen dan het in exploitatie geven van alle tramwegen aan de hoofdspoorwegen.

Beamende dat een spoorwegbedrijf voor het geheele land in groote lijnen op eenzelfde leest kan worden geschoeid, doch dat een trambedrijf zich daartoe minder goed leent, wordt dan ook ondersteld — alhoewel art. 3 van bovengenoemd wetsontwerp daartoe de mogelijkheid schept — dat het

niet de bedoeling is te trachten zooveel mogelijk tezijnertijd alle tramwegen door de hoofdspoorwegen te doen exploiteeren, doch dat de Regeering zich door dit artikel enkel de zekerheid wil verschaffen, dat ten allen tijde de exploitatie eener tramwegonderneming in het belang eener streek wordt voortgezet, ook voor het geval de particuliere onderneming, hetzij noodgedrongen, hetzij om andere redenen, de exploitatie niet naar den eisch kan volhouden of zou moeten staken.

Eventueele exploitatie door de Nederlandsche Spoorwegen zou dan niet als regel, doch enkel in die gevallen geschieden, waarbij het verkeersmiddel òf zoude moeten worden geliquideerd, òf door den Staat zelf zoude moeten worden geëxploiteerd, met alle nadeelen daaraan verbonden.

De vraag mag evenwel worden gesteld: heeft men enkel te kiezen tusschen beide beschreven systemen om de tramwegen uit hun noodtoestand te helpen, en is het noodig en gewenscht dat zooveel mogelijk alle tramondernemingen, ook die, welke zich thans nog goed staande kunnen houden, daarin worden opgelost?

Het verdient m. i. aanbeveling dat zooveel mogelijk de exploitatie aan de bestaande tramwegmaatschappijen blijft, waardoor het speciale karakter van een tram het best wordt behouden, met dien verstande evenwel, dat zooveel mogelijk kleinere maatschappijen zich vereenigen tot tramwegcomplexen, waartoe o. m. de maatschappijen in de provinciën Groningen, Drenthe, Gelderland en Brabant in aanmerking komen.

Door fusie van maatschappijen, die zich daartoe leenen, zal toch op den duur belangrijke besparing zijn te verkrijgen, waardoor eventueele subsidie of voorschot tot een minimum zal worden teruggebracht.

De vraag rijst evenwel: is, om tot een dergelijke fusie te geraken, het oprichten van de voorgestelde verkeersmaatschappij wel noodzakelijk?

De gegeven schets der te stichten verkeersmaatschappij geeft den indruk dat enkel een „holding-company" van aandeelen in diverse tramwegmaatschappijen wordt bedoeld, een zuiver financieel instituut om steun en bedrijfskapitaal te verleenen; doch het wil mij voorkomen dat de directie van een dergelijke verkeersmaatschappij de noodige bestuursbevoegdheid heeft en ook zal toepassen, d. w. z. zich van lieverlede met de hoofdleiding van het bedrijf zal belasten, waardoor de directeuren hun zelfstandigheid zullen verliezen en eenvoudig ambtenaren van de verkeersmaatschappij zullen worden.

Zoude alsdan centralisatie van alle tramwegbedrijven, hetgeen men wil vermijden, ook langs dezen weg niet in de hand worden gewerkt en zouden aan een dergelijke verkeersmaatschappij dan niet dezelfde nadeelen gaan kleven, waarvoor men terecht vreest, indien alle tramwegen bij de bestaande verkeersmaatschappij (de Nederlandsche Spoorwegen) werden ondergebracht?

Is ook voor normaliseering van het bedrijf en voor het doen van centrale inkoopen het oprichten eener nieuwe maatschappij wel noodzakelijk, kunnen daarvoor de thans bestaande organen niet nuttig werk blijven doen?

Is het de bedoeling om door middel van deze nieuwe maatschappij te trachten doelmatiger en sneller tot het vormen van de zoo zeer gewenschte tramweg complexen te geraken, waartoe men vrijwillig niet zoude komen, dan zij opgemerkt dat toetreding tot deze verkeersmaatschappij ook vrijwillig is en men tramwegmaatschappijen, die om de eene of andere reden geen fusie wenschen of niet tot fusie willen medewerken, ook niet gedwongen kunnen worden toe te treden tot de ontworpen verkeersmaatschappij.

Is niet op eenvoudiger wijze het vormen van plaatselijke tramwegcomplexen in de hand te werken, indien de regeering, in plaats van de tramwegen in hun financieelen nood te laten voortzieken, aan verder te verleenen steun voorwaarden gaat verbinden, die tot fusie van maatschappijen moet leiden, aan de hand van, hetzij aannemelijke voorstellen van betrokkenen zelf, hetzij van voorstellen, ingediend door een daartoe bevoegde Commissie of Regeeringsorgaan?

