



P1012
4128

C10021
27247

Bibliotheek TU Delft
P 1012 4128



C 212724

ENKELE BEDRIJFSECONOMISCHE
BESCHOUWINGEN OVER DEN
NEDERLANDSCHEN STEENKOLENMIJNBOW

ENKELE BEDRIJFSECONOMISCHE BESCHOUWINGEN OVER DEN NEDER- LANDSCHEN STEENKOLENMIJNBOUW

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING
VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN
DE TECHNISCHE WETENSCHAP AAN
DE TECHNISCHE HOOGESCHOOL TE
DELFT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR
MAGNIFICUS DR. IR. C. B. BIEZENO,
HOOGLEERAAR IN DE AFDEELING
DER WERKTUIGBOUWKUNDE EN
SCHEEPSBOUWKUNDE, VOOR EEN
COMMISSIE UIT DEN SENAAAT TE
VERDEDIGEN OP WOENSDAG 8 JUNI
1938, DES NAMIDDAGS TE 4 UUR,
DOOR

JOZEF ANTONIUS WILHELMUS MULLER

MIJNINGENIEUR

GEBOREN TE MAASTRICHT



1012 4128

1012 4128
GEDRUKT BIJ DRUKKERIJ WALTMAN, KOORNMARKT 62, TE DELFT.

DIT PROEFSCHRIFT IS GOEDGEKEURD DOOR DE PROMOTOREN
PROF. DR. IR. J. GOUDRIAAN EN PROF. IR. C. L. VAN NES.

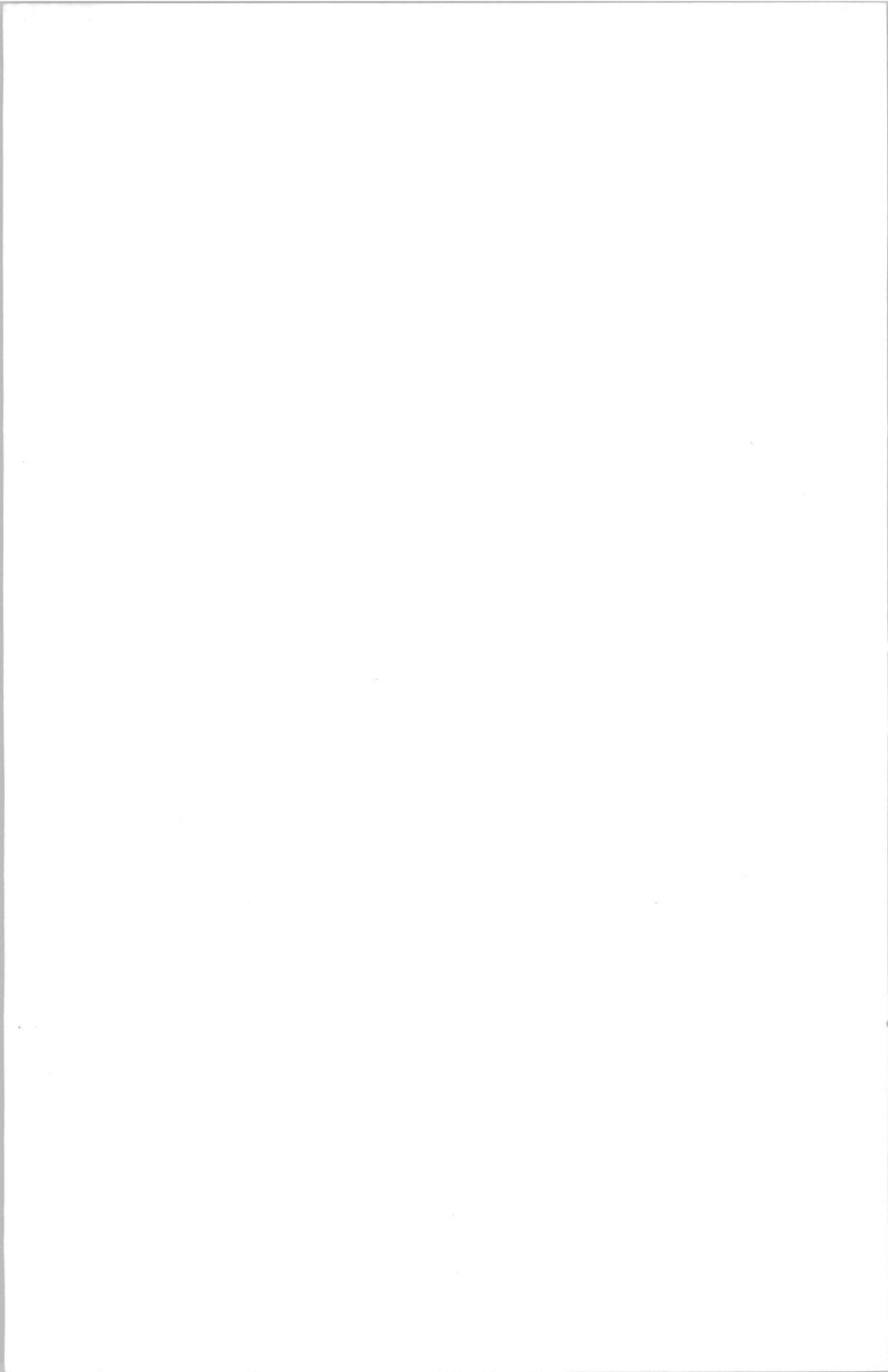
Aan mijn Vrouw.

