3e JAARGANG
NUMMER 5

DE INGENIEUR IN INDONESIË

OCTOBER
1951

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: De betonnen smalspoordwarsligger der Handelsvereniging Amsterdam, door ir L. P. de Stoppelaar. Berekening van de grootste gemiddelde relatieve regenval, door ir J H Haspers.

625.142.4: 625.31

De betonnen smalspoordwarsligger der Handelsvereniging Amsterdam.

door

Ir L.P. de Stoppelaar, w.i., Chef-Installatie H.V.A.

Summary.

During the war numerous railway sleepers disappeared from messrs. H. V. A. 's narrow gauge railway lines on Java.

A serious shortage of suitable timber hampered the rehabilitation of this Company's Estates, making it urgently necessary to fabricate large numbers of 70 c.m. sleepers of ferro-concrete.

The design, testing and mass-production of these sleepers in a workshop specially built for this purpose at the S. F. Djatiroto is described.

Hoewel slechts de rehabilitatie van een beperkt gedeelte van het vóóroorlogs railbaannet kon worden geentameerd, stelde de dwarsliggervoorziening - – per k.m. baanlengte worden ca. 1500 liggers benodigd — ons aanvankelijk voor grote problemen.

De aanschaf van duurzame houten dwarsliggers stagneerde door de onveiligheid in de djatibossen, of werd door onoverkomelijke transportmoeilijkheden verhinderd.

Voor stalen dwarsliggers werden buitenlandse deviezen benodigd.

Eind 1949 werd daarom met de eigen aanmaak van betonnen liggers aangevangen.

De tijd ontbrak om van het probleem, dat vele aspecten biedt, een grondige studie te maken. Uitgaande van een grote partij bewapeningsijzer, die reeds moest worden aangeschaft alvorens de nieuwe ligger in bedrijf kon worden beproefd, werd op de S.f. Djatiroto de serie-fabricage van dwarsliggers ter hand genomen volgens een methode, aangepast aan de op deze onderneming beschikbare faciliteiten.

De betonnen ligger zou aan de volgende eisen moeten voldoen:

a) 70 cm. spoorwijdte, geschikt voor 12 kg rails en voor verkeer met locomotieven van 80 P.K.;
b) eenvoud van constructie;
c) minimaal verbruik aan betonijzer, railbevestigingsmateriaal en Portland cement;
d) gemakkelijk in de banen te monteren;
e) duurzaam.

Wij zijn er naar onze mening in geslaagd een compromis te vinden tussen deze gedeeltelijk tegenstrijdige eisen.

De fabricagekosten der liggers bleken, nadat de kinderziekten waren overwonnen en de massaproductie op gang kwam, aanvankelijk weining te verschillen van de aanschaffingskosten der naar verhouding belangrijk minder duurzame liggers uit djatihout.

Door de loonsverhogingen op de ondernemingen, de prijsstijging van de cement en de invoering der deviezencertificaten stegen de productiekosten echter zodanig, dat, nadat aan de grootste behoefte aan liggers was voldaan, de fabricage moest worden stopgezet.

Mochten echter bij de aanschaf van houten liggers wederom grotere moeilijkheden worden ondervonden, dan kan het bedrijf — waarin thans de nodige ervaring is opgedaan — snel weder op gang worden gebracht.

Terwille van de stabiliteit van de railbaan werden de grondvlakafmetingen van de ligger *(fig. 1)* ongeveer gelijk gemaakt aan die der bij de H. V. A. gebruikelijke houten liggers (125 × 18 × 12 cm).

Voor de hoogte van de ligger was de afstand tussen boven- en onderlangsstaven, die wij enigszins arbitrair op 11 cm stelden, maatgevend.

Dwars- en lengteprofielen volgden uit de afmetingen van railvoet en railbevestiging, uit de noodzaak om de gietvormen zo eenvoudig mogelijk te houden en uit de eis van een zo gering mogelijk verbruik aan specie.

Aantal en afmetingen van langs- en dwarsstaven trachtten wij experimenteel te bepalen, nadat gebleken was dat de fabricagekosten voor een belangrijk gedeelte hiervan afhankelijk zouden zijn en dat een berekening onvoldoende waarborgen zou bieden tegen een onnodig verbruik aan wapeningsijzer.

In *British Standard Specification* No. 986 (1945) wordt voorgeschreven, dat bij de sterkteberekening van betonnen liggers uitgegaan dient te worden van de in *fig. 2 (bovenaan)* afgebeelde belastingstoestand.

Voor tertiaire banen, zijsporen, remisebanen e.d. mag, volgens deze grondslagen, P_c gelijkgesteld worden aan $\frac{1}{2}$ P; wij namen aan, dat deze verhouding ook zou gelden voor de betrekkelijk licht bereden smalspoorbanen.

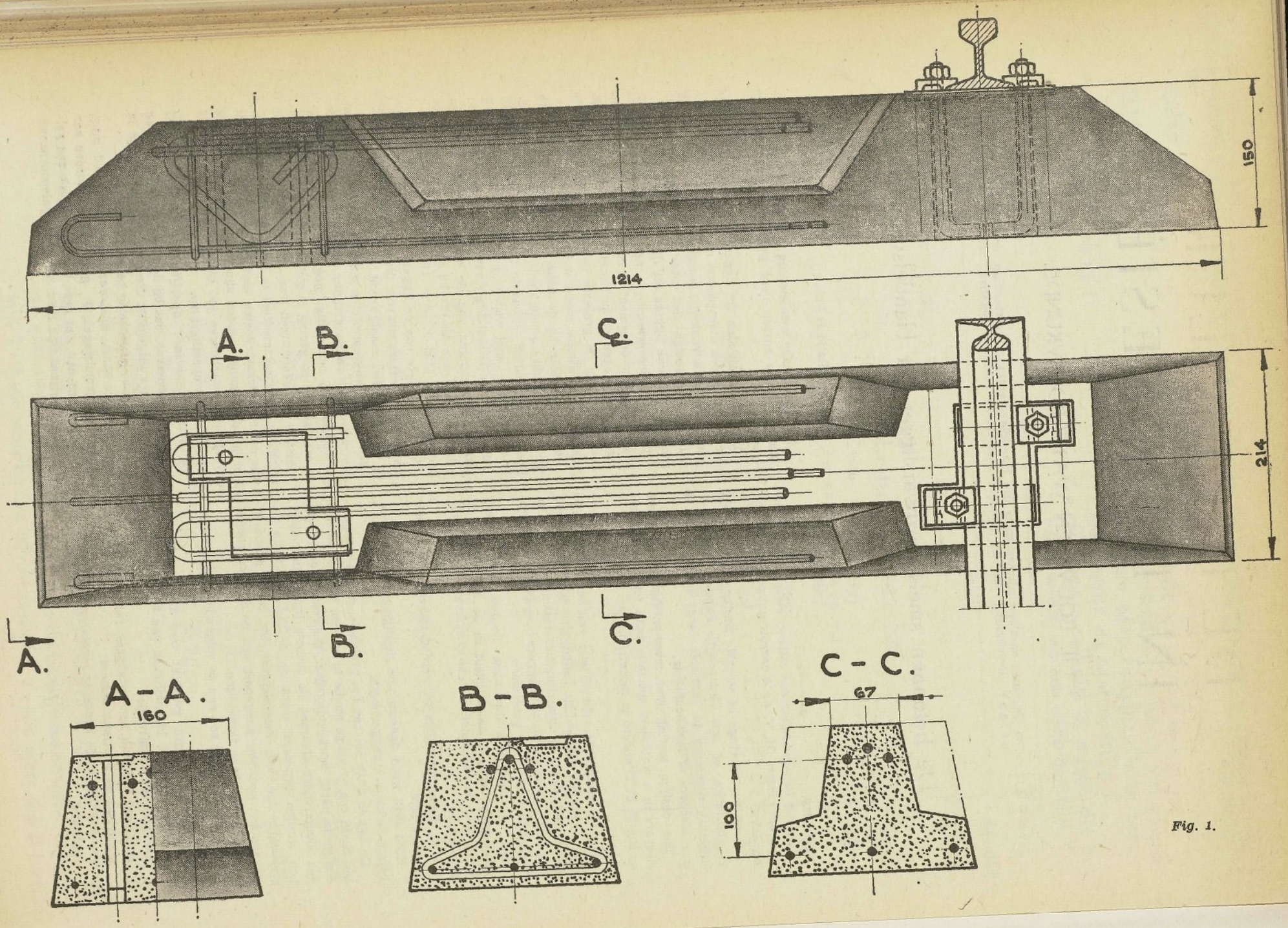
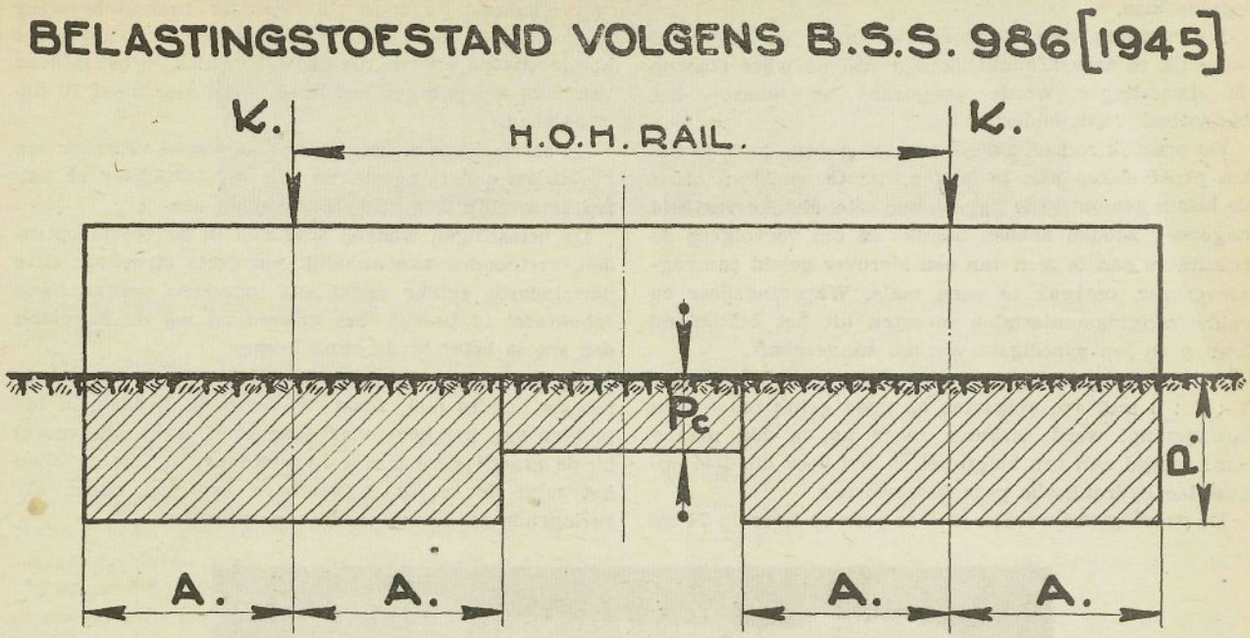


Fig. 1.



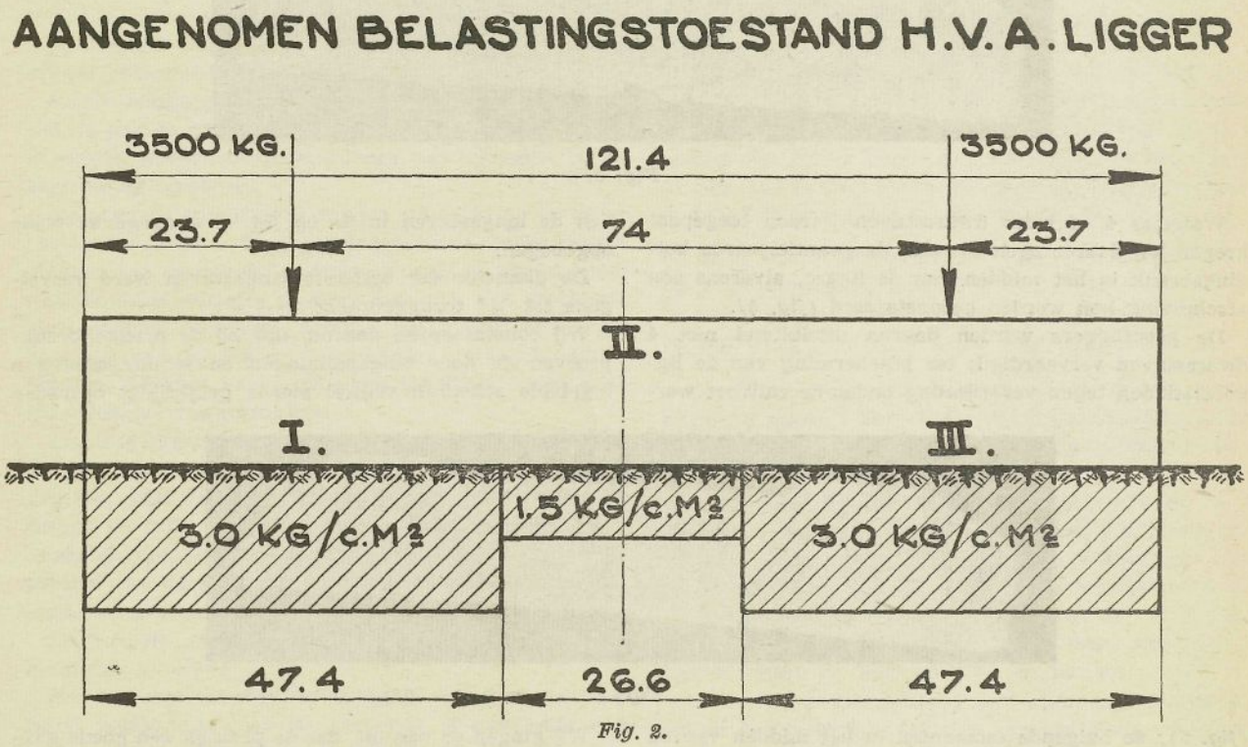


Fig. 2.

De wieldruk *(K)* bestaat uit een statische kracht, veroorzaakt door het op lorrie- of locowiel rustende gewicht, vermeerderd met een toeslag voor bij rijdende treinen optredende massakrachten.

Bij normaal beladen rietlorries bedraagt de statische wieldruk ca. 1500 kg.

De meeste onzer 80 P.K. locomotieven zijn van het type B + B, met een dienstgewicht van ca. 18 ton; wieldruk dus ca. 2250 kg.

In het *„Bulletin de l' Association Internationale du Congres des Chemins de Fer"*, Februari 1949, worden cijfers genoemd voor de dynamische wieldruk waarvan in een aantal landen, waar betonnen liggers in gebruik zijn, wordt uitgegaan; op grond van deze cijfers leek een toeslag van 50% op de statische wieldruk aanvaardbaar.

Hieruit volgde de belastingstoestand aangegeven in *fig. 2* onderaan; uit deze belastingstoestand kunnen de buigmomenten worden berekend, die op de ligger werken, n.l.:

ca. 18.000 kgcm onder de railvoeten,

ca. 13.000 kgcm in het midden tussen de rails.

Met deze berekening bedoelden wij slechts om een indruk te krijgen van de orde van grootte der optredende momenten; een goed uitgangspunt voor een berekening der materiaalspanningen meenden wij hierin niet te

moeten zien.

De verdeling van de gronddruk onder de ligger zal namelijk te zeer afhankelijk zijn van de wijze waarop de dwarsligger wordt aangeaard en waarop het ballastbed wordt onderhouden.

De practijk zou uitsluitsel moeten geven, doch de tijd om proefvakken aan te leggen, om te wachten totdat de hierin gemonteerde liggers hun uiteindelijke vastheid nagenoeg zouden hebben bereikt en om vervolgens de resultaten aan te zien van een hierover geleid campagne-verkeer, ontbrak te enen male. Wapeningsijzer en railbevestigingsmaterialen moesten uit het buitenland komen en ten spoedigste worden aangeschaft.

De eerste serie liggers, vervaardigd uit betonspecie 1 : 2 : 3 met een enigszins op goed geluk ontworpen bewapening, werd derhalve reeds na ca één maand hardingstijd aan een buigproef in een voor dit doel opgestelde hydraulische pers onderworpen.

De proefliggers werden in deze pers op twee op 74 cm van elkander liggende rollen onder tussenschakeling van zware rubberklossen ondersteund; de persplunjer kon, eveneens via een rol met rubberklos, in het midden van deze opleggingen een kracht van maximaal 10 ton uitoefenen.

De eerste liggers, die wij braken, waren voorzien van boven- en onderlangsstaven van ⅜" betonijzer en van respectievelijk 3, 4 of 6 dwarsstaven van ¼".

De belastingen waarbij scheuren in de specie optraden, vertoonden aanvankelijk een grote strooiing; deze verminderde echter nadat een inmiddels vervaardigde schoktafel in bedrijf was gesteld en wij de aanmaak der specie beter in de hand kregen.

Bij de eerste breukproeven viel het reeds op, dat de meeste liggers niet, zoals wij verwacht hadden, in het midden van het bovenvlak scheurden, doch dat, vooral bij de proefliggers met 3 dwarsstaven, in vele gevallen het eerst de in *fig. 3* zichtbare, typische, onder 45° verlopende afschuivingsbreuken optraden.

Fig. 3.

Wanneer 4 of meer dwarsstaven werden toegepast kregen wij daarentegen meestal de geanticipeerde buigingsbreuk in het midden van de ligger, alvorens een afschuiving kon worden geconstateerd *(fig. 4)*.

De proefliggers werden daarna uitsluitend met 4 dwarsstaven vervaardigd; ter bescherming van de liggeruiteinden tegen verbrijzeling onder de railvoet werden de langsstaven in de op *fig. 1.* aangegeven wijze opgebogen.

De diameter der onderste langsstaven werd vervolgens tot ¼" teruggebracht.

Wij constateerden daarna, dat bij de meeste breukproeven de door buigspanningen en schuifspanningen ingeleide scheuren vrijwel steeds gelijktijdig optraden

Fig. 4.

(fig. 5); de buigende momenten in het midden van de ligger bedroegen hierbij gemiddeld ca. 90.000 kgcm, gevende een ca. 6-voudige zekerheid t.o.v. de berekende waarde. Dit resultaat achtten wij bevredigend.

De onderste langsstaven waren, zoals gezegd, tot ¼" diameter gereduceerd. Ter contrôle van de juistheid van deze maatregel werden een aantal proefliggers op een zodanige wijze in de pers gemonteerd, dat de plunjer ter plaatse van de railvoet werkte, terwijl het liggereinde op twee zich op een onderlinge afstand van 28 cm bevindende rollen werd ondersteund. De grootste buigspanningen zouden hierbij in het ondervlak van de ligger optreden; bij deze proeven bleken door een buigend moment van ca. 40.000 kgcm scheuren in het ondervlak te ontstaan.