Steunverleening in den vorm van subsidie of voorschotten zoude dan voor elk tramwegcomplex afzonderlijk zijn te regelen, rekening houdende met ieders bijzondere positie.

Wordt op deze wijze van Regeeringswege nog intijds practisch ingegrepen, dan vermeen ik dat zulks de voorkeur verdient boven het oprichten van een nieuwe verkeersmaatschappij, waaraan onvermijdelijk velerlei administratie en kosten verbonden zijn.

Zutphen. Ir. B. J. Haitsma Mulier.

BOEKBESPREKING.

Journal of the English Institution of Electrical Engineers September 1920.

Sir Dugald Clerk. — *Note on the thermal efficiency of the generation and use of gas and electricity.* — Na een uittreksel van het „Report on the coal-gas and electrical supply industries of the United Kingdom, to the President of the Institution of Gas Engineers" van een commissie, waarvan schrijver deel uitmaakte, volgt een discussie hierover gehouden in de „Institution of Electrical Engineers" op 16 Juni 1920. Men zoekt de oplossing in het construeeren van gasmachines van groot vermogen voor het aandrijven der dynamo's.

S. Evershed. — *Permanent magnets in theory and practice.* — In het eerste deel van dit opstel wordt de theorie van het permanent magnetisme gegeven, waarbij de hypothese van Ampère betreffende moleculaire stroomen gecombineerd wordt met de theorie van Ewing betreffende de werkingen tusschen de magnetische moleculen onderling. De denkbeelden, waartoe het begrip van moleculaire stroomen en de veronderstelling van het bestaan van een universeel magnetisch medium moeten leiden, worden van uit een modern gezichtspunt nader ontwikkeld, en het elementaire beginsel, waarop het vooruit bepalen van permanente magneten berust, wordt afgeleid van de eenvoudige evenredigheid tusschen magnetomotorische kracht en magnetische inductie.

In het tweede deel worden eerst twee fundamenteele vergelijkingen afgeleid voor magneten van uniforme krachtstroom-dichtheid. Vervolgens worden gewone magneten met uniforme doorsnede behandeld en wordt een volledige beschrijving gegeven van schrijvers methodes voor het vooruit berekenen van het vermogen van permanente magneten. Dit deel vormt dus den overgang tusschen theorie en practijk, terwijl schrijver zich voorstelt in een later te volgen derde deel de practische zijde van dit onderwerp te behandelen.

Discussie.

Sir Philip Dawson. — *Electric railway contact systems.* — Aan de hand van afbeeldingen wordt een beschrijving gegeven van eenige contactdraad-systemen voor electrische spoorwegen, terwijl vervolgens een denkbeeld wordt gegeven van de kosten van onderhoud, en ten slotte de voordeelen dier systemen ten opzichte van het derde rail-systeem, dat in Groot-Brittannië veel voorkomt, in het licht worden gesteld.

Discussie.

Lieut.-Col. H. E. O'Brien. — *The application of the electric locomotive to main-line traction on railways.* — Na een beknopt historisch overzicht van de ontwikkeling der electrische tractie in Engeland sinds 1890, wordt het algemeen constructie-vraagstuk onder de oogen gezien, waarbij de overtuiging wordt uitgesproken, dat aan alle vereischten der Britsche spoorwegtractie zou kunnen worden voldaan, door een standaardmotor van 250 P.K. met tandwieloverbrenging, een standaard wiel-diameter van 58 inch, drie tandwieloverbrengingen, n.l. 4/1, 3/1 en 2/1, en vier locomotief-types: 0—8—0, 2—8—2, 0—6 + 6—0, en 2—6 + 6—2. Vervolgens worden de voordeelen der electrische locomotief ten opzichte van de stoomlocomotief in de exploitatie opgesomd en aan de hand van diagrammen nader toegelicht, terwijl ten slotte de financieele zijde van het vraagstuk aan een beschouwing onderworpen werd.

Discussion on: „*Large power transformers*". — (Paper by messrs. A. G. Ellis & J. L. Thompson. Vol. 57, blz. 547.)

Discussion on: „*Alternating-current track circuiting*". — (Paper by Mc. L. H. Peter, blz. 491.)

Discussion on: „*A practical method of harmonic analysis*". — (Paper by Mc. Kemp. Vol. 57, blz. 85.)