*„Une industrie n'est pas un immeuble où
„l'on s'installe, ni une station où l'on s'arrête,
„mais un train en marche avec accélération
„ininterrompue du mouvement”.*

(V. Cambon).

INHOUD.

	Blz.
HOOFDSTUK I.	
Overzicht van de ontwikkeling der Nederlandsche mijn- industrie en van de sociaal-economische positie van het personeel	11
HOOFDSTUK II.	
Ontwikkeling van de techniek en het beheer in de Zuid- Limburgsche mijnindustrie	22
HOOFDSTUK III.	
Het beoordeelen van werkwijzen met behulp van kosten	35
HOOFDSTUK IV.	
Omschrijving en enkele toepassingen van het begrip kosten-minimum	50
I. Het verband tusschen de afmetingen van een werk- plaats en de kosten voor ontsluiting, winning, trans- port en onderhoud	53
II. Het verband tusschen den verdiepingsafstand en de kosten van aanleg, transport en den kolenrijkdom	91
HOOFDSTUK V.	
Aard en invloed van bedrijfsstoringen	98
HOOFDSTUK VI.	
§ 1. De wereldproductie en het wereldverbruik van steen- en bruinkolen, aardolie en energie uit water- kracht	111
§ 2. De wereldvoorraden van steen- en bruinkolen en aardolie	129
§ 3. Het absolute en specifieke verbruik van kolen in Nederland mede in vergelijking met de omringende landen	134
§ 4. De ontwikkeling van het kolenverbruik in Nederland	148



HOOFDSTUK I.

Overzicht van de ontwikkeling der Nederlandsche mijn- industrie en van de sociaal-economische positie van het personeel.

Wie een langen, moeilijken en onbekenden bergtocht maakt, voelt bij het bereiken van een uitzichtspunt de behoefte in zich opkomen een oogenblik uit te rusten, zijn punt van uitgang en den afgelegden weg te overzien en zich te oriënteren over het gedeelte van den tocht, dat hem nog rest.

Evenzoo dient de verantwoordelijke leiding van een onderneming of van een groep van ondernemingen zich van 'tijd tot tijd te beraden, teneinde een blik te werpen op den afgelegden weg en in de verte te staren naar nieuwe banen, die zich openen, om de bereikte werkelijkheid te toetsen aan de richtlijnen van het verleden, en de juistheid van deze te onderzoeken, om het beleid aan te passen aan de geestesstromingen van den tijd, kortom; om te overwegen of verleden en heden geen kostbare lessen voor de toekomst bevatten.

Het is uitermate belangrijk een dergelijke analyse te maken voor het Nederlandsche mijnbedrijf, waar èn het volume van de productie zich stormachtig ontwikkelde — proportioneel veel sterker dan in eenig ander land der wereld gedurende dezelfde periode — èn de rationalisatie in de jaren na 1921 een grondige verandering bracht in het beheer en de gevolgde werkwijzen, waarin gedurende het laatste decennium gemiddeld 33700 arbeiders, met hunne 75000 gezinsleden een bestaan vonden, en welk bedrijf tenslotte zeer ernstig werd getroffen door de algemeene economische inzinking.