Wij gingen er van uit, dat de practijk een goede aanaarding en onderstopping van de liggereinden gemakkelijker zal zijn te bewerkstelligen dan in het midden tussen de rails en meenden verdere experimenten met de wapeningsijzers achterwege te kunnen laten. Een grote partij ⅜" en ¼" betonijzer was inmiddels aangeschaft en reeds zeilende en het was zaak geworden om ons te concentreren op de problemen waarvoor de massa-fabricage der liggers ons zou stellen.

Op de nabij gelegen S. f. Goenoengsari werd een bedrijfje ingericht, voorzien van speciaal gereedschap, waarin de wapeningsijzers werden geknipt, gebogen, gericht en met behulp van ijzerdraad aan elkander werden gelast.

Aan wapeningsijzer bleek, met mederekenen van de

Fig. 5.

onvermijdelijke afval, ca. 4,5 kg per ligger te worden benodigd.

Een probleem, dat zich had aangediend zodra tot de fabricage van betonnen liggers was besloten, was dat der railbevestiging.

In de vakliteratuur kwamen wij meerdere gegevens tegen over de wijze waarop dit probleem bij betonnen normaalspoorliggers was opgelost; geen hiervan leek echter voor onze smalspoorbanen bruikbaar, de constructies waren veelal te ingewikkeld en te kostbaar voor ons doel. Bij elders toegepaste bevestigingswijzen werd bovendien gebruik gemaakt van elastische opleggingen van hout, vilt of rubber en de toepassing hiervan zou het grote voordeel van betonnen boven houten dwarsliggers, n.l. de minimale onderhoudskosten en een vrijwel onbegrensde levensduur, teniet doen.

Railbevestigingen, die elders waren toegepast en slechts aan de onderzijde van de ligger konden worden vastgezet, zouden onaanvaardbare moeilijkheden bij de baanaanleg opleveren.

Na enig experimenteren vonden wij de in *fig. 1.* afgebeelde constructie. Hierbij worden in de beide bovenvlakken van de ligger Z-vormige kamertjes uitgespaard, waarin stalen stripjes passen; deze zijn van rechthoekige sleuven voorzien waarin het nokje rust van normale, ook bij stalen dwarsliggers gebruikte klemplaatjes. Middels een eenvoudige haakbout worden de klemplaatjes vastgetrokken.

De in de ligger uitgespaarde kamertjes en de boringen voor de haakbouten moeten goed aan de maat worden gegoten, daar van de plaats der stripjes de hartafstand tussen de rails en de inklemming van de railvoet afhankelijk zijn. De houten gietvormen werden hiertoe ter plaatse van deze uitsparingen van zorgvuldig vervaardigde en geplaatste stalen kernen voorzien.

De stripjes werden, zuiver geponst, door een machinefabriek geleverd.

Een bezwaar dezer railbevestiging, die overigens goed heeft voldaan, is, dat zij gebonden is aan rails van vrijwel constante voetbreedte; bij de bij ons gebruikelijke 12 kg rails is deze 69 mm.

Tijdens de montage van haakbouten en stripjes worden de kamertjes volgegoten met asphalt, die de ruimte tussen de strippen geheel opvult. Hierdoor ontstaat een „kussentje" van asphalt, opgesloten tussen railvoet, strippen en specie, dat totdusverre een afdoende beveiliging heeft gevormd tegen verbrijzeling van het bovenvlak der liggers door de op de rails werkende schokkrachten.

Het volume van de in *fig. 1.* afgebeelde ligger werd picnometrisch bepaald en bedraagt ca. 28 dm³.

Wij verwachtten, dat op de samenstelling der specie en op de water-cement-verhouding scherp toezicht zou moeten worden uitgeoefend. Een contrôle op de verbruikte gewichten leek eenvoudiger dan op volumina, aangezien cement in zakken van bekend gewicht kon worden gehanteerd, terwijl zand en grint per lorrie zouden worden aangevoerd en het gewicht hiervan op de bestaande weegbruggen gemakkelijk zou kunnen worden gecontrôleerd. Voor de bepaling der watergift zou een eenvoudig doseringsapparaat kunnen worden vervaardigd.

Het was dus zaak om inzicht te krijgen in de volumegewichten der ingrediënten.

Echter, reeds bij de cement bleek dit van 1200 tot 1400 kg per m³ te variëren, mogelijk door de vele manipulaties, die deze substantie onderging alvorens de zakken op de mengtafel werden uitgestort.

Goed rivierzand bleek moeilijk verkrijgbaar. Wij achtten het daarom noodzakelijk om het binnengebrachte zand een grondige wassing te doen ondergaan. Hierdoor ontstonden echter grote schommelingen in het watergehalte, die geaccentueerd werden door fluctuaties in de vochtigheidsgraad van de atmospheer. Zo vonden wij:

bij in de zon gedroogd zand	:	ca. 1370	kg per m³.
bij luchtdroog zand	:	„ 1210	„
bij vochtig zand	:	„ 1280	„
bij nat zand	:	1320 à 1500	„

De vóóroorlogse winplaatsen van riviergrint waren eveneens moeilijk bereikbaar, doch daarentegen bevonden zich aanzienlijke hoeveelheden fijn kalksteenslag in de kalksteenconcessie nabij Poeger. Dit materiaal was, door zijn kleine stukgrootte, onbruikbaar in de kalkovens der carbonatatie-suikerfabrieken; grote hoeveelheden ervan waren in de loop der vóóroorlogse jaren in de nabijheid der kalksteenrotsen gedeponeerd. Na uitzeven over geperforeerde platen met ½" en ¼" gaten bleek het volume-gewicht van deze steenslag te liggen tussen de 1300 en 1360 kg per m³.

Door de veranderlijkheid der volume-gewichten zou echter een bedrijfscontrôle op gewichtsbasis weinig zin hebben en het aanhouden van een vaste water-cement-factor vrijwel onmogelijk worden, hoe belangrijk deze verhouding ook voor het verkrijgen ener goede druksterkte der specie zou zijn.

Na de vervaardiging en opstelling van een eenvoudige, met ca. 200 o.p.m. werkende schoktafel, bleek echter, dat de keuze van de juiste mengverhouding en watergift vrijwel kon worden overgelaten aan het „gevoel" van het bedienend personeel.

Wij koesterden aanvankelijk de hoop in drie ploegen van elk acht uur in taakwerk en in continubedrijf te zullen kunnen werken. De opzet was, dat dan elke ploeg de door haar benodigde specie zelf zou mengen, een bepaald aantal vormen hiermede zou vullen nadat de

551.577.37

Berekening van de grootste gemiddelde relatieve regenval

door

dr ir J. H. Haspers.

De grootste gemiddelde regenval op een oppervlak van bepaalde grootte is relatief weer te geven door de verhoudings-coëfficient β, waarbij de grootste plaatselijke regenval als éénheid wordt genomen.

Deze betekenis maakt de coëfficient β tot een der hoofdelementen van de afvoerberekening, o.m. volgens de bekende methoden van Melchior,[1]) van Kooten[2]) en der Weduwen[3]).

De coëfficient β is veranderlijk met het *regenoppervlak F* en de *regenduur t* en der Weduwen heeft dit verband tussen β, F en t, uitsluitend gebaseerd op regenwaarnemingen in Indonesië, vastgelegd in :

$$\beta = \frac{180 + \frac{t+1}{t+9} F}{180 + F} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Deze formule (waarin t in h en F in km²) is echter alleen bedoeld voor kleine regenoppervlakken tot $F = \pm 200$ km². Bij grotere irrigatie- of assaineringsprojecten zijn voor de afvoeren echter meestal stroomgebieden met een veel groter oppervlakte in beschouwing te nemen en dan ontbreekt een formule, welke voor deze gebieden het verband tussen β, F en t weergeeft. Dit heeft steller geleid tot een hernieuwde beschouwing van de — helaas zo spaarzame — gegevens van empirische β-waarden in Indonesië om te komen tot een β-formule van meer algemene geldigheid dan (1).

De regenwaarnemingen, welke vanaf 1889 gedurende een tijdvak van 2000 dagen op een 2000 km² groot gebied in Zuid-Bagelen waren verricht door de ir S. J. G. van Overveldt en ir H. P. Mensinga zijn nog steeds de enige gegevens, waaruit β voor grote regenoppervlakken bepaald kan worden. Deze waarnemingen hebben betrekking op de wijze, waarop de grootste gemiddelde regenval per etmaal met de toename van de grootte van het gebied afneemt, of m.a.w. de waarnemingen hebben betrekking op het verband tussen β en F voor de constante regenduur $t = 24$ h. Dit verband werd door Melchior vastgelegd in :

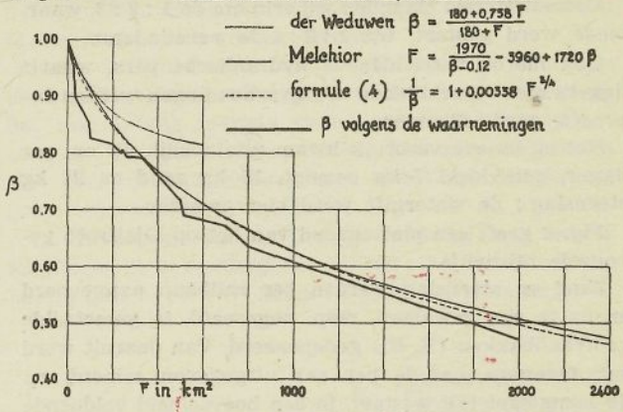
$$F = \frac{1970}{\beta - 0{,}12} - 3960 + 1720.\beta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

[1]) Melchior, ir A. P., „De toepassing van de formules van Lauterburg voor de bepaling van den grootsten afvoer van de rivieren op Java", *Tijdschrift v/h Kon. Inst. v. Ing.*, afd. Ned.-Indië, 1895.

[2]) Van Kooten, ir F. H., „Eenige empirische methoden tot het berekenen van den maximum afvoer eener rivier uit de grootte van den regenval", H. J. Paris, Amsterdam 1927.

[3]) Der Weduwen, ir J. P., „Het berekenen van den maximum afvoer van stroomgebieden met een oppervlak van 0 — 100 km²", De *Ing. in Ned.-Indië*, No. 10, 1937.

Fig. 1 Reductie-coëfficient β voor $t = 24$ h



Het verloop van β volgens de waarnemingen en volgens (2) is in *fig. 1* grafisch weergegeven. Hoewel (2) ook thans — meer dan een halve eeuw na de eerste publicatie — nog van toepassing is, zo geeft de vorm van de vergelijking geen aanmoediging om (2) als uitgangsformule te nemen voor de afleiding van een vergelijking voor β, waarin behalve F ook de variabele t is opgenomen.

Uitgaande van de overweging, dat de waarde van β voor $F = 0$ tot $F = \infty$ varieert van 1 — 0, is als vergelijking van β voor $t = constant$ gesteld :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + aF^6 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

en hiermede, rakend aan de kromme volgens (2), grafisch gevonden :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + 0{,}00338\, F^{3/4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Fig. 1 toont, dat met (4) een betere benadering van de waarnemingen wordt verkregen dan met (2). In de figuur is tevens (1) voor $t = 24$ h

$$\beta = \frac{180 + 0{,}758\, F}{180 + F} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

weergegeven en duidelijk spreekt hieruit de beperkte geldigheid van (1).

Eveneens met het doel het verband tussen β, F en t te kunnen vaststellen, werden van 1 Maart 1923 — 1 Januari 1925 onder leiding van dr Boerema in Djakarta en omgeving waarnemingen verricht, waarvan na grafische vereffening der resultaten de volgende coëfficienten voor β werden gevonden.

Staat 1. Empirische β-waarden te Djakarta [4])

F / t	O km²	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200
1/6 h	1	0,93	0,88	0,84	0,80	0,77	0,75	0,72	0,70	0,68	0,65	0,63	—	—
1/2	1	0,94	0,90	0,86	0,84	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,67	0,60	0,55
1	1	0,95	0,92	0,90	0,86	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,70	0,65	0,60
2	1	0,96	0,93	0,90	0,87	0,84	0,82	0,80	0,79	0,77	0,74	0,72	0,67	0,62
3	1	0,96	0,93	0,90	0,87	0,85	0,83	0,80	0,79	0,77	0,75	0,73	0,68	0,63
4	1	0,97	0,94	0,90	0,87	0,85	0,83	0,80	0,79	0,77	0,75	0,73	0,69	0,64
5	1	0,98	0,94	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,70	0,65
12	1	—	0,97	0,93	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78	0,76	0,74

Een grafisch onderzoek van deze reductie-coëfficienten toont nu aan, dat — voor een constante t-waarde — het verband tussen β en F steeds vrij nauwkeurig door (3) kan worden weergegeven en dat hierbij de factor b overeenkomstig (4) telkens de waarde $^3/_4$ kan worden toegekend. Een wijziging van t komt derhalve alleen tot uitdrukking in een verandering van de factor a in (3). Hierdoor is het mogelijk uit de reductie-coëfficienten van staat 1 het verband tussen a en t af te leiden voor $t = {}^1/_6$ tot 12 h en hieraan toe te voegen het gegeven volgens (4), dat voor $t = 24$ h : $a = 0{,}00338$ moet zijn. Aldus is tenslotte gevonden (met t in h en F in km²) :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3{,}7.10^{-0{,}4t}}{t^2 + 15} \cdot \frac{F^{3/4}}{12} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Staat 2. β-waarden berekend met formule (6)

F / t	0 km²	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200
1/6 h	1	0,94	0,91	0,85	0,81	0,77	0,74	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,56	0,50
1/2	1	0,95	0,92	0,87	0,83	0,80	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,60	0,55
1	1	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,81	0,78	0,76	0,74	0,73	0,71	0,64	0,59
2	1	0,96	0,94	0,90	0,88	0,85	0,82	0,80	0,79	0,77	0,75	0,74	0,67	0,62
3	1	0,96	0,94	0,90	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,74	0,68	0,63
4	1	0,96	0,94	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,76	0,74	0,68	0,63
5	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,77	0,75	0,69	0,64
12	1	0,98	0,97	0,94	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,84	0,83	0,79	0,75

De in staat 2 gegeven β-waarden komen goed overeen met die van staat 1. Een vergelijk van de reductie-coëfficienten berekend met (1) [5]) resp. (6) met de waarnemingen volgens staat 1 leert, dat de gemiddelde absolute afwijking voor

	$t = {}^1/_6$	½	1	2	3	4	5	12	h
met (1) bedraagt	8	4	2	2	3	5	6	8	%
met (6) bedraagt	1	1	1	1	0	1	1	5	%

Hoewel der Weduwen bij de afleiding van (1) opzettelijk wat hogere resultaten vooropstelde, zo blijkt toch wel uit het verloop dezer gem. (abs.) afwijkingen, dat met (6) het empirische verband der waarnemingen beter wordt weergegeven dan met (1). Het belangrijkste feit is echter, dat voor $t = 24$ h (6) overgaat in (4), waarbij de overeenstemming tussen berekening en waarneming ook voor grote regenoppervlakken in *fig. 1* is aangetoond.

Om deze redenen is aan formule (6) een meer algemene geldigheid toe te kennen dan aan formule (1). De wat ongemakkelijke berekening met (6) is tot een enkele aflezing op bijgaand nomogram te vereenvoudigen.

[4]) Boerema, dr J., „Uitbreiding van regenbuien te Batavia". Verhandeling No. 15 van het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Djakarta 1925.

[5]) De *Ing. in Ned.-Indië,* No. 10, II-146, Staat XII, 1937. (lit. voetnoot 3)

BEPALING V/D BANDJIRAANZWELTIJD T UIT DE TERREINGEGEVENS L EN i.

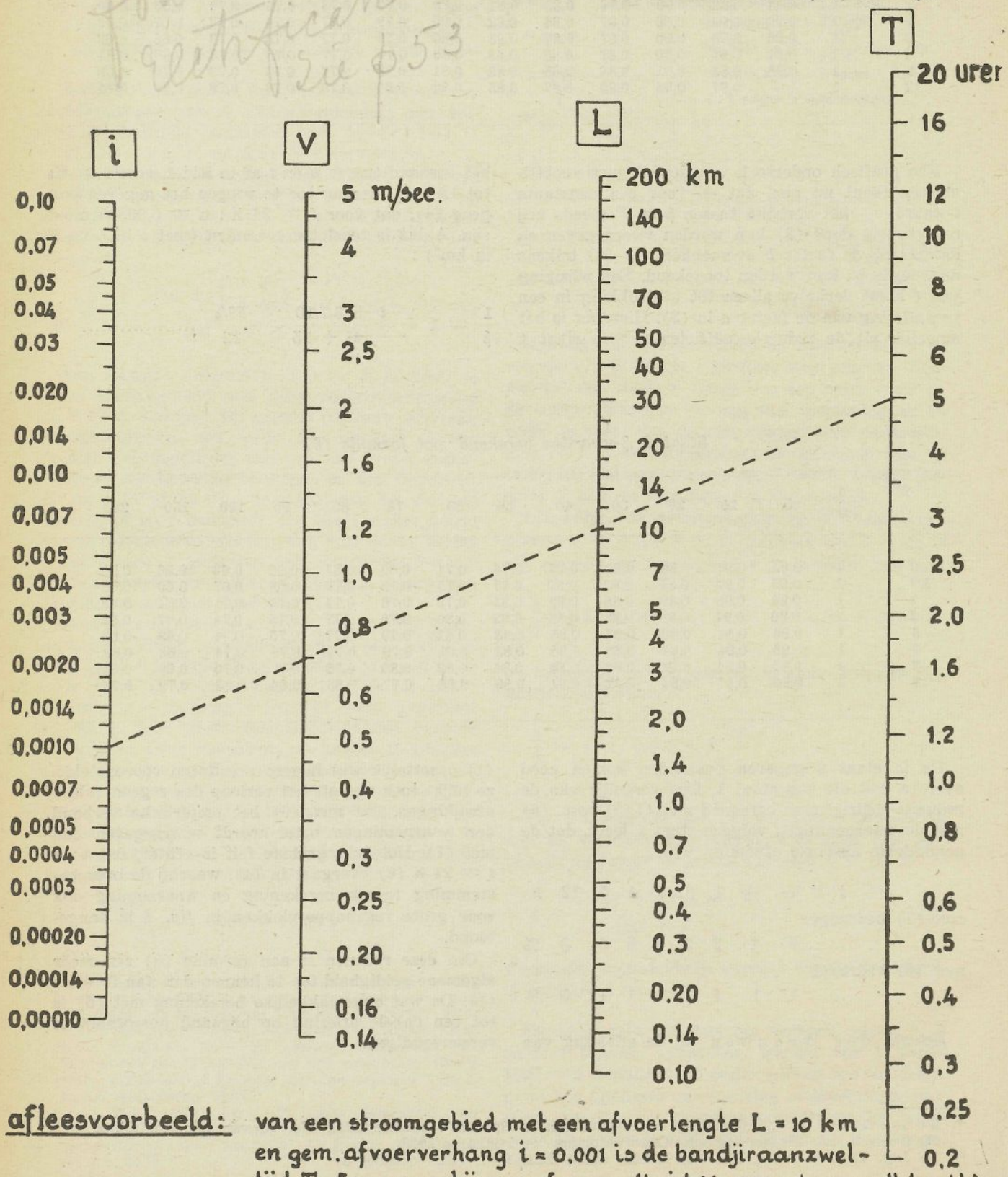
formules

$$T = 0{,}1\, L^{0{,}8}\, i^{-0{,}3}$$

$$V = \frac{5}{4} V_{gem} = \frac{L}{2{,}88\, T}$$

waarin T = de bandjiraanzweltijd in uren.
L = de lengte v/d afvoer in km.
i = het gemiddelde verhang v/d afvoer.
V_{gem} = gem. afvoersnelheid in m/sec. gedurende de afstroomtijd T.
V = de afvoersnelheid in m/sec. die bereikt wordt na een afstroomtijd T.

fout rectificatie zie p.53



<u>afleesvoorbeeld:</u> van een stroomgebied met een afvoerlengte L = 10 km en gem. afvoerverhang i = 0.001 is de bandjiraanzweltijd T = 5 uur, waarbij een afvoersnelheid V = 0.70 m/sec. wordt bereikt.