John Scott-Taggart. — *The use of vacuum tubes for wireless transmission and the reception of continuous waves.* — Dit opstel is gewijd aan het gebruik van vacuumbuizen voor het overbrengen en ontvangen van continue golven bij de draadlooze telegrafie. Hierbij worden voorbeelden uit de practijk beschreven, alsmede toestellen en schakelingen toegelicht, welke door schrijver werden ontworpen.

Elektrotechnische Zeitschrift; Afl. 48, 2 Dec. 1920.

Dr. Ing. G. Dettmar. — *Die Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.* — Na een overzicht van de ontwikkeling van het beproevingslaboratorium worden de beginselen, waarop het berust, alsmede de voorwaarden, waaraan de proefnemingen moeten voldoen, uiteengezet. Vervolgens wordt het een en ander meegedeeld aangaande het beheer van dit laboratorium, de verdeeling der werkzaamheden, den financieelen grondslag en ten slotte betreffende het werkprogramma.

W. Burstyn. — *Koppelungserscheinungen bei ungedämpften Schwingungen.* — Aangetoond wordt, dat en hoe elke inductieve koppeling door een stroomvertakking vervangen kan worden. De gevallen der koppeling van een trillingsketen met een wisselstroombron en met een, een wisselstroombron bevattende, tweede trillingsketen, worden berekend en de frequentiediagrammen ontwikkeld. Het blijkt, dat twee gekoppelde ketens twee eigen frequenties bezitten, die overeenkomen met de koppelingsgolven bij gedempte trillingen.

J. Hak. — *Zur Berechnung von Drosselspulen.* — De inductiviteit eener korte dikke spoel zonder ijzer wordt, zooals bekend is, uitgedrukt door de formule van Stefan, waarin naast de dimensies der spoel twee cijferfactoren voorkomen. Deze formule zou, afgezien van de ingewikkelde berekening, moeilijk voor het bepalen dier afmetingen bij gegeven inductiviteit kunnen dienen. Een empirische formule is aangegeven door Korndörfer; deze levert wel is waar goede resultaten op, maar is beperkt tot het geval, waarbij de stroomsterkte bekend is, terwijl zij veronderstelt, dat de ruimtefactor voor alle gevallen dezelfde is. In dit opstel wordt nu aangetoond, dat men met behulp van een bepaalde soort rekentafels direct de nauwkeurige formule van Stefan en voor het geval van plaatspoelen de formule van Spielrein ter berekening van de afmetingen der spoel bij gegeven stroomsterkte en weerstand kan toepassen. Daarbij wordt ook rekening gehouden met den voor verschillende draaddikten zich wijzigenden ruimtefactor.

Elektrotechnische Zeitschrift; Afl. 49, 9 Dec. 1920.

F. Henning. — *Die Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld eines Scheinwerfers mit Parabolspiegel.* — (Slot volgt.) — Door middel van de wetten der geometrische optiek wordt de grootte en de lichtverdeeling van het verlichtingsveld van een spiegelschijnwerper berekend, voor het geval de lichtbron een gelijkmatig lichtgevende cirkelschijf is, waarvan de as zich in de spiegel-as en het middelpunt zich in het brandpunt van den parabolischen spiegel bevindt. De overeenkomstige berekening wordt verder uitgevoerd voor het geval, dat een booglamp met gegeven intensiteitsdiagram de lichtbron vormt.

Ueber Schüttelschwingungen bei elektrischen Lokomotiven mit Parallelkurbelgetriebe. — Na een uiteenzetting van de theorie dezer trillingen, worden de bij locomotieven met parallelle krukdrijfwerken voorkomende trillingen aan een nadere beschouwing onderworpen.

Dr. Walter K. Weiss. — *Die Verschmelzungsvorgänge in der Montanindustrie.* — Een overzicht wordt gegeven van de versmeltingsverschijnselen, die zich bij bovengenoemde industrie voordeden.

K. Stercker. — *Das neue französische Gesetz über die Masseinheiten.* — Een overzicht wordt gegeven van de sinds 27 Juli 1920 in Frankrijk van kracht geworden wet op de maateenheden.

Baurat Mattern. — *Die Wasserwirtschaft in Frankreich nach dem Kriege und der Ausbau der deutschen Wasserkräfte.* — Een overzicht wordt gegeven van de waterkrachtexploitatie in Frankrijk vóór en gedurende den oorlog. Hierbij komen ter sprake: de electrificatie der spoorwegen, de waterkrachten der Rhône, de scheepvaart van den Rijn over de Rhône naar de Middellandsche zee, besparing van steenkool door het gebruik van waterkracht, de nieuwe Fransche wetgeving op het gebied der waterrechten, de resultaten van het nieuwste onderzoek naar den omvang der waterkrachten in Frankrijk, het hydrau-electrische onderricht in de vakscholen, Frankrijk's concurrentiestrijd met Duitschland, terwijl ten slotte uit een en ander gevolgtrekkingen worden gemaakt voor de Duitsche waterkrachtexploitatie.