Teneinde een dusdanig overzicht te verkrijgen werden een aantal cijfers gegroepeerd, gedeeltelijk ontleend aan de jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen en aan gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

In tabel 1 en *figuur 1* zijn de cijfers gegeven voor de productie, het gemiddeld aantal te werk gestelde arbeiders, het uitbetaalde loon en de opbrengst per ondergrondschen arbeider en per werktijd.

TABEL I. Aangevende: Productie, te werk gestelde arbeiders, uitbetaald loon en opbrengst per ondergrondchen arbeider.

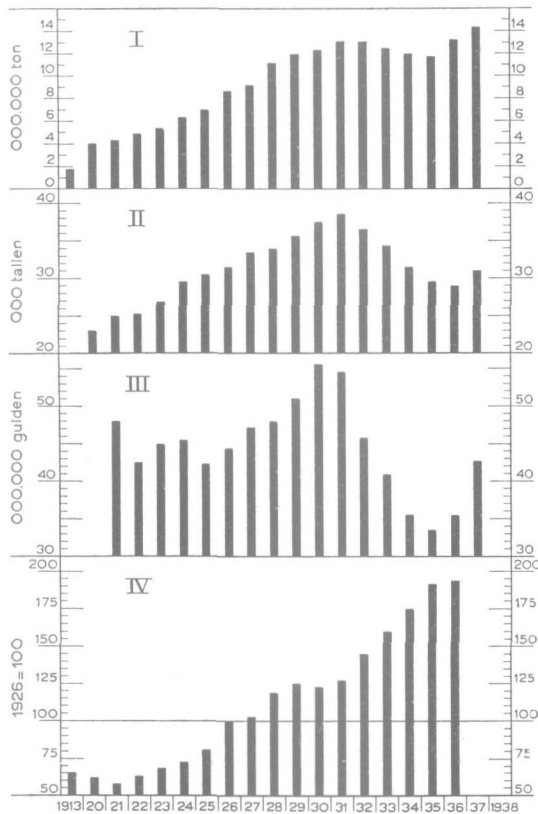
JAAR	Productie in tonnen	Gemiddeld aantal te werk gestelde arbeiders	uitbetaald loon in fl 1000	opbrengst per ondergrond- schen arbeider per werktijd in ton	idem in % van 1926
1913	1873079	9715	7664	0,897	65
1920	4115629	22874	—	0,856	62
1921	4242990	24996	47979	0,787	57
1922	4866371	25163	42564	0,884	64
1923	5593709	26896	45072	0,941	68
1924	6162226	29524	45370	1,010	73
1925	7116970	30406	42263	1,119	81
1926	8842687	31666	44505	1,381	100
1927	9488412	33638	47216	1,415	102
1928	10920054	34037	47882	1,636	118
1929	11581202	35757	51041	1,711	124
1930	12212086	37645	55534	1,690	122
1931	12901391	38291	54621	1,760	127
1932	12756448	36521	45770	1,991	144
1933	12573960	34222	40787	2,197	159
1934	12340882	31392	35388	2,412	175
1935	11877844	29405	33494	2,633	191
1936	12802538	28994	35298	2,670	193
1937	14231268	30920	±42700		

De cijfers voor de productie hebben betrekking op de totale, door de mijnen per jaar geproduceerde hoeveelheid kolen, inclusief de levering aan nevenbedrijven.

De snelle en tot 1931 onafgebroken stijgende opbrengst onzer mijnen vindt geen equivalent in de ons omringende kolenvoortbrengende landen, getuige onderstaande cijfers:

	Productie van steenkool in 1000 ton									
	1900	1913	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
Nederland	320	1873	11581	12212	12901	12756	12574	12341	11878	12803
Engeland	228795	292044	262046	247796	222981	212603	210300	224300	226500	232200
Duitschland *)	79800	140800	163400	142700	118600	104700	109900	124500	143000	158282
België	23463	22842	26940	27415	27042	21414	25200	26400	26900	27800
Europa	429000	603400	638200	599100	545400	506900	—	—	—	—
geheele wereld	706600	1214900	1324000	1207500	1076600	956700	998400	1093800	1168800	1226600

(* berekend voor het grondgebied na den oorlog).