3e JAARGANG
NUMMER 5

DE INGENIEUR IN INDONESIË

OCTOBER
1951

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW

INHOUD: Economische problemen op het gebied der Electriciteits-voorziening in Indonesië, door dr ing. Jean Stieger en ir W. F. Küpper.

621.31(91)003.1:338(91).

Economische problemen op het gebied der Electriciteits-voorziening in Indonesië

door

Dr Ing. Jean Stieger en ir W. F. Küpper

De opwekking, voortgeleiding, verdeling en het verbruik van electrische energie wordt in hoofdzaak door de aard en de eigenschappen van electriciteit bepaald. Naast de zuiver technische problemen, die hiervan het gevolg zijn, spelen echter economische factoren een overheersende rol; het is de taak van de electrotechnicus in samenwerking met de econoom de technische problemen binnen de grenzen van het economisch mogelijke tot een oplossing te brengen.

Wij allen kennen het silhouet van de zich in de verte verliezende hoogspanningslijnen en weten, dat in de dunne draden hiervan electrische energie met een vermogen van vele duizenden kW's vloeit, bekend zijn ook de zacht brommende waterkrachtbedrijven en de stampende Dieselcentrales, waar generatoren, aangedreven voor turbines of motoren, de kinetische energie van water, resp. de vrijkomende energie bij verbranden van dieselolie, omzetten in electrische energie.

Het feit, dat zeer grote energieën door middel van dunne draden naar elk willekeurig gebied kunnen worden overgebracht, is fascinerend, de ingewijde kent echter tevens het grote nadeel van electriciteit: het is economisch niet doenlijk electrische energie te accumuleren.

Hieruit volgt dus, dat de verbruiker electriciteit niet kan verzamelen om haar op een ander tijdstip te gebruiken en tevens dat hij voor de voeding van lampen en motoren steeds een directe verbinding nodig heeft met de soms zeer veraf gelegen Centrale. Wenst iemand in een plaats, welke nog niet geëlectrificeerd is, een aansluiting, dan zou voor hem alleen een lange leiding naar deze Centrale of een verdeelpunt aangelegd moeten worden, hetgeen uit economisch oogpunt bekeken onverantwoordelijk zou zijn. De opwekking en verdeling van electrische energie op grotere schaal is een zaak waarin de gemeenschap een rol speelt, de technische en economische problemen die hierdoor ontstaan kunnen slechts op wetenschappelijke wijze worden aangevat. De ligging van het te voeden gebied, de aard van de dagelijkse belasting, het jaarverloop van de belasting, de afhankelijkheid van de waterkrachtwerken van het peil van het water in de stuwmeren, enz., al deze zaken bepalen vele vaak onderling afhankelijke factoren, welke in studie moeten worden genomen. Daarnaast blijft dus het nadeel van de onmogelijkheid electriciteit te bewaren, een grote rol spelen.

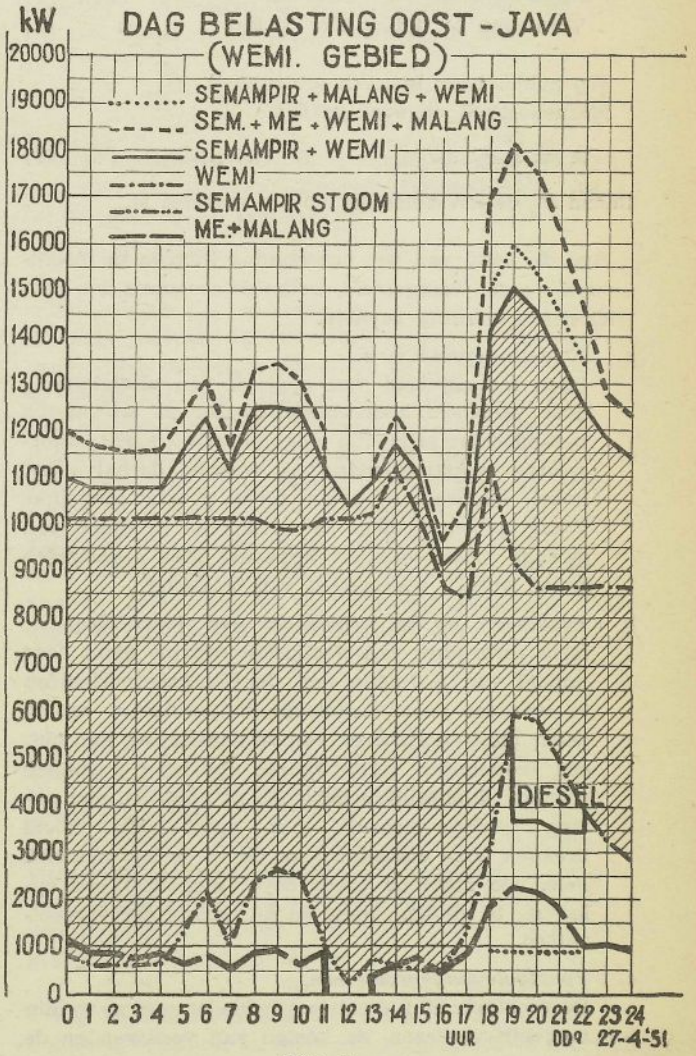


Fig. 1.

De belastingskromme zal het uitgangspunt voor onze beschouwing zijn. Zij wordt in een Centrale of Onderstation opgenomen en levert een overzicht van de grootte van de belasting op elk ogenblik, d.w.z. welke energieën de Centrale gelijktijdig moet leveren.

De belastingskromme wordt niet door de Centrale bepaald, doch door de wens naar electrische energie, op elk moment, van vele verbruikers, over het gehele voedingsgebied verspreid. Op elk moment moet dan ook de Centrale in staat zijn aan deze wensen te voldoen.

Fig. 1 geeft de dagbelastingkromme voor het WEMI-gebied in Oost-Java. Overdag treedt hier de typische onregelmatigheid op, welke een gevolg is van de industriebelasting; in de avonduren wordt het verbruik in hoofdzaak door lichtbelasting bepaald, bij het vallen van de avond zal dan ook een zeer sterke belastingstijging optreden. Minima treden op in de perioden van overgang van licht- naar industriebelasting en op uren dat fabrieken buiten bedrijf zijn.

Belastingsdiagrammen geven meestal het werkelijk gevraagd vermogen weer in KW (Kilowatt) op elk moment. De som voor 24 uur van alle Kw-aanwijzingen per tijdseenheid levert het gearceerde oppervlak voor de WEMI, hetgeen dus met de geleverde energie (arbeid) overeenkomt.

De geleverde arbeid wordt bepaald door :

$$\text{Vermogen} \times \text{tijd} = \text{kW} \times \text{tijd} \qquad (1)$$

Wij zullen haar in kWh uitdrukken.

Mathematisch opgevat geldt :

$$A = \int_0^{24} P_o \, dt \qquad \text{(kWh)} \qquad (2)$$

indien P_o de kW-belasting op elk moment is.

Aan de hand van het voorgaande kunnen de hoofdpunten worden vastgesteld, welke de economie der electriciteitsvoorziening bepalen.

a. *Belastingsproblemen.*
Geen mogelijkheid van opslaan van electriciteit ; door variabele hoeveelheden water in stuwmeren veranderlijke productie mogelijkheden; niet te voorspellen belastingtoestanden, waarbij derhalve het gehele apparaat op basis van de grootst mogelijke vraag gebouwd dient te worden en in tijden van geringe vraag dus dit apparaat niet economisch benut wordt ; voorspellen van belasting.

b. *Problemen op het gebied der energieverdeling.*
Elke verbruiker van electrische energie dient door middel van leidingen met de Centrale verbonden te worden, door technische hulpmiddelen en op zeker punt combineren van de aansluiting kan hier een economisch verantwoorde oplossing gevonden worden; dunbevolkte gebieden of gebieden met gering energie-verbruik per oppervlakte-eenheid brengen hoge onkosten voor de verdeling met zich mee, hoe hiervoor (voor zover mogelijk) een oplossing te vinden; bouw en uitvoering der verdeelnetten.

c. *Voortgeleidingsproblemen.*
De voortgeleiding dient te geschieden met zo weinig mogelijk verliezen, de kosten van verliezen en de kosten tot vermindering van verliezen zullen derhalve tegen elkaar moeten worden afgewogen; bouw en uitvoering van hoogspanningsleidingen.

d. *Problemen verband houdend met de opwekking.*
Plaats en aard van de Centrale, topografische omstandigheden zijn vaak in strijd met de juiste plaats van de Centrale uit electrisch oogpunt ; aanvoermoeilijkheden brandstoffen.

Globaal werden enkele bijzonderheden bij deze hoofdpunten gegeven, zonder echter volledig te kunnen zijn.

Ter vergelijking met de dagbelastinggrafiek van Surabaja geven wij een typisch Europese kromme. De belastingsspitsen zijn hier niet van dergelijke korte duur, de dalen minder diep.

Het probleem van een hoge piekbelasting, d.w.z. de hoogstoptredende belasting (waarop het Centrale vermogen gebaseerd dient te worden) poogt men te verzachten met behulp van tariefbepalingen, waardoor het voor de verbruiker kostbaar wordt in de avonduren een hoge belasting te vragen. Men krijgt hierdoor een verschuiving naar een gunstiger periode van de dag. Momenteel zijn de meeste opwek- en verdeelmiddelen in Indonesië dermate overbelast, dat men niet naar een gunstiger belastingverdeling, doch eerder naar een vermindering van de belasting streeft. Oost-Java maakt hierop momenteel een gunstige uitzondering.

De energieverdeling in Indonesië draagt een zeer bijzonder karakter, dat kortweg te omschrijven is: lange leidingen met relatief kleine belastingen. Herinneren wij ons de inleidende woorden van dit artikel, dan realise-

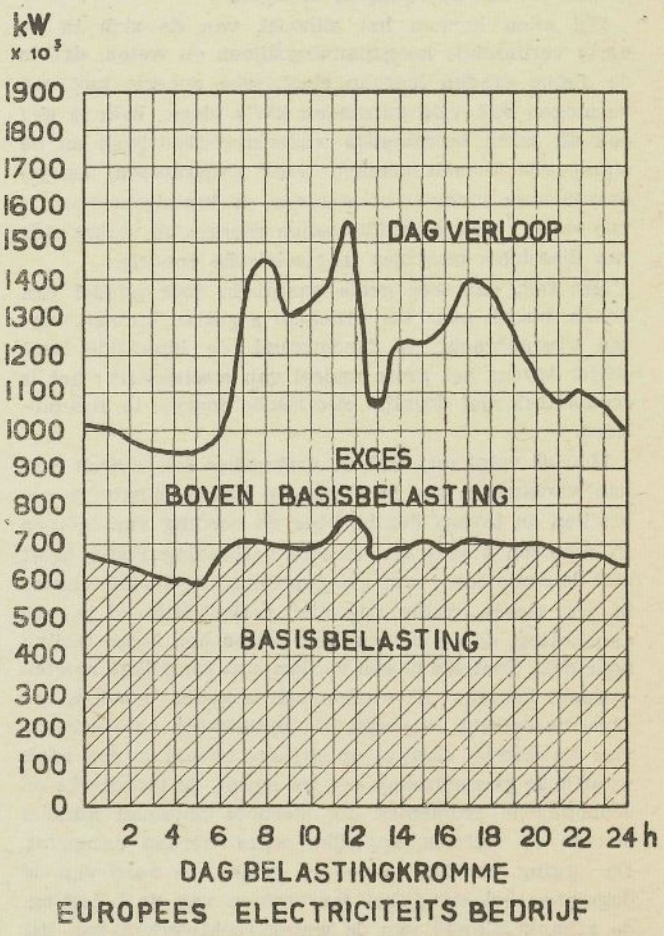


Fig. 2.

ren wij ons, dat dit in tegenspraak met de meest economische energieverdeling is, immers ontstaan dan hoge aanlegkosten, grote kapitaal-investaties bij gering energieverbruik.

Tabel 1 verschaft ons een inzicht in de belangrijkste grootheden voor de electriciteitsvoorziening. Gegeven worden voor de aarde als geheel, Oost-Java, Indonesië, Nederland en Zwitserland het energieverbruik per inwoner per jaar en het energieverbruik per vierkante km; dit laatste kan dienen als bewijs van de grote investeringen per verkochte kWh. Het geringe verbruik, zowel per inwoner als per oppervlakte-eenheid, is een gevolg van de levenswijze der bevolking en de geringe industrialisatie. Dat Indonesië zelfs sterk ten achter staat bij de gemiddelden, die voor de aarde als geheel gelden, toont wel aan, dat nog heel wat dient te geschieden bij toenemend welvaartpeil der bevolking en tevens dat nog vele mogelijkheden aanwezig te achten zijn.

Om echter het opwekkings- en verdeelapparaat te kunnen bouwen dienen in een gemeenschap van vrije ongebonden economie de ontvangsten de uitgaven te overtreffen, waarbij consument vrije keuze uit overeenkomstige producten heeft. T.o.v. de electriciteit betekent dit laatste, dat zij, subjectief vergeleken, haar meerwaardigheid op concurrentie basis dient te bewijzen boven olie- of gaslamp, diesel- of ander soort motor, houtskoolcomfoor en gasfornuis enz. Door haar aard gaat echter, bij ruime ontwikkeling, de electriciteit een integrerend deel van het economisch beeld uitmaken, vormt een vaste band met de gemeenschap en zal derhalve uit dien hoofde een uitzonderlijke positie innemen, welke zo weinig mogelijk versnippering eist. Het electriciteitsbedrijf krijgt hierdoor een schijnbaar monopolistisch karakter, slechts schijnbaar, omdat concurrentie in één verzorgingsgebied om technische redenen niet geduld kan worden. Economische factoren spelen hierin uiteraard eveneens een rol, zij zijn echter in sterke mate afhankelijk van de technische. De band met de gemeenschap is te groot, dan dat van een monopolistisch karakter in de normale zin van het woord kan worden gesproken, de gemeenschap heeft door middel van haar overheid de electriciteitsverzorging ter diening van de wederzijdse belangen aan vele voorschriften gebonden en vele voorrechten verleend. Dit neemt niet weg, dat nog steeds de zojuist gestelde voorwaarde : de ontvangsten dienen gemiddeld de uitgaven te overtreffen, een eis blijft. Uit de hierdoor ter beschikking komende middelen dienen de nieuwe investaties t.b.v. de uitbreidingen gefinancierd te worden. Dat uitbreidingen ook door nieuw geïnjecteerd kapitaal, overheidsvoorschotten of anderszins kunnen geschieden neemt niet weg, dat nog steeds het geheel rendabel moet blijven. Worden door de belastingpenningen der gemeenschap uitbreidingen gefinancierd zonder dat deze gelden uit de inkomsten worden opgebracht, dan wordt in feite de gebruiker van electriciteit voor een groot deel gesubsidieerd door hen die geen electriciteit gebruiken. Het proces der electrificatie kan derhalve slechts in een bepaald tempo plaatsvinden, waarbij de verbruikers de voor hen te maken kosten betalen. Dit impliceert ook, dat die verbruikers gemiddeld een bepaald minimum bestaansniveau bereikt moeten hebben om zich de luxe (althans voor hem) van electriciteit te kunnen veroorloven, evenals hij een bepaald bestaansniveau bereikt moet hebben voor het aanschaffen van een fiets of een auto. Dit is volkomen onafhankelijk van het nut dat hij van electriciteit, fiets of auto kan hebben.

Het rendementsbegrip bepaalt ook in hoeverre het ons zal gelukken de toegevoerde energie in b.v. electrische energie om te zetten, of electrische energie in mechanische.

De verhouding van afgeleverde energie A_2 tot toegevoerde energie A_1 wordt rendement genoemd.

$$\eta = \frac{A_2}{A_1} \qquad (3)$$

In een electriciteitsbedrijf heeft men sterk wisselende belastingsveranderingen, zodat men van een ogenbliksrendement dient te spreken, d.i. het rendement, op elk willekeurig ogenblik, van de toegevoerde en afgevoerde energieën. Dit rendement kan dan, daar het voor één ogenblik geldt, in vermogens worden uitgedrukt.

$$\eta_o = \frac{P_{20}}{P_{10}} \qquad (4)$$

η_o wisselt derhalve al naar gelang van de momentele belastingstoestand in het net. Wij kunnen dan nog nader formuleren de verhouding van het momentele (toe- of afgevoerd) vermogen tot het toegestane max. vermogen (of het totaal geïnstalleerd vermogen) als

$$\beta = \frac{P_o}{P_v} \qquad (5)$$

Deze grootheid geeft de momentele belastingsgraad. Het voor elk ogenblik geldende rendement is van de belastingstoestand afhankelijk.

$$\eta_o = f\ (\beta) \qquad (6)$$

Belastingsfactor en rendement zijn aan voortdurende wisseling onderhevig, de bedrijfsgegevens, die ons ter beschikking komen, hebben echter meestal betrekking op tijdvakken van langere duur. Het vaststellen van het rendement (overeenkomstig vergelijking (3)) van de toegevoerde en afgenomen electrische energie over een willekeurig tijdvak is vaak moeilijk door te voeren. Langere perioden nemen, b.v. over een maand, kan hier uitkomsten geven, doch het is duidelijk, dat de bepaling ook over een kort tijdsbestek van belang kan zijn. Een benaderde bepaling door gemiddelde waarden met behulp van een belastingsfactor betrokken op

de dagproductie $m = \frac{1}{T} \int_o^T \beta\, dt$ (7)

is theoretisch mogelijk, doch een vlotte vaststelling van de feiten levert dit allerminst. Continue wijzigende belastingtoestanden, die bovendien een moeilijk te voorspellen verloop hebben, leveren derhalve moeilijkheden voor het bepalen van de benodigde grootheden. Het doen van metingen, behalve voor eenvoudige gevallen, is om meettechnische redenen vaak niet door te voeren, aangezien dit te kostbaar wordt.