Elektrotechnische Zeitschrift; Afl. 50, 16 Dec. 1920.

Dr. Robert Pohl. — *Die zusätzlichen Verluste in massiven Bügeln.* — De door stroomverdringing te voorschijn geroepen bijkomstige verliezen kunnen niet alleen in het zich in de groeven bevindende koper, maar ook in de door lucht omgeven wikkelingsdeelen van electrische machines belangrijke waarden aannemen. In het bijzonder geldt zulks voor machines van groote stroomsterkte en een klein aantal polen, zooals turbogeneratoren, waarbij de wikkelkop van elke phase uit een groot aantal breede en dicht bij elkaar gelegen beugels bestaat. Voor de berekening der in zulke beugelgroepen optredende bijkomstige verliezen wordt een formule ontwikkeld, die berust op een ontleding van het magnetisch veld in een beugel-dwarsveld en een beugel-langsveld. Een proefondervindelijke contrôle der berekening gaf bevredigende overeenstemming.

Rudolf Rothe. — *Ueber einige Verfahren und Aufgaben aus der praktischen Mathematik.* — Na een algemeene beschouwing aangaande het wezen en de doeleinden der toegepaste wiskunde, worden verklaringen gegeven van eenige belangrijke wiskundige quaesties betreffende de volgende onderwerpen: 1. Equivaleering van waarnemingen. 2. Harmonische analyse. 3. Bepaling van de gemiddelde spherische lichtsterkte. 4. Ruimte-inhoud, statisch moment en traagheidsmoment van een homogeen omwentelingslichaam, voor het geval, dat slechts de omtrek van dit lichaam bepaald is. 5 Waarschijnlijkheid voor het treffen van een schijf. 6. Capaciteit van een galvanisch element. 7. Bepaling van het volume van en een schaal voor het water-quantum van een stuw in afhankelijkheid van den waterstand. 8. Bepaling van de hoogste toelaatbare vulhoogte van een om een horizontale as draaibaar vat met loodrechte draaiingsas.

P. v. d. Ster. — *Schutz gegen unnötiges Abschalten bei Kurzschlüssen und Ueberlastungen.* — Een verklaring wordt gegeven van de moeilijkheid, die ontstaat, wanneer in een door kortsluiting getroffen ring- of mazennet het niet defecte netgedeelte moet worden uitgeschakeld. Om zulks te verkrijgen wordt gebruik gemaakt van de omstandigheid, dat het bij een storing in een net optredende spanningsminimum kenmerkend is voor den aard en de plaats der kortsluiting. Het hierop berustende en hier beschreven spanningsvervaltijdrelais wordt bij een kortsluiting door de maximaal-relais in werking gesteld, waarbij de aflooptijd afhangt van de spanning.

Rudolph Wahn. — *Der verankerte und der verstrebte Leitungsständer.* — Voor verankerde en geschoorde masten worden nauwkeurige formules voor de bepaling van den ankertrek en van den steundruk afgeleid.

F. Henning. — *Die Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld eines Scheinwerfers mit Parabolspiegel.* — (Slot van blz. 976.)

Elektrotechnische Zeitschrift; Afl. 51, 23 Dec. 1920.

Karl Willy Wagner. — *Das Mehrfachfernsprechen und -telegraphieren auf Leitungen mit Hochfrequenz.* — Besproken wordt de invoering van het meervoudig telefoneeren en telegrafeeren met hooge frequentie langs geleidingen bij de practische exploitatie der „Reichs-Telegraphenverwaltung", terwijl uit afbeeldingen de inrichting der desbetreffende toestellen en hun plaatsing in de hoogfrequentie-centrale blijken.

Winkler. — *Güterbeförderung auf elektrischen Strassenbahnen.* — Een uit het „Zeitschrift für Kleinbahnen" (Bd. 25, 1918, blz. 527; Bd. 26, 1919, blz. 29) overgenomen opstel betreffende het transport van goederen op electrische tramlijnen naast het vervoer van personen, waarin een overzicht wordt gegeven van de antwoorden van 69 Duitsche tramdirecties op een desbetreffende vragenlijst.

L. Seidemann. — *Durchbiegung von Gittermasten.* — De doorbuiging van een vakwerkmast wordt volgens de methode van Mohr nauwkeurig berekend, terwijl vervolgens de resultaten vergeleken worden met die, verkregen met de formule van Bürklin; hierbij bleek een voor de practijk voldoend nauwkeurige overeenkomst te bestaan. In aansluiting daaraan worden daarop de beide tot nog toe in de practijk gebruikelijke formules voor de berekening der doorbuiging van vakwerkmasten behandeld, en de daarmee verkregen resultaten vergeleken met die, verkregen met de methodes van Mohr en Bürklin.

Dr. W. Dräger. — *Ueber elektrische Fernzeiger- und Kommandoapparate bewährter Systeme.* — Aan de hand van afbeeldingen wordt een beschrijving gegeven van diverse afstandswijzer- en commando-toestellen, zooals zij voorkomen bij het verkeerswijzen, groote machinecomplexen, mijnophaalmachines, enz.

E. Honigmann. — *Leiden en Hoffnungen der deutschösterreichischen Electroindustrie.* — Een overzicht wordt gegeven van de gevolgen der catastrophe voor de electrotechnische industrie van Oostenrijk, terwijl vervolgens de aandacht gevestigd wordt aan den wederopbouw en de verwachtingen der naaste toekomst.

WEERKUNDIGE WAARNEMINGEN.

Weerkundige waarnemingen te De Bilt, 8 uur voormiddag.

1921.	Barometerstand in m.M.	Windrichting.	Windkracht, naar Beaufort 12-d. sch.	Temperatuur, graden Celsius.	Neerslag in m.M.
3 Februari.	759.2	O.N.O.	1	— 1.2	—
4 »	766.1	N.O.	1	0.2	—
5 »	764.6	O.	2	2.0	—
6 »	768.7	O.N.O.	4	— 0.1	—
7 »	768.0	N.O.	3	— 0.6	—
8 »	769.9	Stil	—	— 0.6	—
9 »	774.7	N.N.W.	1	0.3	—

RIVIERBERICHTEN.

Waterhoogten in Meters + N.A.P. 8 uur voormiddag.

1921.	Keulen 7 uur v.m.	Lobith.	Nijmegen.	St. Andries (Waal).	Arnhem.	Westervoort (reg. pl.).	Maastricht hoofdsluis.	Venlo.	Grave.	St. Andries (Maas).
10 Febr.	37.37	10.36	8.15	3.32	8.19	8.73	42.01	10.38	6.80	2 85
11 »	37.31	10.20	8.01	3.11	8.07	8.60	42.03	10.40	6.57	2.69
12 »	37.11	10.10	7.91	3.03	7.96	8.49	41.96	10.34	6.57	2. 9
13 »	37.16	9.97	7.79	2.93	7.87	8.40	41.81	10 25	6.50	2.55
14 »	37.08	9.89	7.70	2.85	7.78	8.31	41.88	10.11	6.42	2 58
15 »	37.04	9.79	7.62	2 84	7 71	8.25	41.90	10.07	6.32	2.48
16 »	36.98	9 77	7.58	2.80	7.67	8.20	41.90	10 20	6.31	2.40

NIEUWSBERICHTEN.

* Vergadering van de Afdeeling voor Spoorwegbouw en Spoorwegexploitatie.

De eerstvolgende ledenvergadering der Afdeeling voor Spoorwegbouw en Spoorwegexploitatie zal plaats hebben op Woensdag 23 Maart 1921, te 's-Gravenhage.

De Internationale Verkeersconferentie te Barcelona.

Het Ministerie van Buitenlandsche Zaken deelt het volgende mede.

Bij Kon. besluit is dr. ir. C. Lely, oud-Minister van Waterstaat, lid van de Tweede Kamer, benoemd tot gedelegeerde der Nederlandsche Regeering ter Verkeersconferentie op 10 Maart 1921, op uitnoodiging van den Volkenbond, te Barcelona te beleggen, en zijn jhr. mr. dr. W. J. van Eijsinga, hoogleeraar aan de Rijksuniversiteit te Leiden, Nederlandsch Rijnvaartcommissaris en A. G. Kröller, lid van den Raad van bijstand van de directie van Economische zaken van het Departement van Buitenlandsche Zaken, benoemd tot plaatsvervangende gedelegeerden te dier conferentie, en ir. J. A. Kalff, directeur der maatschappij tot exploitatie van Staatsspoorwegen en van de Hollandsche IJzeren Spoorwegmaatschappij, en mr. J. P. A. Laman de Vries, hoofddirecteur der directe belastingen, invoerrechten en accijnzen, tot technische adviseurs der Nederlandsche delegatie.