Wij beperken ons derhalve tot langere perioden, b.v. 1 maand, of 24 uur en rekenen met gemiddelde waarden. Voor het algemeen inzicht en het trekken van algemene

conclusies is dit meestal voldoende. Lichten wij e.e.a. thans met een voorbeeld toe.

Fig. 3 geeft in de bovenste kromme een willekeurige dagbelasting weer van het W.K.W. Djelok. Uit het duidelijk horizontale verloop van deze kromme in de periode van spitsbelasting blijkt, dat deze Centrale in principe een grondlastcentrale is, waarbij de spits door dieselvermogen wordt opgevangen.

9200 kW is het huidig maximaal vermogen, bij volledige uitbouw (twee drukleidingen) kan het maximum vermogen tot 13700 kW worden opgevoerd.

In het laatste geval kan de theoretisch op te wekken hoeveelheid energie zijn (zo de beschikbare hoeveelheid water dit toelaat) in 24 uur:

$$A_{24} = 13700 \times 24 = 328000 \text{ kWh.}$$

Thans is de theoretische productie ($P_v = 9200$ kW)

$$A_{24} = 9200 \times 24 = 220000 \text{ kWh.}$$

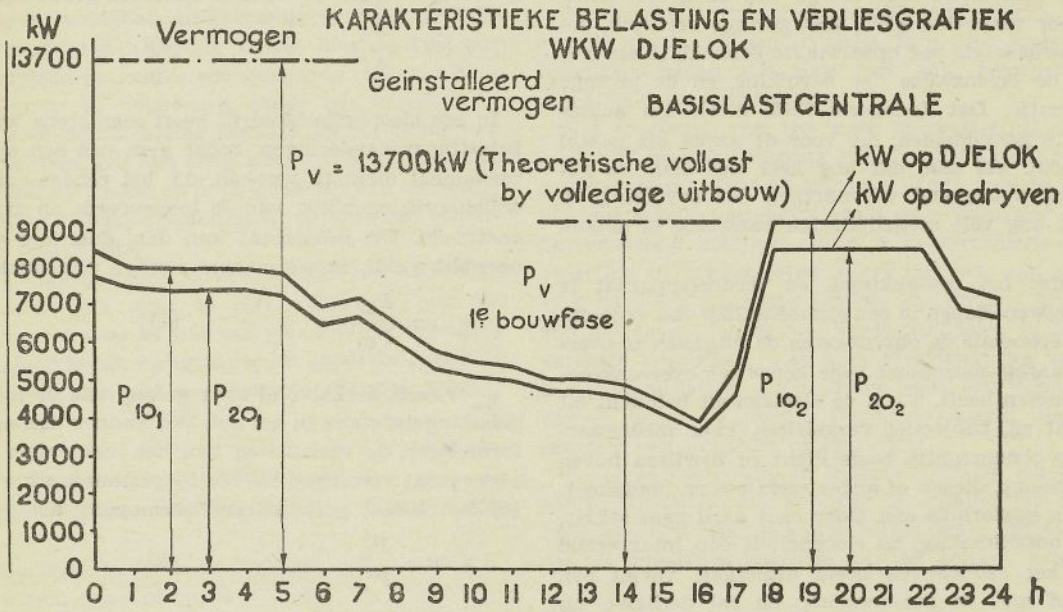


Fig. 3.

In *fig. 3* geeft de bovenste kromme het vermogen P_{10} op elk ogenblik aan de generatorklemmen, de kromme daaronder het op de bedrijven afgeleverd vermogen.

Dit laatste zou uit directe metingen bepaald moeten worden door het superponeren van de belastingskrommen van alle bedrijven, hetgeen een moeilijke en tijdrovende (hoewel door te voeren) bezigheid is. Gekozen werd een andere weg, n. l. door het bepalen van de verliezen bij maximum belasting, dus op één moment. De stromen in de H. S.-lijnen, van Djelok en de grote onderstations uitgaande, zijn bekend. Hieruit kunnen de lijnverliezen voor dat moment worden berekend uit de ons bekende lijngrootheden. Dit resulteert in een totaal van 750 kW. Neemt men een voor alle bedrijven uniform verlopende dagkromme aan, dan verlopen de stromen eveneens overeenkomstig de kromme van Djelok. Is de belasting b.v. tot op de helft verminderd, dan zullen de verliezen tot op ¼ gereduceerd zijn, aangezien de lijnverliezen door I^2R worden bepaald. Op deze basis is de kromme „vermogen geleverd op de bedrijven" te bepalen. Voor de eenvoud wordt de dagkromme aan de generatorklemmen gestyleerd gedacht, als aangegeven in de figuur. In werkelijkheid vertoont deze een meer wisselend karakter.

Het verschil $P_{10} - P_{20}$ geeft dus op elk moment het verloren vermogen ΔP en het momenteel rendement, zoals bepaald door vergelijking (4).

De verhouding op elk moment van het maximum vermogen ($P_v = 9200$ kW.) (wij kiezen hier de huidige toestand) en het vermogen P_{20} geeft de belastingsgraad.

$$\beta = \frac{P_{20}}{P_v} \qquad (8)$$

Neemt men Centrale plus lijn, dan is de belastingsgraad t.b.v. de bedrijven $\beta = \frac{P_{10}}{P_v}$ (9)

Integreren wij, d.w.z. in dit geval te doen door planimetreren, de kW belasting aan de klemmen van de generatoren, dan verkrijgen wij de geleverde kWh over 24 uur. Dit is circa 172.000 kWh (A_w). Bij 24 uur vollast en maximum vermogen P_v wordt dan de belastingsfactor voor die dag

$$m = \frac{A_w}{P_v \cdot 24} = \frac{172.000}{220.000} = 0{,}78 \qquad (10)$$

In de praktijk kan men deze belastingsfactor uit kWh-aflezingen op meters bepalen, bij projecten dient dit echter als boven te geschieden.

In de vergelijking volgens (10) is A_w de werkelijk geleverde arbeid en $P_v \cdot 24$ de arbeid die zou zijn geleverd, indien 24 uur het maximum vermogen was geleverd.

De belastingsfactor volgens (7) is af te leiden uit de algemene formule (10).

$$m = \frac{A_w}{P_v \cdot T}$$

Substitueren wij (2) :

$$A_w = \int_0^T P_o \, dt$$

in de zo juist genoemde vergelijking, dan verkrijgen wij

$$m = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_o}{P_v} \, dt = \frac{1}{T} \int_0^T \beta \, dt \qquad (11).$$

In de meeste grote verzorgingscentra valt in Indonesië, gezien de hoge belasting der Centrales, de spitsbelasting vaak nagenoeg samen met het maximum vermogen, of benadert deze. Een groot deel der reserve vervalt hiermede. Valt de spitsbelasting P_s niet tezamen met maximum vermogen P_v, dan kan m bepaald worden op basis van dit laatste vermogen en wordt m kleiner (dit is de normale werkwijze). Dit dient speciaal vermeld te worden. In dit geval, bij de huidige bouwfase van Djelok, vallen zij samen en is de belastingfactor $m = 0{,}78$ zeer hoog te noemen, in Europa varieert hij tussen 0,2 — 0,5. Dit is een bewijs voor de wel zeer hoge belasting van het apparaat, economisch gesproken een voordeel, waaruit echter zeer onaangename feiten kunnen voortvloeien met finantiële consequenties van dien (o.a. gedeeltelijke uitschakelingen speciaal in de avonduren).

Integratie of planimetreren van het oppervlak tussen de beide krommen levert de verlies-kWh, hier te bepalen op circa 12.300 kWh. De gemiddelde verliesfactor wordt hiermede $\frac{12300}{172000} = 7{,}2\%$ voor de H.S.-lijnen in het Midden-Java gebied.

Wij namen in het gemelde vermogens-verlies bereids de koperverliezen in transformatoren op, ijzerverliezen dienen nog extra als constant verlies te worden opgenomen (ca. 2000 kWh), waarmee de verliesfactor op 8,3% komt. Bij in bedrijf zijn van het W.K.W. Susukan (eveneens op Djelok aangesloten) in tijden van voldoende beschikbaar water, liggen deze verliezen op circa 11%, hetgeen met de meetresultaten klopt; een rijkelijk hoog getal. De maximum kW-verliezen lopen dan op tot ca. 1150 kW. Deze hoge verliezen zijn te wijten aan een door bijzondere omstandigheden niet gerehabiliteerde lijnsectie, waardoor het ringleidingsysteem in Midden-Java niet is gesloten. Economisch gesproken betekenen deze derhalve eveneens aanzienlijke verliezen.

Interessant te achten is *fig. 4*, aangezien deze figuur ons een goed inzicht geeft in de mate van benutten van het opwekapparaat. Zij geeft aan hoeveel % van een bepaald tijdsbestek, b.v. 24 uur, een bepaalde belasting optreedt; men kan deze grafiek op basis van de maximumbelasting opzetten. De maximumbelasting duurt slechts zeer kort, 100% van de tijd is de belasting $\geqq$ de grondlast. De krommen voor Oost-Java en voor een typisch Europees bedrijf werden ingeschetst.

De belastingfactor m is wederom $m = \frac{A_w}{P_v \cdot T}$

Het vermogen op elk moment, P_m, kan volgens deze grafiek ongeveer beschreven worden met behulp van een formule van de vorm (eventueel in twee intervallen toe te passen). $P_m = a \pm bt^x$

waarin t het moment van beschouwing aangeeft. De randvoorwaarden zijn

bij $t = 0$ $P_m = P_v$, resp. P_s,

bij $t = 1$ $P_m = P_{minimum}$

De energie per dag geleverd (0 — 1, resp. 0 — 100%) wordt dan $A_{24} = \int_0^{24} [a + b\,t^x] \, dt$

De belastingsfactor m volgens *fig. 3* bij max. belasting = max. centrale vermogen, zoals zeer lang het geval is geweest in Oost-Java, bedraagt 0,81, d.w.z. zij ligt nog hoger dan uit *fig. 4* werd bepaald. Een zwaar overbelast bedrijf wordt derhalve gevoerd in vergelijking met Europa, waar $m = 0{,}45 - 0{,}50$ (begrepen op piekbelasting) normaal te achten is.

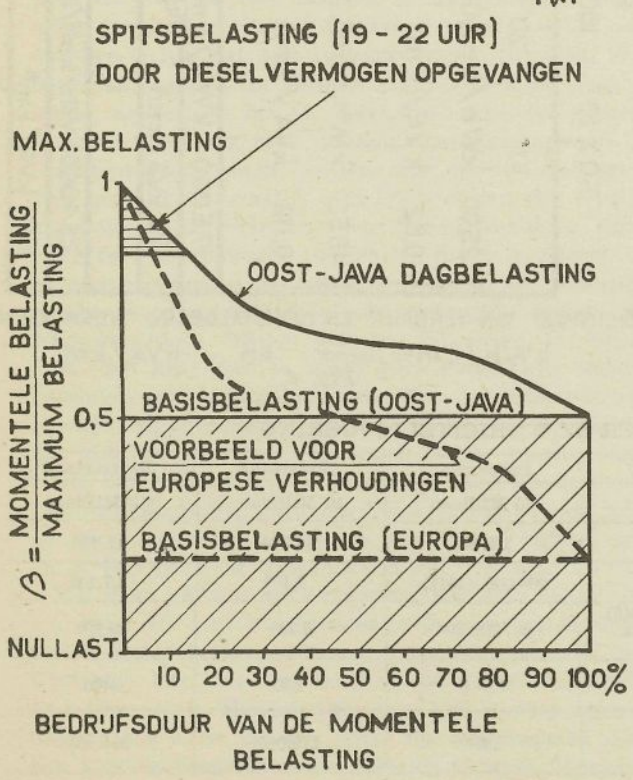


Fig. 4.

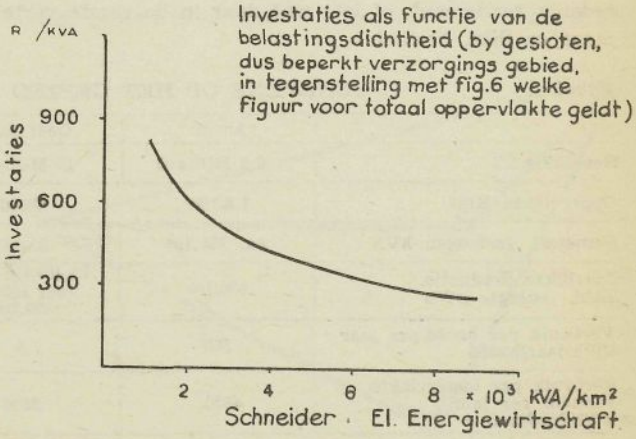


Fig. 5.

De apparatuur als geheel werd derhalve 70% overbelast in vergelijking met datgene wat normaal geacht kan worden, zeker onder tropische omstandigheden.

In *fig. 5* wordt weergegeven de door Schneider vastgestelde investatie voor een beperkt verzorgingsgebied, naar Europese maatstaven, omgerekend in rupiahs. Hoewel wegens de totaal andere omstandigheden geen grote waarde aan deze grafiek mag worden gehecht, is het toch wel duidelijk, dat voor Indonesië, waar lange netten en weinig verbruikers of verbruiken optreden, astronomisch hoge bedragen nodig zijn. Dit geldt zeker indien men de wenselijkheid naar voren brengt, dat de electriciteitsverstrekking tot in de uiterste dessa wordt doorgevoerd. Dan krijgt men wel met Europese verhoudingen te maken, d.w.z. een grote gebruiksdichtheid, al zal de verbruiksdichtheid gering zijn. 50 kVA/km² is dan zeer normaal voor een gesloten eenheid en de orde van grootte van een electrificatie ligt dan tussen Rp. 5.000.— en Rp. 18.000.— per kVA/km². Op geen enkele wijze is hiermede economisch bedrijf te voeren.

In *tabel 1* en *fig. 6* werd weergegeven de aansluitwaarde per km² voor Indonesië en Europa. Voor Oost-Java staat voor een gebied van 48.000 km² een vermogen van circa 30.000 kW ter beschikking (kali Konto werken nog slechts gedeeltelijk gerehabiliteerd). Het vermogen per oppervlakte-eenheid is derhalve 0,625 kVA/km².

Hieruit blijkt wel direct, wat voor moeilijkheden en kosten het zal opleveren, op grote schaal te electrificeren. Het platteland heeft een uitgesproken neiging tot lichtbelasting, de belastingsfactor wordt hiermee zeer laag, de belasting per oppervlakte eenheid blijft laag. Dit alles is in strijd met snelle electrificatiemogelijkheden wegens de reusachtige investaties en de onmogelijkheid rendabel bedrijf te voeren.

In Europa en Amerika stelt men alle pogingen in het werk om tot een gunstige belasting per km² te komen, in agrarische gebieden door de boerderijen te voorzien van allerlei kostelijke, doch ook kostbare apparatuur, zoals electrische melkerijen, koelinrichtingen, electrische aandrijving, fornuizen enz. Zelfs daar is het rendement gering of negatief, al zijn de toekomstverwachtingen meer optimistisch, zodat voor Indonesië projecten op dergelijke grote schaal, zelfs op overheidsbasis, onherroepelijk naar het rijk der onmogelijkheden verwezen dienen te worden, indien dit in hoog tempo dient te geschieden. Hier zijn geen millioenen doch milliarden mee gemoeid, zonder dat de mogelijkheid van redelijk rendement, of iets wat daar in de verste verte maar op lijkt, bestaat.

Literatuur :

Schneider, R. : *Elektrische Energiewirtschaft, Springer, Berlin 1936.*

Stieger, J. : *Betrachtung zur Elektrizitätswirtschaft Indonesiens, E.L.T./V.D.E. No. 2, 1950 ;*
Das Problem der Hochleistungsübertragung und dessen Bedeutung für Indonesien, De Ingenieur in Indonesië, No. 6, 1950;
Wiederaufbau der Wasserkraftwerke in Ost-Java. Elektrotechn. Zeitschrift, No. 4, 1951.

V. D. E. N. : *De ontwikkeling van onze Electriciteitsvoorziening 1880 — 1938, Arnhem, 1948.*

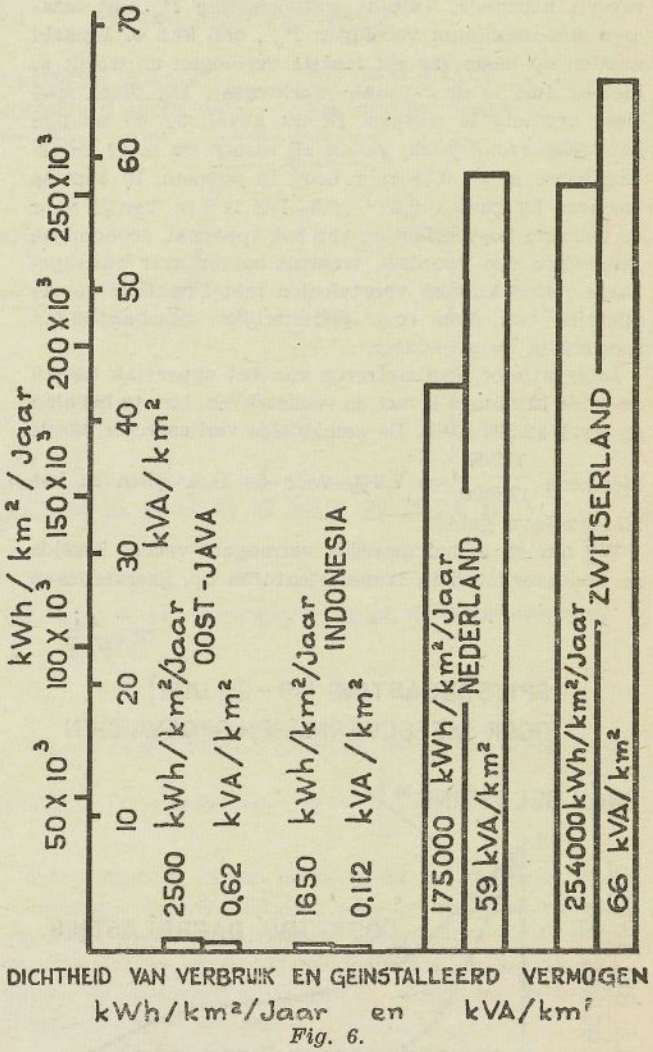


Fig. 6.