Bedoelde conferentie vindt haar oorsprong in de conferentie, welke in October 1919 onder den naam van Commission pour l'Etude de la Liberté des Communications et du Transit te Parijs op initiatief der Fransche regeering bijeenkwam en welke was samengesteld uit de commissie, welke het XIIde deel van het Vredesverdrag van Versailles had voorbereid, aangevuld met delegaties van een aantal onzijdige landen, waaronder Nederland.

De Commission d'Étude heeft zich, op uitnoodiging van den raad van den Volkenbond, op 17 Maart 1920 omgezet in het Comité provisoire des Communications et du Transit de la Société des Nations, dat als zoodanig in Juni 1920 haar taak beëindigde.

Het Comité Provisoire ontwierp een 4-tal zoogenaamde conventions générales, respectievelijk betrekking hebbende op den doorvoer, op de waterwegen, op de havens en op de spoorwegen. Voorts trof het voorbereidende regelingen voor een Volkenbondsorganisatie op het hier bedoelde gebied en diende, in afwachting van de totstandkoming dezer organisatie, den raad van den Volkenbond terzake tot voorlichting.

De organisatie, waarvan hier sprake is, bestaat in de eerste plaats in de conférence générale, waarin alle leden van den Volkenbond door één gedelegeerde zullen kunnen vertegenwoordigd worden, die zich door de noodige deskundigen zal kunnen doen bijstaan. De Conférence Générale zal thans voor de eerste maal te Barcelona bijeenkomen.

Deze conferentie beoogt over het algemeen door het uitwisselen van gedachten en van inlichtingen op het hier bedoelde gebied, voor zoover zulks mogelijk is, nieuwe publiekrechtelijke regelen te ontwerpen en door het kenbaar maken van „aanbevelingen" bij te dragen tot het zoo spoedig mogelijk nemen van practische maatregelen, welke het internationale verkeer zullen ten goede komen.

* * *

* Wij kunnen nog mededeelen, dat de Minister van Waterstaat den hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat ir. D. A. van Heyst heeft aangewezen als deskundige om de Nederlandsche delegatie naar Barcelona te vergezellen.

Examens aan de Technische Hoogeschool.

De Voorzitter van de Afdeeling der Electrotechniek der Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan het ingenieurs-examen voor electrotechnisch ingenieur, dat door genoemde Afdeeling zal worden afgenomen vóór de zomervacantie van 1921, zich hiervoor schriftelijk hebben aan te melden bij den Secretaris der Afdeeling, prof. jhr. dr. G. J. Elias (uitsluitend laboratorium voor Natuurkunde en Electrotechniek, Kanaalweg 2, te Delft) vóór 4 Maart 1921, onder overlegging van het getuigschrift van met goed gevolg afgelegd candidaatsexamen.

Naamlooze Vennootschappen.

Bijvoegsel tot de *Ned. St. Courant* van:

20 Januari 1920, No. 14. West-Indische Houthandel te Amsterdam. Kapitaal f 500.000 Leden van den raad van beheer, mr. dr. C. F. Schoch, hoofddirecteur der Surinaamsche Bank te Amsterdam, R. A. Kaiser, plaatsvervangend hoofddirecteur der Surinaamsche Bank, te Zeist, C. Gips, directeur der N.V. Gips' Houthandel, mr. A. J. van Hengel, directeur der Amsterdamsche Bank, en J. van Hasselt, directeur der N.V. Koninklijke West-Indische Maildienst.

Huyzers Euboea Magnesietwerken te Amsterdam. Kapitaal f 3.500.000. Directeur W. J. A. Huyzer, industrieel te Amsterdam, onder toezicht van ten hoogste 5 commissarissen.

Rotterdamsche fabriek van metaalbewerking voorheen firma Gebrs. Vermeulen te Rotterdam. Kapitaal f 300.000. Directeur H. Vermeulen, fabrikant te Rotterdam. Commissarissen L. J. van der Ree, fabrikant, en A. van der Spek Mz., koopman, beiden te Rotterdam.