Tabel 1. GEGEVENS OP HET GEBIED DER ELECTRICITEITSVOERING

	Aarde	Oost-Java	Indonesië	Nederland	Zwitserland
Bevolking	2,3 Milliard	15 Millioen	70 Millioen	10 Millioen	4,2 Millioen
Oppervlakte Km²	$1,3.10^8$	48000	$1,8.10^6$	34.000	41.000
Geinstall. vermogen kVA	ca. 350.10^6	30.000	208.000 (1941)	2.10^6	$2,7.10^6$
Jaarlijkse productie Elec. energie kWh	600.10^9	65.10^6 (in 1949) Voor 1951 ca. 120.10^6	ca. 300.10^6	6.10^9	10.10^9
Verbruik per hoofd per jaar kWh|jaar/hoofd	260	8	4 — 5	650	2400
Verbruik per oppervlakte eenheid per jaar kWh|km²/jaar	4600	2500	1650	175.000	254.000
Vermogen per oppervlakte eenheid kVA/km²	2,7	0,625	0,112	59	66

3e JAARGANG
NUMMER 5

DE INGENIEUR IN INDONESIË

OCTOBER
1951

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE
„DE MIJNINGENIEUR"

INHOUD: Beknopt verslag van een voorlopig geologisch onderzoek in 1942, op de hellingen van de Gunung Muriah, naar het voorkomen van leuciet-houdende gesteenten, door ir P. G. H. A. Fermin.

550.8 (922.214.3) : 553.632

Beknopt verslag van een voorlopig geologisch onderzoek in 1942, op de hellingen van de Gunung Muriah, naar het voorkomen van leuciet-houdende gesteenten,

door

Ir P. G. H. A. Fermin

Literatuur :

1. Dr R. D. M. Verbeek, *Jaarboek Mijnwezen in Ned. Oost-Indië,* 1881, pg. 243—254.
2. Verbeek en Fennema, *„Java en Madoera",* pg. 255—262.
   De Vulkanische Gesteenten van de Moeriah met de Pati Ajam.
3. Dr ir R. M. van Bemmelen, *Igneous Geology of the Karangkobar region (Central Java) and its significance for the origin of the Malayan potash-provinces* (1937).
4. Dr ir R. M. van Bemmelen, *Korte microscopische beschrijvingen van enige Kalksediment gesteenten in de Rahwatoe-ketel.*
5. Dr ir R. M. van Bemmelen, *Voorlopige microscopische beschrijving van 64 monsters van een collectie Alkaligesteenten, afkomstig van 23 vindplaatsen op de G. Moeriah.*
6. Verslagen en Mededelingen betr. Indische Delfstoffen en Hare Toepassingen No. 22: *Delfstoffen op Java* (1939). pg. 45—47.

Inleiding :

Ingenieur Yoshida, die tijdens de Japanse bezetting namens deze het beheer voerde over de in beslag genomen bezittingen van de N. V. Algemeene Industriëele Mijnbouw- en Exploitatie Maatschappij te Bandung, gaf opdracht : „To show 200 million Tons of potash-bearing rocks of at least 5% K_2O".

Dr ir G. ter Bruggen en de as. geoloog A. F. Lasut, kregen de west-helling; dr L. Boomgaart en de heer Suno Sumo Susastro, (thans Hoofd van de Dienst van de Mijnbouw), kregen de noordhelling; ir N. J. Kuiper en de opnemer Materus de zuid-helling en ondergetekende en de opnemer M. Slamet de oost-helling van de G. Muriah te onderzoeken van 16 Juli — 15 Augustus 1942 (waarvan slechts 22 dagen terreinwerk) en :
ir W. C. B. Koolhoven en ir J. M. van der Ent waren adviseur en ir A. Freusberg en dr W. van Tongeren, leiders van het analytisch onderzoek.

Uit de opdracht en uit de mondelinge toelichtingen bleek, dat de nadruk moest gelegd worden op het onderzoek naar exploitatie mogelijkheden en niet op een wetenschappelijk verantwoord geologisch onderzoek. Doordat bovendien meerdere rapporten van ir Kuiper niet tijdig gereed kwamen of verloren gingen en door de korte tijd en de moeilijke oorlogsomstandigheden bij het terrein-onderzoek (o.a. zonder vervoermiddelen), lijkt het ons beter, dat wij het geologisch onderzoek als niet geëindigd beschouwen en in dit artikel slechts zeer terloops bespreken.

Wij hopen slechts, dat onze mededelingen aanleiding mogen geven om de G. Muriah t.z.t. zowel geologisch als mijnbouwkundig nader te bestuderen. De rapporten van b.g. medewerkers liggen in het archief van de Dienst van de Mijnbouw.

Het belang van leuciet-gesteenten.

Tot de gesteenten, die i.v.m. het Kaliumgehalte mogelijk voor exploitatie in aanmerking komen, behoren wat Indonesië betreft *leuciet*-gesteenten en *jarosiet*-afzettingen. In dit artikel zullen wij ons beperken tot de eerste groep, om de jarosiet misschien voor een volgend artikel te reserveren.

Het zuivere mineraal leuciet is een kalium-aluminium silicaat :

$K\,Al\,(Si_2O_6)$ met 21,5% K_2O.

Leuciet vindt toepassing als grondstof voor de *aluin*-fabricage (o.a. t.b.v. de zuivering van drinkwater). Hiertoe wordt leuciet met zwavelzuur behandeld, waarvoor de grondstof ook in Indonesië gewonnen wordt

en als neven-product ontstaat waterglas (dat weer als beitsmiddel voor de ververij en katoendrukkerij, of als silikatiseringsmiddel gebruikt wordt om aardewerk minder poreus te maken). Van meer belang voor de agrarische gemeenschap in dit land is, dat leuciet na fijnmalen en concentratie als *kaliumhoudende meststof* gebruikt kan worden, waarbij de kalium pas langzamerhand gedurende de verwering vrij komt. Ook kan leuciet-concentraat met natuurfosfaten van Java eventueel samengesmolten worden tot goede kaliumfosformeststoffen (Rhenania-fosfaten).

Voorkomen en Ontstaanswijze.

T.a.v. de verspreiding van kaliumgesteenten in deze archipel en de ontstaanswijze gaf dr van Bemmelen een aannemelijke verklaring (3). Wij citeren hieruit slechts het volgende:

„De neogeen-kwartaire kalium-provincie (Maros) kan als volgt verdeeld worden:

1) een gebied bij Purwakarta; 2) een Karangkobargebied; 3) de Muriah-vulkaan; 4) de Lurus en Ringgit vulkanen, allen op Java; 5) het eiland Bawean; 6) de Tambora-vulkaan, (Sumbawa); 7) de Batu-Taro (enige actieve vulkaan in deze kalium-provincie); 8) enige eilanden in de Flores-Zee ; 9) Zuid-Celebes met de Maros-top en 10) de Mandar-kust van Centraal Celebes."

Van Bemmelen constateerde hierbij:

„that in the labile shelfborders of the Sunda-continent, the roofs of the Magma-chambers (which are factories of the magmatic differentiates), seem to come locally into contact with Tertiary limestones, so that limestone-assimilation can occur on a grand scale. When the upperborders of the Magma-chamber lay lower, only normal calc-alkalirocks were produced."

Hij meent, dat deze opneming van kalksteen groot genoeg kan zijn, om onder gunstige omstandigheden plaatselijke vulkanen op te bouwen, die bijna geheel uit onverzadigde alkalische gesteenten bestaan, zoals de G. Muriah en de Maros-top. Deze vormingen zijn dan te verklaren als eindproducten van differentiatie, die door kalksteen-opneming plaatselijk een gebrek aan kiezelzuur kregen en als gevolg daarvan ging natrium in de residuale oplossing verloren, waardoor een relatief hoger kalium-gehalte in de magmatische smelt ontstond.

En inderdaad is in de G. Lasem en de G. Butak — 2 bergen ca. 44 mijl oostelijk van de G. Muriah, maar ca. 75 mijl noord van de keten van de pacifische vulkanen van Zuid-Java — weer de normale hoornblende andesiet (kalk-alkalie-gesteente) aanwezig, terwijl de kalksteen heuvels ca. 25 mijl zuidelijk en kleine dagzomen van kalksteen direct aan de noord-zijde van de G. Muriah voorkomen.

Topografie.

De G. Muriah is een uitgedoofde dubbel-vulkaan en de erosie van eeuwen heeft de vormen gewijzigd. De noordkrater heeft een radius van 1,5 mijl over de toppen van Ngroto (970 m.), Gadjamungkur (1301 m.), Tjandiangin Kidul (1437 m.) en Sutorenggo (1602 m.), Termulus (1516 m.) en Semerak (1345 m.). De Gelis I breekt door de N. O. rand van deze *Tempur-krater* heen.

De zuidkrater heeft een radius van ongeveer 2 mijl over de toppen van Parigabug (965 m.), Rahtawu (1522 m.), Ngebrak (1277 m.), Sutorenggo (1602 m.), Mergopiloso (1553 m.) en Ngepal. De Gelis II breekt door de Z. W. rand van deze *Semilo-krater*.

Binnen deze twee oude kraters zijn nog de ruïnen van kleinere kraters te vinden. Duidelijker is een kleine parasitische krater, de G. Rowo, op de Z. O. helling te herkennen, met een radius van slechts 0,25 mijl. Het is een vlakte binnen een ring van vulkanische as, zand en lapilli, maar thans met irrigatie-water gevuld. Nabij de zuidhelling is nog een kleine uitgedoofde vulkaan, de G. Pati-Ajam, met als hoogste top Bergad Gondak (slechts 350 m. hoog) met tuffen en rolstenen. Aan de Noordelijke kustzijde is een oude tufkrater, G. Genuk, met een radius van ca. 0,8 mijl, over de toppen van Genuk (737 m. Noord en 517 m. Zuid) met meer geïsoleerd aan de kust gelegen 2 kleine trachiet-afzettingen van de Bako (157 m.) en de Ragas (122 m) heuvels.

Verspreiding van K_2O-gehalten op de G. Muriah.

Helaas zijn slechts de totale K_2O-gehalten van leuciet, orthoklaas (vaak sanidien) en biotiet samen bepaald. Laten wij 82 analyses, met meer dan 4% vocht, van zeer verweerde monsters, buiten beschouwing, dan hebben de overige 799 analyses een gemiddelde van 4,35% K_2O.

G. Muriah-hellingen	Noord	Zuid	West	Oost	Totaal
Verzamelde monsters	334	290	369	326	1319
Geanalyseerd	177	274	199	231	881
a) meer dan 4% vocht	12	4	45	21	82
b) minder verweerd	165	270	154	210	799
Gemiddeld K_2O% in (b)	4,48	4,40	4,19	4,29	4,35

Blijkbaar zijn van de open Noord- en Zuid-randen de verweerde gesteenten meer weggespoeld dan op de West- en Oosthellingen, waar het gemiddelde K_2O% dan ook iets lager is.

Nu willen wij van al deze monsters, die van buiten de eigenlijke G. Muriah (Pati-Ajam en Genuk-Baku-Ragas) en de monsters met meer dan 4% vocht en minder dan 6% K_2O en de monsters van rolstenen,

afsplitsen; maar de monsters van breccies en blokvelden, evenals die van (andere) bedrock-gesteenten, apart bekijken. Als wij aannemen, dat alle monsters met meer dan 6% K_2O wel geanalyseerd werden en als representatief voor de kansen op de vier hellingen mogen beschouwd worden en als wij voorlopig leuciet-houdende gesteenten van andere K_2O-houdende gesteenten afsplitsen, omdat K_2O uit leuciet voor de landbouw meer waarde heeft dan K_2O uit orthoklaas en biotiet e.d., dan krijgen wij een ander beeld.

Hierbij kennen wij aan alle resterende 62 analyses gelijke waarde toe en verwaarlozen wij de invloed van het feit, dat wij persoonlijk meer petrografische ervaring aan de opsporingsgroepen op de Noord- en Westhellingen toekennen. Wij willen nu eenmaal uit de 881 analyses en de 1319 microscopische determinaties een voorlopige conclusie trekken, dienstig voor verder exploratie-werk.

Onderzochte Terreinen:	medegebrachte monsters	Monsters met 6% K_2O, excl. rolstenen							
		Leuciet-„rijk"			Leuciet-arm			Totaal	
		aantal monsters	gemiddeld K_2O%	waarschijnlijke kans	aantal monsters	gemiddeld K_2O%	mogelijke kans	gemiddeld K_2O%	kansen totaal
N.-helling G. Muriah			%	%		%	%	%	%
vnl. Tempur-krater	224	14	7,32	6,25	12	6,80	5,36	7,08	11,61
Z.-helling									
vnl. Semilo-krater	277	22	6,67	7,94	—	—	—	6,67	7,94
W.-helling G. Muriah	369	12	6,91	3,25	1	6,63	0,27	6,88	3,52
O.-helling G. Muriah	326	14	6,61	4,29	1	7,19	0,31	6,65	4,60
Pati-Ajam- heuvels	13								
Genuk, Bako en Ragas	110				5	6,46	4,55	6,46	4,55
Muriah-complex	1319	62	6,85	4,70	19	6,81	1,44	6,84	6,14

Hiermede hopen wij aangetoond te hebben, dat de redelijke kansen op een toekomstige exploitatie practisch alleen op de Noord (6,25%) en op de Zuid (7,94%) hellingen aanwezig zijn. Stellen wij de minimum K_2O-eis op 7%, *dan blijft practisch alleen de noordhelling over voor een verantwoorde verdere exploratie.* Toegegeven moet worden, dat deze voorlopige conclusie slechts op „oppervlakkige" ervaring gebaseerd is en ook de zuidelijke G. Muriah-hellingen nog enige kans op exploitatie hebben. Wij zeggen oppervlakkige ervaring, omdat wij nog niets over de leuciet en K_2O verspreiding op een dieper niveau weten.

Gids voor verder onderzoek.

Teneinde het verdere onderzoek te vergemakkelijken en een samenvatting te geven van de o.i. voornaamste mededelingen uit de door de medewerkers bij de Dienst van de Mijnbouw gedeponeerde rapporten, geven wij aan de hand van bijgaande kaart nog het volgende overzicht van de belangrijkste vindplaatsen van bovenbedoelde 62 en 19 monsters.

Vindplaatsen	No. op de kaart	Helling	Nummer in rapport	K_2O%	Leuciet-rijk	Zonder leuciet
Kali Gelis I	1	N	221	6,81	—	
„ Seno	2	N	215	6,80	—	
			216	7,45	—	
			219	9,00	—	
			220	7,00	—	
Kali Kemresek	3	N	152	6,13	—	
„ Gelis I nabij	4	N	126	6,45		X
Tempur			137	6,31		X
			162	6,30		X
			163	8,25		X
			80	6,94		X
			83	7,18		X
			85	6,75		X
Kali Pondokwaloh	5	N	175	6,60		X
„ Gelis I nabij	6	N	75	6,52		X
G. Ngebrak			76	6,45		X

Vindplaatsen	No. op de kaart	Helling	Nummer in rapport	K_2O%	Leuciet-rijk	Zonder leuciet
G. Gadjah Mungkur Z. O.	33	N	92	7,35	—	
„ N. O.		N	58	6,12	—	
Kali Djelengut			59	6,42	—	
± 750 m.	34	N	9	6,74	—	
Kali Djelengut			10	6,51	—	
± 500 m.	35	N	26	6,42	—	
Totaal					62	19

Statistische Verdeling van Leuciethoudende e.a. onverzadigde en verzadigde Stollings-gesteenten over de G. Muriah.

Het totale K_2O% van Leuciet, orthoklaas, biotiet enz. samen is voor ev. ertsconcentratie zeker niet zo belangrijk als het K_2O van Leuciet alleen, maar dit hebben wij de toenmalige opdrachtgever niet verteld en daardoor hebben wij nu alleen de totale K_2O gehalten. Met deze restrictie maken wij toch nog onderstaand overzicht, waarbij wij de leuciethoudende tuffen en tuf breccies van de overige leuciethoudende stollingsgesteenten afsplitsen, omdat de afmetingen van leuciet kristallen in de eerst genoemde 2 groepen zeker te klein zijn gebleken, om aan een concentratie door magnetische scheiding zelfs maar te denken.

Monsters van het G. Muriah Complex	HELLING				Heuvels	
	Noord	Zuid	West	Oost	Genuk	Pati ajam
A. *Leuciet houdende Stollingsgesteenten.*						
Leucitiet	3	7	3	—	—	—
„ -Tefriet	2	—	10	—	—	—
„ -Bazaniet	—	—	12	—	—	—
Leuciet-Tefriet	65	60	119	179	2	4
„ -Bazaniet	13	54	21	50	3	3
„ -Sodaliet-Tefriet	—	—	—	—	1	—
„ -Phonoliet	—	1	—	—	—	—
„ -Bazalt	—	—	1	—	—	—
B. *Andere onverzadigde Stollingsgesteenten.*						
Sodaliet-Tefriet	16	2	—	—	1	—
„ -Bazaniet	5	—	—	—	—	—
„ -Trachiet	—	—	—	—	1	—
Limburgiet	—	—	—	1	—	—
C. *Verzadigde-Stollingsgesteenten.*						
Trachy-Bazalt	11	4	6	2	5	—
„ -Andesiet	12	88	65	45	2	2
„ -Trachiet	2	1	1	23	3	—
Plagi-trachiet	—	—	—	—	1	—
Alkali- „	—	—	—	—	1	—
Syeniet- „	1	—	—	—	—	—
„ -Porfiriet	5	—	—	—	—	—
Bazalt	20	19	4	—	—	—
Andesiet	5	—	19	—	—	—
Dioriet	1	—	—	—	—	—
Monzoniet	—	2	—	—	—	—
Olivien Monzoniet	—	2	—	—	—	—
D. Tuffen en Breccies	26	8	92	25	2	3
E. Kalksteen, mergel, marmer	2	20	—	3	—	—

Behalve de 1172 microscopische bepalingen, die in bovenstaand overzicht worden vermeld, heeft dr van Bemmelen nog 64 monsters uit de Muriah (verzameld door de heer Lucier) beschreven, doch deze beschrijvingen hebben wij niet ter beschikking gehad, wel die van ir van Baren, van het Bodemkundig Onderzoek in Bogor, die rapporteerde over 8 leucieten, 18 leuciet-tephrieten, 6 leuciet-bazanieten, 1 leuciet-trachiet en 1 leuciet-limburgiet, welke eveneens in de G. Muriah verzameld werden.

Van de 1172 in 1942 verzamelde Muriah-gesteente-monsters waren dus slechts 613 leuciet-houdend en bovendien waren hierbij de leuciet-kristallen in het algemeen kleiner dan 1000 microns, wat een belangrijke handicap is bij een ev. electromagnetische scheiding, of bij een handsortatie van het ruwe materiaal tijdens de winning, zelfs in open groeven. Een ruwe schatting van metingen in 29 monsters van de belangrijke noordhelling van de G. Muriah leert, dat ca. 85% van alle leuciet-kristallen zelfs kleiner zijn dan 175 microns (dr Boomgaart).

Electro-Magnetische Scheiding, zoals die nabij Civita-Vecchia in de concentratie van Phonoliet-leuciet-tephrietertsen van Civita-Castellana werd toegepast leerde :

1e. Biotiet en de meeste pyroxenen en amfibolen worden relatief gemakkelijker magnetisch aangetrokken dan leuciet en veldspaat. Tussen beide laatsten is in dit opzicht weinig verschil.

2e. Leuciet-concentraten moeten voor een goede scheiding zeer weinig verontreinigd zijn met ijzer-oxyden.

3e. De rijkste leuciet-concentraten bevatten max. 0,40% Fe_2O_3 en een goed rendement werd verkregen na vermaling tot beneden 2 mm, maar niet fijner dan 1,5 mm. In goed geclassificeerde korrelgrootten was de scheiding het beste.

4e. Voor het produceren van 1 ton leuciet-concentraat had het bedrijf ongeveer 1 K.W.U. (0,4 Ampère) nodig.

Indien de metingen van dr Boomgaart als maatgevend voor alle leuciet-houdende G. Muriah-gesteenten mogen aangenomen worden, dan zouden wij mogen concluderen, dat mogelijk slechts 15% van alle leuciet-houdende Muriah-gesteenten voor de electromagnetische scheiding in aanmerking komen.

Andere Verwerkingsmethoden.

Indien de methode van Prof Gian-Alberto-Blanc voor de Muriah-leuciet-concentraten van handscheiding een bruikbare methode zou kunnen zijn, waarbij de kalium door warm salpeterzuur wordt opgelost om KNO_3 en Al_2O_3 te bereiden naast colloïdaal kiezelzuur voor de glasindustrie, dan is het wel erg jammer geweest, dat dit in 1942 door de oorlogsomstandigheden niet voor een behoorlijk aantal monsters geprobeerd werd. Wel werd de oplosbaarheid op de volgende methoden bepaald :

a. door 1 uur verhitten met HCl 25%,

b. door verhitting met H_2SO_4 tot SO_3-dampen ontstonden,

c. door verwarming tot een stroopachtige substantie in een mengsel van HCl + H_2SO_4 op het waterbad, gevolgd door afroken gedurende 1 uur.

Nu weten wij slechts, dat oplossing van het K_2O-gehalte in leuciet-rijke Muriah-gesteenten in HCl 25% beter is dan in H_2SO_4 of in een HCl + H_2SO_4-mengsel. Hierbij kan tevens opgemerkt worden, dat het kaliumgehalte van sanidien en biotiet nagenoeg waardeloos voor deze *extractie-methode* is.

Monsters verzameld op de G. Muriah hellingen	met veel sanidien en geen leuciet	met veel biotiet en geen leuciet	met veel leuciet
K_2O% in onderzochte monsters	5,70	3,89	5,72
K_2O% opgelost in HCl 25%	0,16	0,09	4,06 x)
„ „ „ H_2SO_4	0,78	0,70	1,50
„ „ „ HCl + H_2SO_4	0,69	0,52	3,19
Na_2O% in onderzochte monsters	2,29	2,87	3,33
Na_2O% opgelost in HCl 25%	0,79	0,79	0,57 x)
„ „ „ H_2SO_4	0,25	niet merkbaar	0,34
„ „ „ HCl + H_2SO_4	0,56	0,23	0,79

Oplossing in HNO_3 zou nog het voordeel hebben, dat KNO_3 een meststof is. Deze methode werd echter om begrijpelijke redenen niet aan de opdrachtgever voorgesteld, evenmin als een K_2O-bepaling voor alleen de leuciet. Omdat het K_2O% van sanidien en biotiet zonder meer voor de landbouw weinig of geen waarde heeft, behoorde niet alle K_2O ontsloten te worden door sintering met NH_4Cl + $CaCO_3$, maar zou oplossing in sterk HCl, volledig droog dampen en oplossen in warm sterk HCl, beter geweest zijn.

Het lijkt mij, dat een thermische verwerkingsmethode (bij lagere of hogere druk) een beter K_2O-rendement zou geven, (maar ook meer zou kosten dan de electromagnetische methode), of oplossing in HNO_3, of een andere natte methode bij matige temperatuur en druk. Wij kiezen uit de mogelijke thermische methoden één, waarbij leuciet-houdende Muriah-gesteenten samen met fosfaatertsen en kalksteen uit het gebied Zuid van Pati bij de Muriah behandeld kan worden (?).

In *„Industrial and Engineering Chemistry"*, Vol. 16 — 1936, pg. 363, No. 12, vonden wij het volgende:

„New Process Produces Alumina and Fertilizer in Germany"

A high-analysis potash-bearing calcined phosphate can be produced from potash rocks such as phonolite and *leucite* with the simultaneous recovery of the alumina content of the rock. According to Anton Messerschmidt of Görlitz, a mixture of leucite and

heden verricht in een mooie kamerjas, tien tegen een dat ze uit rayon — kunstzijde — is gemaakt, tegenwoordig ook al weer een pulpproduct.

Inmiddels zit ook de Amerikaanse huisvrouw niet stil, maar verzorgt het ontbijt : De tafel vaak gedekt, of minstens overdekt, met een tafellaken van papier, servetten van papier. Ook hier weer cereals, maar nu met voor de Amerikaan onafscheidelijke cream — room-overgoten, ook alweer uit een geprepareerd papieren „container", die de hele nacht in de ijskast is bewaard. Of begeert de familie liever een stevig ontbijt van cadetjes met Frankfurter worstjes (hot dogs) ertussen ? Voor deze worst-etende millioenen-bevolking zouden echter de darmen van alle varkens ter wereld niet voldoende zijn om de grote slagerijen te Chicago aan de nodige omhulling voor de worst te helpen. Daarom : cellophaan, geregenereerde cellulose, uit houtpulp gemaakt.

Geen Amerikaans ontbijt is echter compleet zonder vruchten : Misschien prefereert U een tomato- of grapefruit juice uit een blikje, maar misschien toch liever een halve grapefruit, die de huisvrouw de dag tevoren in een toko, „grocery", heeft gekocht, natuurlijk weer verpakt, misschien eerst in cellophaan, daarna in een kartonnen doos, en als het om meerdere dozen gaat van allerlei, alles nog weer in een grote „grocery bag", zoals het heet, van sterk bruin kraft-papier.

Schreit de baby dóór, terwijl de familie ontbijt, een pop van papier-maché helpt ondertussen de levenslustige baby aan de nodige geestelijke afleiding.

Misschien echter is de heer des huizes 's morgens nog weinig eetlustig; geen nood, de gewoonlijk lange dag komt hij wel door met een extra boterham op zak, verpakt in vetvrij papier. Maar eerst kleedt hij zich, mogelijk zelfs met een nieuw overhemd, enkele dagen tevoren in een „store" gekocht, keurig verpakt in „cellophaan" : men wil immers zien, wat men koopt.

Wellicht doet mijnheer iets aan „make-up" : een lekker haarwatertje, met alcohol als oplosmiddel, alcohol, die misschien wel uit de sulfietafvalloog der papierfabrieken is verkregen. En natuurlijk is geen Amerikaan „fit" voor zijn werk zonder keurig gepoetste schoenen. Voorzover hij ze niet op z'n kantoor laat poetsen, moet hij het zelf thuis wel doen : de beste schoensmeer is natuurlijk aangemaakt met terpentijn, uit de dennenbomen der Zuidelijke staten door tappen, dan wel uit de achtergebleven stompen der houtexploitatie genomen, of wel als afvalproduct bij de koking in de fantastisch grote kraftpapierfabrieken der South.

Inmiddels wordt het tijd om naar kantoor te gaan, natuurlijk niet zonder actentas, die wel van echt leer zal zijn, maar tien tegen één dat vele mooie omslagen van de boeken en catalogi, die hij nodig heeft, uit kunstleer zijn gemaakt. Alwéér cellulose, evenals het fibre koffertje, dat hij misschien nog wel naast z'n actentas meeneemt.

Dat op de lessenaar op kantoor vele papieren paperassen op zijn komst liggen te wachten, wie behoeft dat nog te memoreren. Maar een frisse Amerikaanse morgensigaret — met papier uit vlas of rijstpulp — geeft moed voor een nieuwe dag. Een Hollands luciferdoosje neemt echter veel te veel ruimte in en de sigaret wordt aangestoken met een papieren lucifer uit 'n papieren omslagje, dat hij òf cadeau heeft gekregen bij 't inkopen van z'n sigaretten onderweg, dan wel betaald heeft, met geld, dat ook alweer op papier is gedrukt.

Natuurlijk heeft de Amerikaan 't op kantoor druk. Hierdoor en door de droogte van de lucht in de centraal verwarmde kantoren, krijgt hij spoedig een droge keel. Geen nood. Een fonteintje voor ijskoud water — op ieder kantoor door de wet verplicht —, met papieren bekertjes erbij, geeft uitkomst.

Misschien heeft inmiddels een der typisten haar nood geklaagd over haar versleten schrijfmachine en daar het zaak is om zo effectief mogelijk met deze menselijke krachten om te springen, is spoedig een nieuwe machine besteld, die in de loop der morgen wordt bezorgd : verpakt natuurlijk in een gegolfd-kartonnen doos : alweer cellulose.

Thuis en in de restaurants is men natuurlijk enigermate conservatief, maar in een Amerikaans vliegtuig maakt men een goede kans, dat de lunch wordt geserveerd op een papieren dienblad, „tray", met soep in papieren bekers en een papieren lepel voor Uw icecream. Hebt U vanille icecream gekozen, dan zoekt U vergeefs naar het U bekende vanillestokje met de mooie vanilline-kristalletjes. Immers, een enkele pulpfabriek in Canada en in de Ver. Staten is voldoende om uit de verwerking der afvalproducten deze gehele millioenen-bevolking van de benodigde vanilline te voorzien, zoals die ook eventueel zorgt voor de grondstof van de kunsthars-beker, waarin misschien wel Uw „fruitjuice", wordt geserveerd. Of ook voor de voedergist voor het vee, dat Uw melk levert, of misschien wel voor Uw kippen, die het eitje produceren. Eitjes, die natuurlijk ook alweer in kartonnen dozen worden verpakt. Of drinkt U misschien bij de lunch, liever dan fruit-juice, melk of een biertje ? Misschien vatbier, misschien uit een blikje, dat echter weer als practisch alle conserven, in kartonnen dozen naar alle windhoeken wordt gestuurd. Maar hoe 't ook zij, Uw kelner zal zeker Uw glas nooit zo op 't tafeltje zetten, bezorgd als hij is voor vlekken, maar toch eerst het sympathieke „kartonnen" schijfje op de tafel leggen.

De meeste Amerikanen, die op de kantoren in de grote steden werken, eten 's middags niet thuis. De gelukkigen, voor wie dit wel is weggelegd, zullen echter gaarne 's middags een biefstukje nuttigen, door de huisvrouw tevoren in de „grocery" gekocht en natuurlijk ook alweer verpakt in papier, een speciale soort nog wel : „butcher's paper". Na het biefstukje is een flinke handwassing natuurlijk niet overbodig : behalve dat de toiletzeep natuurlijk ook alweer in papier wordt verpakt, is er een grote kans, dat ze behalve zepen van vetzuren ook zepen van harszuren bevat, harszuren wellicht uit de getapte balsem of de geëxtraheerde denneboomstronken der Zuidelijke Staten gewonnen, maar

mogelijk ook uit de „tallolie", bijproduct der Zuidelijke kraftpapier-fabrieken.

Heeft de lunch-biefstuk voortreffelijk gesmaakt, misschien dat de charmante huisvader zijn vrouw bij thuiskomst 's avonds met een doos bonbons verrast, verpakt natuurlijk op veelvuldige wijze in zilverpapier, een papieren doos, cellophaan, en mogelijk nog een papier er om heen. Of, wellicht, zoekt hij de avond met zijn gezin een ogenblik verpozing in de bioscoop, waar de cellulose-film hem in vreemde werelden voert.

Is het weekeinde aangebroken, wat gaat de Amerikaan meer ter harte dan de verzorging van zijn huis, in de meeste gevallen, althans voorzover hij buiten de grote steden woont, een houten huis. Natuurlijk heeft hij altijd een zak cement in de garage liggen, een papieren zak natuurlijk, uit kraftpapier, ongelooflijk sterk. En ook enkele potten met verf en vernis, aangemaakt met terpentijn of met spiritus, mogelijk ook uit afvalproducten der pulpwinning. Het dak is natuurlijk een speciaal onderwerp van zorg; de meeste daken der Amerikaanse landhuizen bestaan ook al weer uit planken met „roofing paper" als bedekking, ook al weer een pulp-product, misschien uit de kraftfabrieken afkomstig, misschien ook wel zgn. semichemisch met behulp van een Asplund defibrator of Bauer-machine bereid, evenals de mogelijk aanwezige wand- of plafondbeschieting uit bouwplaten, „wallboard".

En zo kunnen wij doorgaan met de opsomming van alle nuttige dingen uit het dagelijks leven, die uit, of náást, pulp worden verkregen en zonder welke het moderne leven welhaast ondenkbaar is.

Wie echter zal peilen de grote culturele betekenis van papier als draagster van onze kennis ? Zegt niet Lintott in „The art of water colour painting" :

„It is one of the curious inconsistencies of human nature to despise paper because of its cheapness and also because of an idea that it is a frail thing easily destructible. This is an unreasoning prejudice against one of the most beautiful and perfect substances ever made by the genius of man.

There are so many varieties, and it is, perhaps, more easily adaptable than any other substance known. Thousands of books have been written upon it and the thoughts of men transmitted from generation to generation.

With care it is practically undestructible if well made".

Het belang van papier als draagster van onze cultuur, als verspreidingsmiddel van onze gedachten, is niet in woorden uit te drukken.

Hoe zouden wij onze kinderen kunnen opvoeden, hoe ons huidige maatschappelijke leven kunnen voeren, zonder schrijfpapier, boeken, e.d. Een woonhuis, een fabriek, zijn denkbaar zonder pulpproducten, maar hoe zou men een huis, een fabriek — afgezien van het meest primitieve —, kunnen bouwen zonder vooraf een tekening, een berekening, een bestek, — op papier — ? Denkt U eens het treinverkeer zonder spoorwegboekje of wellicht op de stations geannonceerd op leien alleen. Terug zouden wij moeten gaan tot de oude Griekse wereld, toen de klassieken werden verspreid door mondelinge recitatie van slechts enkele zeldzame geschreven exemplaren, of door memorisatie; of teruggaan tot de tijd van de op perkament geschreven bijbels, slechts toegankelijk voor enkelingen.

Dit alles overdenkend is het inderdaad verwonderlijk, dat de huidige astronomische vlucht, die de papierindustrie heeft genomen, toch eigenlijk slechts van recente tijden dateert. Weliswaar toch kenden de oude tijden — om van de houten, stenen, klei- en wastafeltjes maar niet te spreken — de papyrus, later het perkament, terwijl het maken van papier uit vodden en zelfs uit bamboe de Chinezen vele tientallen eeuwen geleden bekend was; de grote vlucht van papier als goedkoop schrijfmateriaal dateert echter eerst van de tijd, dat *hout* als grondstof voor de pulp haar intrede deed en het handgeschepte lompenpapier verving. Hout, bovendien, was een grondstof, die in aanvankelijk onbeperkt geachte voorraden in de natuur aanwezig was. En hoewel wij straks zullen zien, dat onoordeelkundig bosbeheer, onverzadigbare begeerte naar papier en oorlogsgeweld ook hier weer grenzen stellen, hout is nog steeds de grote gave der natuur, die deze fenomenale ontwikkeling mogelijk maakte. De betekenis van het bos grijpt veel dieper in ons leven in dan als een gelegenheid, op een vrije middag, voor aangenaam verpozen.

Zoals ik U reeds zei, dateert het gebruik van hout als grondstof voor papier van vrij recente datum. Dit heeft zijn redenen. Zoals U weet, vormen cellulosevezels de basis voor papier. Katoen, ook linnen, zoals dit in lompvorm gebruikt wordt, is vrij zuiver : het gehalte aan cellulose ligt daar in de buurt van een 98 — 99%. Bij hout liggen de zaken echter anders; de meeste houtsoorten bevatten niet meer dan 40 — 60% cellulose, met daarnaast vele andere bestanddelen, waaronder in de eerste en belangrijkste plaats een 25 — 35% lignine. Deze lignine of houtstof speelt bij de papierfabricage een belangrijke rol en bepaalt voor een belangrijk deel de kwaliteit en toepassing. Duurzaam schrijfpapier moet een zo laag mogelijk gehalte aan lignine hebben, zgn. „houtvrij" zijn, een misleidende term overigens. Bij pakpapier en krantenpapier, aan welke laatste geen hoge eisen van kleur en duurzaamheid worden gesteld, ligt de situatie anders.

Cellulose en lignine zijn in het hout vrij innig verbonden, met tot gevolg dat de zgn. ontsluiting van het hout, d.w.z. de afzondering van de cellulose, in meer of minder zuivere vorm, niet bepaald gemakkelijk gaat en een vrij ingrijpende chemische behandeling vereist. De toepassing van het hout op grote schaal hing dan ook min of meer samen met de opkomst der chemische industrie. Ook de constructieve uitvoering der benodigde apparatuur stelt hoge eisen, waaraan eerst een min of meer moderne machinebouw kon voldoen.

Om dit alles duidelijker te maken is het gewenst een ogenblik stil te staan bij de belangrijkste gangbare werkwijzen. Deze kunnen wij direct in twee groepen verdelen, nl. de *mechanische pulpbereiding enerzijds* en de 3 *chemische ontsluitings-*

methoden anderzijds, terwijl er tenslotte een overgangsvorm tussen beide bestaat, het zgn. „semi-chemical process".

1. *Mechanische pulpbereiding.*

Dit proces is in wezen zeer eenvoudig; het berust slechts dáárop, dat de stammen, op bepaalde lengten afgezaagd, gedrukt worden tegen roterende slijpstenen, onder rijkelijke toevloei van water. Bij dit procédé worden dus geen stoffen toegevoegd, nòch verwijderd, en de samenstelling van de pulp is dezelfde als die van het hout zelf, afgezien dan natuurlijk van het watergehalte. Alle lignine, hemicellulose e.d., zit er nog in, wat het weinig duurzaam maakt, terwijl het door de verkleining der vezels weinig sterk is. Het wordt dan ook grotendeels in combinatie met andere pulpsoorten, speciaal de later te noemen sulfietpulp gebruikt, hoofdzakelijk voor kranten-papier — een zeer belangrijk afzetgebied overigens. Het is immers bekend, dat oude kranten spoedig vergelen, terwijl kranten ook niet sterk zijn. Beide eigenschappen zijn te danken aan de houtslijp — 75 tot 80% meestal — die er het hoofdbestanddeel van vormt, naast 25 — 20% gebleekte sulfietpulp. Een voordeel van houtslijp is, dat het op plaatsen, waar goedkope energie aanwezig is, zeer goedkoop kan worden gemaakt, dat er geen chemicaliën bij nodig zijn — wat dus ook het terugwinningsvraagstuk elimineert —, en dat het rendement zeer hoog is — in de buurt van een 90 — 96%.