7 Februari 1921, No. 26. Nederlandsche Dok-Maatschappij te Amsterdam. Kapitaal f 10.000.000. Directeur J. H. C. Salberg te Amsterdam. Commissarissen: M. C. Koning, directeur der Stoomvaart-Maatschappij „Nederland", te Haarlem; S. M. D. Valstar, directeur der Kon. Ned. Stoomboot-Maatschappij, te Heemstede; H. Th. Cox, directeur der Hollandsche Stoomboot-Maatschappij, te Amersfoort; G. H. de Marez Oyens, directeur der Ned.-Indische Handelsbank, te Amsterdam; E. D. van Walree, directeur van de Twentsche Bank, te Hilversum; mr. C. H. Guépin, directeur der Ned. Handel-Maatschappij, te Amsterdam; mr. A. J. van Hengel,

directeur der Amsterdamsche Bank, te Amsterdam; J. WILMINK, directeur der Kon. Hollandsche Lloyd, te Amsterdam, en J. FOUDRAINE, directeur der Kon. Hollandsche Lloyd, te Amsterdam, gedelegeerd commissaris.

OFFICIEELE BERICHTEN.

— Bij Kon. besluit van 12 Februari 1921 is aan den officier-machinist 2de kl. P. VAN DEN Bos vergunning verleend tot het waarnemen van een particuliere betrekking buiten het zeewezen voor den tijd van één jaar, ingaande op 16 Februari 1921, onder stilstand van alle inkomsten bij de zeemacht en van de opklimming in de ranglijst.

— Bij Kon. besluit van 14 Februari 1921 is aan den hoofdofficier-machinist 2de kl. titulair B. J. VELDERMAN, op zijn verzoek, met 1 April 1921 wegens langdurigen dienst eervol ontslag uit den zeedienst verleend onder toekenning van pensioen; en is met 1 April 1921 bij den marine-stoomvaartdienst bevorderd tot officier-machinist 1ste kl. de officier-machinist 2de kl. W. G. M. BROUWER.

OFFICIEELE BERICHTEN UIT INDIE.

Bij den Waterstaat en 'sLands Burgerlijke Openbare Werken.

Ontslagen: op verzoek, met ingang van 31 December 1920, eervol uit 's Lands dienst, J. TH. HAVSTEEN, tijdelijk ingenieur bij den Waterstaat en 's Lands Burgerlijke Openbare Werken.

Bij den dienst der Staatsspoor- en tramwegen.

Tijdelijk benoemd: tot ingenieur, F. ZAHRADNIK, daartoe ter beschikking gesteld van den Gouverneur-Generaal; tot hoofdingenieur, H. C. PETERSEN, daartoe voor den tijd van drie jaren gesteld ter beschikking van den Gouverneur-Generaal.

Verleend: wegens zesjarigen dienst, acht maanden verlof naar Europa, aan H. M. REYNTJES, opzichter 2e kl., met bepaling, dat hij geacht wordt zijn betrekking op 21 November 1920 te hebben neergelegd; wegens zevenjarigen dienst, negen maanden verlof naar Europa, aan J. F. HOOGSTEDE, opzichter 1e kl.; wegens achtjarigen dienst, tien maanden verlof naar Europa, aan S. A. TANAMAL, opzichter 1e kl.

Bij den Post-, telegraaf- en telefoondienst.

Verleend: wegens zesjarigen dienst, acht maanden verlof naar Europa, aan den ingenieur A. L. J. TRAANBOER, met bepaling, dat hij zijn betrekking op 15 Februari 1921 zal neerleggen.

Bij de Genie.

Benoemd: tot reserve 1ste luitenant der genie, de bij de militie ingelijfde reserve 1ste luitenant der infanterie van het leger in Nederland ir. E. A. VOORNEMAN, met bepaling, dat hij op de ranglijst wordt geplaatst onmiddellijk onder den reserve 1ste luitenant der genie ir. J. S. VAN NIJMEGEN SCHONEGEVEL.

PERSONALIA.

— Bij beschikking van den Minister van Marine a.i., zijn de navolgende plaatsingen enz. gelast:

met 16 Februari 1921, de officier-machinist 2de kl. P. VAN DEN Bos, thans geplaatst aan boord „Gelderland", op verzoek op non-activiteit gesteld;

met 21 Februari 1921, de officieren-machinist 2de kl. W. N. BART geplaatst aan boord „Gelderland", en G. VAN NOORTWIJK geplaatst te Willemsoord, de officieren-machinist 3de kl. C. GOOSSENS, H. DE ROODE en S. P. VISSER, thans geplaatst aan boord „Gelderland", gesteld ter beschikking;

met 22 Februari 1921, de officier-machinist 3de kl. J. J. VAN EYK MENKMAN, geplaatst bij de marinekazerne te Willemsoord.