De eerste houtslijpfabriek in Europa dateert van 1845 (Keller), die in Amerika van 1867 (Steinway); de verkregen pulp werd, gemengd met die van lompen, gebruikt.

In de na-oorlogse jaren heeft het mechanisch procédé nog weer een bijzondere betekenis gekregen, doordat gebleken is, dat het zich met waterstofperoxyde laat bleken, waardoor men een pulp van hoog rendement kan combineren met een lichte kleur.

2. Daartegenover staan de *chemische ontsluitingsprocédé's,* waarbij de bindstoffen tussen de cellulosevezels door chemische methoden in oplosbare vorm worden verwijderd. Men onderscheidt :

a) het *sulfietprocédé,* waarbij de lignine met behulp van zwaveligzuur in lignosulfonzuur wordt omgezet, dat als calcium- of magnesiumzout in oplosbare vorm wordt geëlimineerd. De aldus verkregen pulp is gekenmerkt door grote zuiverheid en gemakkelijke bleekbaarheid, waardoor ze zich in het bijzonder leent voor de bereiding van witte papiersoorten — schrijf- en boekpapieren, e.d. — en verder samen met houtslijp voor krantenpapier; als grondstof voor rayon, cellophaan, nitrocellulose, e.d. De eerste sulfietfabriek van commerciële betekenis werd in 1874 door de Zweed Ekman opgericht, later gevolgd door commerciële verbeteringen, bekend als Mitscherlich-proces, Ritter-Keller-proces en andere.

Een nadeel van het sulfietprocédé is het lage rendement — samenhangend natuurlijk met de grote zuiverheid — en het hoge chemicaliën- en warmteverbruik. Reden dan ook waarom de laatste jaren, ter concurrentie met het snel opkomende sulfaat-proces, ook hier terugwinning van chemicaliën en warmte wordt overwogen, terwijl tevens de winning der bijproducten uit de afvalloog — alcohol en gist, enz. — een belangrijke rol gaat spelen.

b) het *soda-procédé,* waarbij de ontsluiting met natronloog plaats heeft, die de lignine als natriumverbinding in oplossing brengt en als zodanig elimineert, terwijl de cellulose (grotendeels) onaangetast blijft. Dit proces is feitelijk een uitvloeisel van de lompen-ontsluiting met behulp van loog; het werd omstreeks 1854 door Watt en Burgess in Engeland ontwikkeld en vijftien jaar later voor het eerst in de praktijk toegepast. De toepassing van het soda-procédé heeft geen gelijke tred kunnen houden met de snelle ontwikkeling van het sulfaatprocédé en wordt alleen op relatief kleine schaal op sommige loofhoutsoorten toegepast. De aldus verkregen pulp dient vaak voor „opvulling", „verdikking".

c) het *sulfaat- of kraft-procédé* is de belangrijkste chemische ontsluiting naast het sulfiet-procédé en het neemt nog steeds in belangrijkheid toe, vooral sedert het mogelijk is gebleken kraft-cellulose ook te bleken, waardoor de eruit bereide pulpen niet alleen voor sterk pak- en zakpapier in aanmerking komen, maar in gebleekte toestand ook met gebleekte sulfietpulp concurreren kunnen. Het enige verschil met het soda-procédé is, dat in plaats van natriumhydroxyde alleen, natriumhydroxyde tezamen met natriumsulfide voor de ontsluiting wordt gebruikt — wat een zeer opvallende, nog niet geheel verklaarde uitwerking ten goede heeft — en dat het verlies aan chemicaliën bij de hier steeds toegepaste terugwinning door goedkoop natriumsulfaat kan worden gecompenseerd.

Twee verdere voordelen van het kraftprocédé zijn het in vergelijking met de sulfietontsluiting hoge rendement en het feit, dat het ook op harsrijke houtsoorten toepasbaar is. Dit gepaard aan de omstandigheid, dat kraftpulp zowel voor bleking, dus voor schrijf- en boekpapier, als voor sterk verpakkingspapier toepasbaar is, verleent dit procédé een min of meer universeel karakter, dat het, mede gezien de terugwinning der chemicaliën, steeds meer aan terrein doet winnen tegenover het sulfietprocédé.

In de Ver. Staten — de grootste consument en tevens de grootste producent van pulp ter wereld — heeft dit procédé nog dáárdoor bijzondere betekenis gekregen, doordat als gevolg van onoordeelkundige houtaankap de Noordelijke sparrenbossen, die zich bij voorkeur voor het sulfiet-procédé en de houtslijpbereiding lenen, tot een gevaarlijk minimum zijn gereduceerd, waardoor de noodzaak ontstond óm te zien naar andere hulpbronnen, die men tenslotte vond in de enorme dennenbossen van de Zuidelijke en Zuidoostelijke Staten. Hoewel onder speciale omstandigheden het sulfietproces hier wel toepasbaar is, lenen deze bossen zich toch gemakkelijker tot het kraftprocédé. De ontwikkeling daarvan in deze staten is dan ook fenomenaal. Dit vooral wanneer men zich realiseert, dat, terwijl het kraftproces eerst in 1879 door

een Zweed, D a h l e, werd ontdekt, de eerste kraftfabriek in N.-Amerika niet eerder dan in 1907 werd opgericht. Ik kom hierop straks terug. Eerst willen wij ons nog met de laatste der verpulpings-methoden bezig houden, n.l. :

3. *het „semichemical" procédé.*

Het rendement van het mechanische procédé bedraagt, zoals wij zagen, ca. 90 — 96%, dat van het sulfiet-procédé 40 — 50% en dat van het kraftprocédé (zonder bleking) 48 — 50%. Daarbij komt nog, dat het mechanische procédé geen terugwinning van chemicaliën vereist, terwijl dit bij het sulfaatprocédé conditio sine qua non is en het dit bij het sulfietprocédé steeds meer gaat worden.

Voorts, dat bij het mechanisch procédé de lengte der vezels wordt verkleind, wat een zwak papier geeft, in tegenstelling tot sulfiet- en sulfaat-pulp, waar alleen de bindstoffen (lignine, hemicellulose) tussen de cellulosevezels worden opgelost, maar deze vezels zelf grotendeels onaangetast worden gelaten.

Geen wonder dus, dat men gezocht heeft naar een compromis en wel daarin bestaande, dat men de oorspronkelijke cellulosevezel door een zgn. „defibrator" mechanisch van elkaar wrijft — geen kapotslijping dus — ondersteund door stoom of chemicaliën. De laatste echter in zodanig beperkte hoeveelheid, dat de omslachtige en kostbare terugwinning van chemicaliën, zoals die bij het kraft procédé gebruikelijk is, kan worden ontbeerd.

Dit probleem is nog niet geheel opgelost, maar men kan zeggen, dat juist op dit terrein momenteel het front van het speurwerk zowel in het laboratorium als in de practijk ligt. Bij rendementen van 70 — 85% zijn bij de verbeterde moderne bleektechniek reeds bruikbare pulpen verkregen en het procédé breidt zich commerciëel steeds verder uit, hoewel nog niet met zekerheid is te zeggen, in hoeverre het aan de bestaande procédé's concurrentie zal aandoen.

Om U een indruk te geven van de relatieve betekenis der verschillende procédé's kan ik U mededelen, dat in de United States in 1938 geproduceerd werden :

Mechan. pulp	1.338.000	short tons	of	22,5%
Sulfiet pulp	1.630.000	„	„	27,5 „
Sulfaat pulp	2.452.000	„	„	41,3 „
Soda pulp	395.000	„	„	6,7 „
Semichem. pulp	119.000	„	„	2,0 „
	5.934.000	short tons	of	100,0%,

en deze percentages verschuiven om redenen, die ik straks nog zal noemen, nog steeds verder in de richting van het sulfaat-procédé, ten koste van de sulfiet-ontsluiting.

Het spreekt vanzelf, dat het uiteenlopend karakter der verschillende procédé's ook zijn stempel drukt op de technische uitvoering, speciaal wat de grootte betreft. Houtslijperijen en sulfiet-fabriekjes zonder chemicaliën-terugwinning vindt men in Europa van de meest uiteenlopende capaciteit, van enkele tonnen tot enkele honderden tonnen per dag, zeer verspreid, hoewel in de Ver. Staten — zoals bij alles — ook hier de concurrentie tot grote eenheden heeft gevoerd. Bij sulfaatfabrieken, waar de chemicaliën-terugwinning voor een scherpe concurrentie essentiëel is, is een minimumgrootte — minstens 70 ton per etmaal — conditio sine qua non. Er zijn daar zelfs fabrieken met een capaciteit van 1800 ton kraftpapier per dag, d.i. een productie, groot genoeg om iedere dag de weg van Djakarta naar Surabaja met een papierbaan van 40 m. breedte te beleggen ! Daarvoor zijn per dag niet minder dan 15.000 m^3 hout nodig, dat soms over afstanden van een 500 km wordt aangevoerd. De bouwkosten van een dergelijke fabriek bedragen momenteel meer dan 100 millioen dollars. Daarbij komt dus technisch nog zo al het een en ander kijken.

Dat ook de sociale invloed van de oprichting van een dergelijke fabriek — ook die van bescheidener omvang — in een bepaalde streek enorm is, behoeft dan ook niet te verwonderen. Zelf heb ik het voorrecht gehad meerdere keren een bezoek te brengen aan de Zuidoostelijke Ver. Staten, die, zoals ik reeds zei, wel de meest fenomenale ontwikkeling der pulp- en papierindustrie in de kortste periode heeft doorgemaakt.

Zó leerzaam in vele opzichten is de geschiedenis daarvan, dat ik ze U niet wil onthouden.

Om U echter het beeld goed te geven, moet ik U wel even de achtergrond schilderen, waartegen dit alles zich heeft afgespeeld. Zoals de meeste lezers zullen weten uit het onvergetelijke boek van wijlen M a r g a r e t M i t c h e l l : „Gone with the wind", of van de verfilming ervan, hebben de Zuidelijke en Z.-Oostelijke Staten van N.-Amerika : van Virginia tot Florida en van Georgia tot Texas, steeds een uitgesproken agrarisch karakter gehad. We zijn hier in de zgn. „Cottonbelt", de „katoen-gordel" : katoen was het levenssymbool, voor de arme pachter of landarbeider, zowel als voor de machtige grootgrondbezitter. Voor- en tegenspoed in de katoen-*oogst* bepaalde de welvaart van het land. Dit was de gouden tijd van de „South" en nog leeft in de harten van vele Southerners de gedachte van „Ye old plantation days" in al hun glorie. Veel huidige rijkdom en de charme van vele steden als Savannah, New Orleans, Charleston, e.a., met de overblijfsels der weelderige en kunstzinnige behuizingen, gaat tot die dagen terug. Er is „sfeer".

Hoewel van nature rijk, zowel aan vruchtbare bouwgrond als aan mineralen, werd aanvankelijk slechts weinig voor het meest elementaire dagelijkse gebruik in deze Staten zelf voortgebracht. Machines en industrieproducten werden vanuit het Noorden geïmporteerd, omdat niets lucratiever was dan de katoen en daarvoor was de gehele inzet der arbeidende bevolking vereist.

Toen kwam de Burgeroorlog tussen Noord en Zuid, waarvan de omvang noch de historische betekenis buiten Amerika voldoende is beseft. Het was misschien de eerste „totale oorlog". Kennen *wij* uit de laatste wereldoorlog de Shermantank, de oorlog tussen Noord en Zuid kende Sherman *zèlf,* die het bestaan heeft een strook land ter breedte van meer dan 50 km van Atlanta tot bij Savannah compleet plat te branden, de huizen zo-

wel als de oogst op het veld, om het verzet te breken. Wat er na de oorlog overbleef was een land als een korenveld door sprinkhanen geteisterd, door politiek verscheurd, dat zich niet kon aanpassen aan de sociale verstoringen, die het gevolg waren van de afschaffing der slavernij. Leest er „Gone with the wind" op na en de omvang van deze ramp, groter dan een natuurramp, zal U duidelijk zijn. Zelfs nu nog, zo vele jaren na de catastrofe, zijn de sporen nog geenszins uitgewist : Georgia, de haard van het verzet, en andere Zuidelijke Staten, behoren tot de armelijkste onder de Verenigde Staten. Leest het in John Günther's beroemde boek : „Inside America".

Het Zuiden is verreweg het armste deel van de United States : een massief blok van materiële achterstand volgens alle denkbare maatstaven : elf millioen inwoners van de Z.-Staten hebben een zuiver geldelijk jaar-inkomen van niet meer dan $ 250,— en minder.

Nergens in de Staten heersen zulke weerzinwekkende toestanden als in de berooide dorpen der plattelands-districten; huiveringwekkend door hun rauwe armoede.

In Juni 1942 bleek dat 30.000 dienstplichtigen van Georgia analfabeten waren.

Toestanden heersen in Georgia, waarvan iedereen de huiveringen over de rug lopen ; een zesde van de huizen van Georgia hebben geen stromend water ; twee derde van de 600 grote plaatsen in Georgia hebben zelfs nog geen riolering, enz.

Let wel : het is een Amerikaan, die dit, in het welvarendst geachte land ter wereld, het land van industriële progressie en van de Marshall-dollars, schrijft.

Een bezoek aan deze streek is voldoende om U de waarheid van dit alles te doen gevoelen. Primitiever, achterlijker dan een dorp in Georgia is bijna niet denkbaar.

Toch heeft de burgeroorlog één goed ding aan de South geleerd : de waarde van verscheidenheid in de voortbrenging. Langzaam, heel langzaam — hoe kan het ook anders voor een land, dat zich zó lang op één doel had ingesteld — vonden pogingen tot het brengen van meer verscheidenheid in het boerenbedrijf ingang : Model-boerderijen werden opgericht, landbouwvoorlichtingsdiensten en rijdende scholen en bibliotheken ingesteld, het veebedrijf ter voorziening in eigen behoefte aan zuivelproducten geïntensiveerd; ook tuinbouw en vruchtencultuur trokken belangstelling.

Katoen zal de South vermoedelijk wel tot in lengte van dagen blijven produceren en nog steeds is katoen een belangrijke economische factor, maar thans is het niet meer de katoen alléén die telt.

De ontwikkeling ging verder. Naast de gevariëerde landbouw kwam ook de industrie tot ontwikkeling. Dat daarbij vooral dié industrie tot ontwikkeling kwam, die in die landbouw zelf wortelde, is niet meer dan natuurlijk : Weverijen en spinnerijen voor de eigen katoen werden van het Noorden naar de South overgebracht, waar de arbeidskrachten goedkoper en overvloediger waren. Evenzo de tabaksindustrie. Spoorwegen werden aangelegd, de mijnbouw (kolen, ijzer, petroleum) tot ontwikkeling gebracht. Kortom, het Zuiden begon industriëel te ontwaken ter nastreving van een gelukkiger evenwicht tussen landbouw en industrie.

Naast dit alles is er echter nóg een belangrijke factor, die voor de economie van de South bepalend is. Diezelfde katoenstreek, de zgn. „cottonbelt" — een gordel, die van Oost naar West ten Zuiden van Tennessee loopt tot in Oost Texas toe — is namelijk tevens het grootste *bosgebied* der Ver. Staten, waarvan de omvang eerst spreekt, wanneer men zich realiseert, dat de daarin aanwezige dennenbossen — die de grootste „einheitliche" fractie ervan vormen — meer dan 60% van de totale wereldproductie aan de zogenaamde „naval stores" (d.i. hars en terpentijn) leveren, in 1927/28 een totale verkoopwaarde van 44 millioen dollar vertegenwoordigend. Deze „naval stores" industrie dankt, zoals U bekend is, haar ontstaan aan de vroegere behoefte der zeilschepen voor teer en pek en werd om die reden door het Engelse Gouvernement sedert 1800 sterk gestimuleerd.

Aanvankelijk gericht op de tapping der balsem, werden de bossen al heel spoedig, in gelijke tred met de eerder geschetste openlegging van het Zuiden, op timmerhout geëxploiteerd. De zogenaamde „naval stores industry" en de houtzagerijen gingen daarbij echter zó weinig scrupuleus te werk, dat in minder dan geen tijd gehele gebieden, die aanvankelijk de bulk der „naval stores" leverden (N. en S. Carolina), van hun gehele houtstand waren beroofd, zodat de „naval stores" industrie zich naar het Zuiden (Georgia, Florida, enz.) moest verplaatsen om aan de stijgende behoefte te voldoen. Bosbranden deden de rest. Men kon dan ook met recht spreken van het slachten van de kip, die de gouden eieren legt. En als de natuur niet krachtiger was dan de mens, zou er vermoedelijk op het ogenblik geen dennenboom meer in de Zuidelijke Staten over zijn.

Dennenbomen groeien er nl. als onkruid.

Deze overvloedige groei, gepaard aan maatregelen tegen onoordeelkundige balsemwinning en houtaankap, alsmede de ontwikkeling der zgn. „wood naval stores industry", d.i. de winning door extractie van hars uit de achtergebleven boomstronken der houtwinning, waardoor de noodzaak van tap van te jonge bomen verminderde, brachten echter tenslotte het bosbestand weer op peil.

Bij deze ontwikkeling bleef het echter niet. Ik zei U reeds, dat de Verenigde Staten de grootste producent en tevens consument van houtpulp ter wereld zijn :

Vóór de oorlog (1937) bedroeg de eigen houtpulpproductie niet minder dan 5,9 millioen (metr.) ton, d.i. 1/4 van het wereld-totaal, daarnaast werd nog twee millioen ton geïmporteerd, benevens niet minder dan twee millioen ton krantenpapier.

In 1948 was de totale U.S. pulpproductie tot niet minder dan 11,6 millioen ton gestegen. Het is duidelijk, dat een dergelijke astronomische toename consequenties heeft voor de bos-exploitatie. In

1929 was de toestand zó, dat ca. 83% van de houtbehoefte aan pulp gedekt werd door aankap in de Noord-Oostelijke Staten, de „Middle Atlantic"-, de „Pacific"- en de zgn. „Lake States" tegen 17% in alle Zuidelijke Staten bij elkaar. Dit is te treffender, aangezien, zoals eerder vermeld, deze laatste het grootste bosbezit der Verenigde Staten vertegenwoordigen. Dit nu had zowel historische als technische oorzaken :

1e) In de eerste plaats moet gezegd worden, dat de ontwikkeling der pulpindustrie in het Noorden begon, omdat de daar aanwezige boomsoorten, spruce (spar dus), hemlock, enz. bij uitstek geschikt bleken voor de gebruikelijke verpulpingsmethodes (waarop ik later meer in bijzonderheden terugkom), in ieder geval geschikter dan de Southern pine-soorten. Het gevolg was, dat men zich op de Noordelijke bossen concentreerde, weinig en geen aandacht aan het Zuiden besteedde en dat de mening zich vastzette dat de Southern pine inferieur was.

Inderdaad bleek het weinige kraftpapier, dat sinds 1911 op kleine schaal in het Zuiden werd gemaakt, minder goed en werd als kraft No. 2 onderscheiden van het superieure kraft No. 1, zoals het Noorden dit kon maken. Het sulfietprocédé bleek bovendien niet zonder meer op de Southern Pine toe te passen, het sodaprocédé al evenmin.