— Bij beschikking van den Minister van Koloniën is ir. Raden Mas PANDJI SOERACHMAN TJOKROADI SOERIO, te Delft, ter beschikking gesteld van den Gouverneur-Generaal van Ned.-Indië, om daar te lande te worden benoemd tot scheikundig assistent bij de afdeeling nijverheid van het departement van landbouw, nijverheid en handel te Buitenzorg, en M. LEIPNIKER, te Amsterdam, om te worden geplaatst in tijdelijken dienst als civiel ingenieur bij den dienst der Staatsspoor- en tramwegen.

— Bij beschikking van den Minister van Koloniën is H. J. H. HANSEN, te Kallehave (Denemarken), ter beschikking gesteld van den Gouverneur-Generaal van Ned.-Indië, om daar te lande in tijdelijken dienst te worden geplaatst als werktuigkundig ingenieur bij den dienst der Staatsspoor- en tramwegen.

— Bij beschikking van den Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen is van 16 Februari tot en met 31 Augustus 1921, benoemd tot assistent voor de werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, ir. L. MONHEMIUS, te Leiden.

* Ir. N. A. J. VOORHOEVE, laatst ingenieur bij de Vereenigde Octrooibureaux te 's-Gravenhage, vertrok 15 Februari 1921 naar Engeland om in functie te treden bij Metropolitan Vickers' Electrical Co., Manchester.

* Ir. V. JOCKIN, ingenieur, hoofd van afdeeling bij den Gemeentelijken Woningdienst te Amsterdam, is benoemd tot hoofd van de bouwkundige afdeeling bij de Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek te Delft.

* Aan den directeur van den gemeentelijken telephoondienst G. E. VAN LIER is in de vergadering van den Gemeenteraad van 's-Gravenhage van 14 Februari 1921, op zijn verzoek, eervol ontslag verleend, met ingang van 1 April 1921, onder dankbetuiging voor de belangrijke diensten, door hem aan de gemeente bewezen.

* Ir. H. STRENGERS, ingenieur bij de Hollandsche Aanneming-Maatschappij, is 12 Februari 1921 per s.s. „Insulinde" naar Ned.-Indië vertrokken.

* Ir. A. P. A. VAN DEINSE is benoemd tot manager van het Dredging Department van de Union Construction Co., te Oakland, Californië.

* Ir. W. M. KOP, laatst ingenieur bij de „Heemaf", is benoemd tot ingenieur bij het Provinciaal Electriciteitsbedrijf in Friesland.

* Ir. A. A. LAGAAY is benoemd tot tijdelijk leeraar aan de Rijks H. B. S. te Roermond.

OPEN BETREKKINGEN.

Adsp.-adj.-ingenieurs bij de Ned. Spoorwegen. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Electrotechnisch ingenieur (Delft) bij de Staatsmijnen in Limburg. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Jong civiel ingenieur bij den Prov. Wat. in Drenthe. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Ingenieur bij de Ned. Maatschappij voor havenwerken. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Vertegenwoordiger voor Duitsche porcelein fabrieken voor isolatoren. (Zie *Adv.*)
Tijd. ingenieur bij de Zuiderzeewerken. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Scheepsbouwk. ingenieur (niet op een werf) bij den bouw van zeeschepen. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Bedrijfsingenieur op groote machinefabriek en scheepswerf. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Leeraar in de electrotechniek aan de Electrotechnische School te Amsterdam. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Ingenieur bij het Rijksbureau voor drinkwatervoorziening. (Zie *Adv.*)
2 civiel ingenieurs en 1 bouwk. ingenieur bij de gemeente Batavia. (Zie *Adv.*)
Jong **electrotechn. ingenieur** bij het bureau der commissie voor hoogspanningslijnen. (Zie *Adv.*)
Adj.-directeur gem. waterleiding te Groningen. (Zie *Adv.*)
Onder-directeur gem. lichtbedrijven en waterleiding te Breda. (Zie *Adv.*)
Ingenieurs of **electrotechnici** bij prov. electr. bedrijf. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Architect of ingenieur bij gem. woningdienst te Rotterdam. (Zie *Adv.* in No. 7.)
Directeur gem. telefoondienst te 's-Gravenhage. (Zie *Adv.* in No. 7.)

GEZOCHTE BETREKKINGEN.

Ingenieur zoekt betrekking op Holl. scheepswerf. (Zie *Adv.* in No. 6.)
Jong civiel ingenieur zoekt plaatsing. (Zie *Adv.* in No. 6.)

ERRATUM.

In No. 7 van 12 Februari 1921, blz. 127, eerste kolom, regel 8 van onderen. *staat:* $\frac{\rho w^2}{\rho l^2}$; *lees:* $\frac{\rho w^2}{\rho l^2}$.

Gedrukt bij Firma E. J. BELINFANTE, voorh.: A. D. SCHINKEL.