Eenmaal op deze weg ingeslagen, begon men hoe langer hoe meer kapitaal in de Noordelijke fabrieken, niet alleen in die der Noordelijke verenigde Staten, maar ook in Canada te beleggen : 60% van de totale investatie in de Canadese papierindustrie is Amerikaans.

2e) Een tweede belangrijk punt is, dat er geen invoerrecht in de U.S.A. bestaat op pulp uit Canada of Zweden. Alle omstandigheden waren dus voor die buitenlandse beleggingen gunstig en het Zuiden liet men voor wat het was, dat moest zich zelf maar redden.

Dat die Southern pine wel eens minder inferieur kon blijken dan men oppervlakkig had aangenomen, dat reeds proeven waren genomen door het „Forest Products Laboratory" in Madison, die het tegendeel bewezen, dat het in enkele fabrieken in het Zuiden gemaakte kraftpapier steeds beter van kwaliteit werd, waren kwesties, die de Noordelijke bankiers zo goed mogelijk in de doofpot stopten. Waarom ook nieuwe paden begaan als de oude zo gemakkelijk en lucratief waren ?

3e) Tegenover deze zelfgenoegzaamheid van het Noorden stond het Zuiden met haar zorgen: zorgen door de afbraakprijzen voor hars en terpentijn, enige inkomstenbron voor een belangrijk contingent der bevolking, zorgen over een steeds verder achteruitgaande katoen-cultuur. Toenemende katoenproductie in andere landen en concurrentie met kunstzijde en kunstzijde-stapelvezels maakten het steeds moeilijker om een bevredigende prijs voor de Amerikaanse katoen op de wereldmarkt te bedingen. Beperkingen van aanplant en productie volgden. De met katoen beplante oppervlakte daalde van ca. 44 millioen acres in 1926 tot 30 millioen in 1933. Daarmede samen ging een emigratie der spinnerijen, vooral naar Aziatische landen. Welisswaar stond daartegenover de opkomst der kunstzijde-industrie, die door gunstige voorwaarden voor industrie-vestiging zich vooral in het Zuiden concentreerde (tot ¾ van de totale kunstzijde-industrie van de gehele Verenigde Staten toe), maar die viscose-industrie, die aanvankelijk grote hoeveelheden linters (katoenafval) verwerkte, ging hoe langer hoe meer over tot houtpulp. En die houtpulp werd geïmporteerd uit het Noorden en over afstanden van duizenden mijlen aangevoerd en dat, terwijl het Zuiden zulk een ontzaglijke latente productiecapaciteit bezat. Ook de nitrocellulosefabrieken gingen steeds meer over tot het gebruik van houtpulp ten koste van de duurdere linters, voor schietkatoen, celluloid en chardonnetzijde. De toenemende productie der lintersverbruikende acetaatcellulose ving deze vermindering niet op, terwijl bovendien ook daar de houtpulp ingang begon te vinden.

U voelt de spanning : een Noorden, dat wil behouden, wat het heeft, dat het in Canada belegde kapitaal wil beschermen, vooral ook tegen latere eventuele invoerrechten, mocht het tot een ontwikkeling van de South komen. In het Zuiden een gebied, dat hongert naar industrie ter bestrijding der werkloosheid, een land, dat zelf de grootste bosreserve bezit, tezamen met ¾ van de kunstzijde-industrie der gehele Verenigde Staten en dat toch bijna de gehele behoefte aan grondstoffen uit het Noorden betrekt. Waarom ? Waardoor ? Omdat men tientallen jaren geleden in het beginstadium minder goede resultaten met de Southern Pine had gehad en oude paden te bewandelen gemakkelijker is dan nieuwe.

Niettemin was de loop der historie niet te stoppen. Naarmate de behoefte aan pulp toenam, werd de noodzakelijkheid dringender om de houtvoorziening zeker te stellen. De techniek boekte vooruitgang : Men leerde de Zuidelijke dennenbomen met het sulfaatprocédé te ontsluiten en de pulp daarvan te bleken; zelfs de houtslijpbereiding bleek mogelijk. In een chemicus als dr Herty, Southerner in hart en nieren, vond de South bovendien de figuur om deze technische resultaten in politieke taal om te zetten. Hij toch wist de Noordelijke bankiers er van te overtuigen, dat men door aangepaste kookwijze uit Southern pine inderdaad een kraftpulp kon maken, die kraftpulp uit het Noorden evenaart. Maar óók, dat dit economischer was dan in het Noorden, zowel vanwege de beschikbaarheid van goedkoper arbeidskrachten, als ook vanwege het uiterst belangrijke feit, dat de den in de subtropische Zuidelijke Staten veel sneller groeit dan de in het koude Noorden gebruikte houtsoorten. Tot nu toe was dit essentiële en fundamentele feit geheel schuil gegaan onder de orthodoxe en misplaatste opvatting, dat deze langzame groei, die inhaerent is aan het Noorden, noodzakelijk was voor de kwaliteit der pulp. Hoe grote consequenties dergelijke oude, roestige vooroordelen kunnen hebben, vaak op een enkele losse uitlating of onvolledige proef gebaseerd, is wel gebleken aan wat er na het overboord werpen daarvan in de South is gebeurd : Bedroeg in 1935 de gemiddelde dagpro-

ductie aan kraftpulp in de South nog slechts 3.500 ton, in de jaren 1935 — 1937 werden alleen al 19 nieuwe fabrieken opgericht met een potentiële capaciteit van om en nabij de 6.000 ton per dag. Met het gevolg, dat van de totale productie der Ver. Staten aan kraftpulp in 1938 à 2,4 millioen ton, niet minder dan 2,1 millioen, d.i. 88%, in de Zuidelijke Staten werd geproduceerd.

Zeer welzeggend is ook de volgende *tabel I,* die een vergelijkend overzicht geeft van de pulpproducties in de Ver. Staten in 1937 en in 1948. Men ziet hieruit, dat de totale pulpproductie over deze periode is toegenomen met 5,7 millioen ton, d.i. practisch verdubbeld ! Van deze 5,7 millioen ton komen slechts 0,6 millioen voor rekening van zowel het mechanische als het sulfietprocédé en niet minder dan 3,6 millioen voor rekening van het sulfaatproces. En deze fenomenale toename komt zo niet geheel, dan toch voor verreweg het belangrijkste gedeelte voor rekening van de Zuidelijke Staten !

Tabel I : Houtpulpproductie in de Ver. Staten in de jaren 1937 en 1948.

	(in millioenen metrieke tons)									
	Mechan. pulp		Sulfietpulp		Sulfaatpulp		Andere pulp		Totaal	
	Hoev.	%	Hoev.	%	Hoev.	%	Hoev.	%	Hoev.	%
1937	1,4	25	1,9	32	1,9	32	0,7	11	5,9	100
1948	2,0	17	2,5	21	5,5	48	1,6	14	11,6	100
Toename	0,6		0,6		3,6		0,9		5,7	

Van deze totale houtpulpproductie in de Ver. Staten in 1948 van 11,6 millioen ton werd ca. de helft in de Zuid. Staten geproduceerd (tegen, zoals boven gezegd, 17% in 1929).

Deze verschuiving van de pulpproductie van het Noorden naar het Zuiden is een natuurlijke, die niet alleen daarin zijn grond vindt, dat men de bossen in de Zuid. Staten eindelijk „ontdekt" heeft, maar, zoals gezegd, een veel permanenter basis heeft in de erkenning van het feit, dat de celluloseaangroei per hectare per jaar — en daar gaat het toch in eerste instantie om — in warmere klimaatstreken het veelvoudige bedraagt van die in Noordelijke streken.

Deze cijfers spreken en het woord revolutie voor een dergelijke snelle ontwikkeling is zeker gemotiveerd. Weliswaar is het een gelukkig toeval geweest, dat deze aansporing door H e r t y samenviel met een explosieachtige toename in de *behoefte,* maar anderzijds kan men zich dan ook afvragen, waar het naar toe had moeten gaan, als de voldoening aan deze behoefte niet was opgevangen door deze nieuwe pulpbron. Het moet dan toch ook als een gelukkige bestiering worden gezien, dat deze behoefte juist op tijd door een passende nieuwe bron is opgevangen.

Nog interessanter welhaast dan de genoemde cijfers en zelfs dan de aanschouwing van de totstandkoming van al deze nieuwe fabrieken, is de observatie, hoe een dergelijke industrie het karakter van een sociale gemeenschap kan wijzigen. Sprak ik U reeds van de primitieve achterlijkheid van het Georgiase platte land, ik heb het voorrecht gehad dergelijke plaatsen onder invloed van de bouw van een grote pulp- en papierfabriek te zien veranderen. Het verschil is nauwelijks te beschrijven, zelfs de mensen veranderen. Het is als het sprookje van Sneeuwwitje, waarin de schone slaapster door de minnende prins wordt wakker gekust : Een door de grote afstanden afgesloten dorp, met hobbelige keistenen, vervallen huisjes, achterdochtige mensen achter de in hun kozijnen schrankende ramen, nog mokkend over de oorlog, die hun dit aandeed. Nauwelijks een toko, met alleen verkrijgbaar de primitiefste levensbehoeften, geen bioscoop, nauwelijks een barbier, misschien een hulppostkantoortje, enz. Dan : een gemeenschap plotseling opgenomen in het verkeer, goed geplaveide wegen, drukte, bedrijvigheid, geld in circulatie, een bioscoop, barbier, bank, postkantoor, een voor Amerika onontbeerlijke „drugstore", of meerdere, benzinepompstations, autoverkeer, misschien zelfs een spoorwegaansluiting op het grote net voor hout- en mensentransport, opgeknapte huizen, restaurants, misschien zelfs een hotel, kortom de meest ingrijpende verandering. En het is zeker niet te boud gesproken, wanneer geconstateerd wordt, dat het de industrieën pulp en papier, maar ook andere, die bezig zijn in de South de sporen van de Burgeroorlog, die haar het zelfvertrouwen had benomen, uit te wissen en daarmede ook de wrok, die er op de huidige dag tegen de Yankees van het Noorden is blijven broeien.

Vergeef mij deze uitwijding; het is echter nuttig eens te laten zien, dat industrie niet alleen betekent vuile schoorstenen, rook, arbeidersmisère, enz., maar ook : ontsluiting van natuurlijke bronnen en de mogelijkheid tot welvaart.

Keren we thans tot de pulp- en papierindustrie terug.

Het is onlogisch te veronderstellen, dat de toenemende behoefte aan pulp ineens zou verminderen. Veeleer ligt het in de lijn der ontwikkeling, dat deze toename zal aanhouden. In Amerika zelf is dit voelbaar en het is dan ook geenszins verwonderlijk, dat men zich daar ondanks de aanboring van de nieuwe houtbronnen in de vorm van de dennenbossen der South, bezorgd maakt voor de toekomstvoorziening,

als deze stijging der behoefte doorgaat. Dit heeft op haar beurt aanleiding gegeven tot een nieuwe ontwikkeling. Hoewel niet uitsluitend, werden echter tot nu toe wel overwegend *naaldhoutsoorten* voor de pulpbereiding gebruikt, in Amerika in 1945 bijv. niet minder dan ca. 85%. Dit heeft technische redenen : bovenal het feit, dat naaldhoutcellulose langer vezels geeft; immers er is weinig fantasie voor nodig om in te zien, dat hoewel niet de enige, dit toch wel een belangrijke factor is voor de sterkte van het uiteindelijk vervaardigde papier. Voor zover loofhout werd gebruikt, werd dit hoofdzakelijk volgens het soda-procédé ontsloten; daar echter loofhout in de South overvloediger nog is dan dennenhout, zijn vele fabrieken bij een dreigend tekort aan naaldhout er toe overgegaan om ook loofhout volgens het kraft-proces te ontsluiten, wat een sterker eindproduct oplevert dan wanneer met het sodaproces wordt ontsloten. In combinatie met naaldhout-kraftpulp laat deze pulp zich zeer goed gebruiken. Daarnaast vindt vooral het „semichemical process" op loofhout een gestadig toenemende belangstelling. Niettemin staat naaldhoutpulp nog steeds aan de spits en zal dat vermoedelijk ook wel tot in lengte van dagen blijven : een lange vezel toch kan men naar behoefte wel verkorten, maar een korte nooit langer maken.

Het spreekt echter vanzelf, dat de ontwikkeling, die boven voor de Ver. Staten is geschilderd, slechts een reflectie is van wat er op het wereldtoneel op pulp- en papiergebied zich afspeelt. Wij willen daarom de pulpproblemen nu eens in *wereldverband* bekijken. En ik zou dit willen doen aan de hand van de gegevens van een wereldconferentie voor pulp en papier, die in April 1949 onder auspiciën van de „Food and Agricultural Organisation" (F.A.O.) van de „United Nations" en van de Canadese Pulpproducenten, in Montreal is gehouden.

Aanleiding tot deze conferentie was een zekere ongerustheid, dat door de snel stijgende behoefte aan pulp in bepaalde landen, de geëxploiteerde bossen, zowel als de bestaande fabriekscapaciteit, in de naaste toekomst niet zouden toereiken, een kwestie, die in het bijzonder „Unesco" wel moest bezighouden, geïnteresseerd als deze is in de bevordering der wereldopvoeding door het gedrukte woord. De bedoeling was dan ook om door verzameling van statistische gegevens omtrent de houtpulpvoorziening — op duurzame basis — en de verwachte producties en behoeften der verschillende landen, voor de eerstvolgende jaren te komen tot een inzicht in het al of niet noodzakelijk zijn van bijzondere maatregelen ter voorziening in eventuele tekorten.

De belangrijkste conclusies, waartoe de conferentie tenslotte is gekomen, kunnen als volgt aan de hand van *Tabel II* worden samengevat :

Tabel II : Wereldconsumptie, resp. -behoefte en -productie aan pulp (in millioenen metrieke tons).

Gebied	1937		1948		1949		1950		1955	
	Consumptie	Productie	Consumptie	Productie	Behoefte	Productie	Behoefte	Productie	Behoefte	Productie
Europa	10,0	12,4	6,7	7,9	8,1	8,8	9,1	9,4	11,4	10,9
U.S.S.R. (incompl.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nabije Oosten	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N.-Amerika	12,0	11,0	19,3	19,0	18,9	18,5	20,3	19,8	23,7	23,5
Lat.-Amerika	0,2	—	0,5	0,2	0,5	0,3	0,6	0,3	0,7	0,4
Afrika	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Azië	1,5	1,2	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9
Oceanië	—	—	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	0,3
	23,9	24,6	27,2	27,7	28,3	28,2	30,9	30,3	37,1	36,0

1. De totale wereldproductie aan pulp — met West Europa en Noord Amerika (Ver. Staten plus Canada) als verreweg de belangrijkste producenten (bijna 98% der wereldproductie) — die vóór de oorlog ca. 24 millioen (metr.) ton bedroeg, steeg in 1948 tot een record van 28 millioen (metr.) ton, en verwacht wordt voor 1955 een stijging tot niet minder dan 36 millioen.

2. De Europese productie is als gevolg van de oorlog gedaald van 12 millioen in 1937 tot 8 millioen in 1948. Deze achteruitgang is echter met de toenemende wereldbehoefte — die in de eerste plaats een toenemende behoefte van Amerika zelf is — opgevangen door een productiestijging in Noord-Amerika van 11 millioen in 1937 tot ruim 19 millioen in 1948.

3. Was Europa vóór de oorlog een belangrijk pulp-exportland — met Noord-Amerika als belangrijkste importeur — voor de toekomst zal Europa van exporteur, importeur moeten worden.

De momentele verminderde Europese productie wordt tijdelijk opgevangen door een verlaagde consumptie beneden de werkelijke behoefte, door deviezenhindernissen en algemene handelsbelemmeringen.

4. Hoewel politieke ontwikkelingen, op het wereldevenwicht der grote mogendheden betrekking hebbend, en allerlei handelstechnische omstandigheden zulk een belangrijke invloed op de consumptie der verschillende landen kunnen hebben, dat men aan het geraamde tekort in 1955 op zichzelf geen al te grote waarde mag toekennen, bestaat toch

een fabriek voor 150 ton dagcapaciteit, met uitbreidingsmogelijkheid tot 600 ton — hebben onderbroken. Laat ons echter hopen, dat deze plannen nochtans eenmaal tot verwerkelijking kunnen komen.

Behalve deze arealen en de genoemde aanplantingen van de Dienst van het Boswezen, bestaat er echter geen twijfel, dat ook andere gebieden in Indonesië en in het bijzonder bepaalde van nature voorkomende graslanden, waarvan de bodemgesteldheid zodanig is, dat *Pinus Merkusii* zich kan ontwikkelen zonder teveel infiltratie van andere boomsoorten — niet alleen op Sumatra, maar ook op Celebes en enkele andere eilanden — geschikt zijn voor succesvolle dennenbeplanting. Hoewel moeilijk te schatten, kan zeker aangenomen worden, dat dit areaal minstens enige honderdduizenden hectares beslaat.

De *Agathis Alba* komt in Z. Borneo voor in practisch zuivere bestanden (ca. 5000 ha), als ook gemengd, van welke laatste de omvang echter moeilijk is te schatten. De vezel is buitengewoon lang, alleen schijnt de Agathispulp moeilijk te bleken te zijn.

Tenslotte moet met een paar woorden natuurlijk ook de rijststro genoemd worden, alsmede suikerrietstro.

De enige pulp, die vóór de oorlog hier te lande werd gemaakt, werd verkregen door ontsluiting van het bovenste gedeelte van de rijststrohalm. Hierbij werden uitstekende papiersoorten — schrijfpapier, boekpapier, sigarettenpapier, enz. — verkregen. De beide fabrieken in Padalarang en Letjes hadden tezamen een dagcapaciteit van maximaal 30 ton.

In hoeverre bij de verspreide ligging der sawah's met verdere uitbreiding van deze industrie zou kunnen worden gegaan, is zeer moeilijk te schatten.

Dezelfde onzekerheid geldt ook ten opzichte van rietstro als grondstof, waarvan de mogelijkheden vóór de oorlog zijn bestudeerd. Zowel de brandstofeconomie der suikerfabrieken als ook de graad van herstel der Javasuikerindustrie speelt hierbij een rol.

Het spreekt vanzelf, dat bovenstaande beschouwing zeer onvolledig is. Verschillende technische aspecten moesten achterwege blijven. Om de papierfabriek zelf zijn wij héengewandeld. Daarentegen is gepoogd — mogelijk wat onevenwichtig — enige hoogtepunten in de ontwikkeling der pulp- en papierindustrie op de wereld te schetsen en de lezer zal ongetwijfeld de mening delen, dat die niet ontbloot is van romantiek. En tenslotte werd getracht in het grote mozaiek van het geheel de kansen in te passen voor dit land en deze te bezien tegen de achtergrond van het geheel.