Figuur 1.

- I. Totale jaarproductie der mijnen in 1000 000 tonnen.
- II. Gemiddeld aantal te werk gestelde arbeiders in 1000 tallen.
- III. Uitbetaald loon met inbegrip van de gezinstoe-lagen, doch zonder vergoeding voor overwerk, in 1000 000 gulden.
- IV. Rendement of opbrengst per ondergrond-schen arbeider. (1926 = 1381 k.g. = 100).

Terwijl in de ons omringende, oudere kolenvoortbrengende landen de productie, met uitzondering van het topjaar 1929, ternauwernood meer het niveau van 1913 kan bereiken, heeft Nederland in het tijdperk 1913—1931 de productie tot het 6.5 voud verhoogd. Ook is in de andere landen de invloed van de ongunstige conjunctuur meer merkbaar. De wereldproductie vermindert van het topjaar 1929 tot het jaar van de diepste inzinking met 29%, in ons mijnbekken stijgt de productie gedurende deze jaren nog met 9%. Terwijl echter

vanaf 1932 in de andere landen een duidelijk herstel is waar te nemen, beweegt de productie der Limburgsche mijnen zich in dalende richting tot 1936. Er dient hier op gewezen te worden, dat de genoemde cijfers geen rekening houden met de voorraadvorming, die gedurende de crisisjaren zeer belangrijk was.

De lijn, aangevende het verloop van het gemiddeld aantal in dienst zijnde arbeiders, vertoont tot 1931 eveneens een sterke stijging, zij het procentueel niet zóó sterk als de lijn voor de productie. Na het topjaar 1931 met gemiddeld 38291 arbeiders, vermindert dit aantal tot 29405 in 1935, dus met niet minder dan 23.2 %; vergeleken bij 1920 met 22874 arbeiders, kunnen de mijnen in 1935 toch nog altijd 28.6 % meer personen te werk stellen. Na de merkbare opleving, die medio 1936 inzet, kan de werkgelegenheid weer uitgebreid worden, zoodat einde 1937 weer 32163 arbeiders hun bestaan in de mijnindustrie vinden.

Procentueel nog sterker dan de arbeidsgelegenheid, neemt het totaalbedrag aan loon af, namelijk van f 55.534.000 in 1930 tot f 33.494.000 in 1935 ofwel met rond 40 %. De discongruentie tusschen de twee laatste cijferreeksen is te verklaren door loonsverlaging maar vooral door het inleggen van verzuimdiensten met de inherente loonderving, een middel, dat de ondernemingen in den aanvang van de inzinking vooral hebben toegepast om het hoofd te bieden aan de moeilijkheden, ontstaan door de ineenschrompelende vraag naar kolen, zonder genoodzaakt te zijn te veel geschoolde krachten uit te stooten. In 1936 en vooral in 1937 is weer een beduidende stijging van het loonbedrag te constateeren.

Een markante, stijgende tendenz vertoont de reeks, die aangeeft het rendement of de opbrengst in tonnen per ondergrondschen arbeider per werktijd; na een vrij gelijkmatig verloop gedurende de oorlogsjaren en een laagsten stand in 1921, begint een snelle, onafgebroken stijging, die vooral tot uiting komt in 1931 en volgende jaren, zoodat de opbrengst per ondergrondschen arbeider per werktijd in 1936 welhaast het tweevoud van 1926 bedraagt.

Deze, deels door de perfectioneering van de technische outillage en de rationalisatie, deels door psychologische invloeden veroorzaakte stijging geschiedde in de crisisjaren zóó snel, dat een reactie te voorzien was. Na intrede van het herstel in 1937 is onder invloed van dezelfde psychologische factoren, thans werkende in tegenge-

stelden zin en mede onder invloed van de nieuw in dienst genomen arbeiders, een lichte teruggang in het rendement te constateeren.

De in tabel 2 gegeven en in *figuur 2* voorgestelde cijfers geven een goed beeld van den samenhang, die er bestaat tusschen den gemiddelden verkoopprijs der kolen, het rendement van het belegde kapitaal en de afschrijvingen in procenten van de waarde der onroerende goederen gedurende de periode 1926—1937, waarbij de verkoopprijs is ontleend aan de jaarverslagen der Staatsmijnen.

TABEL 2.

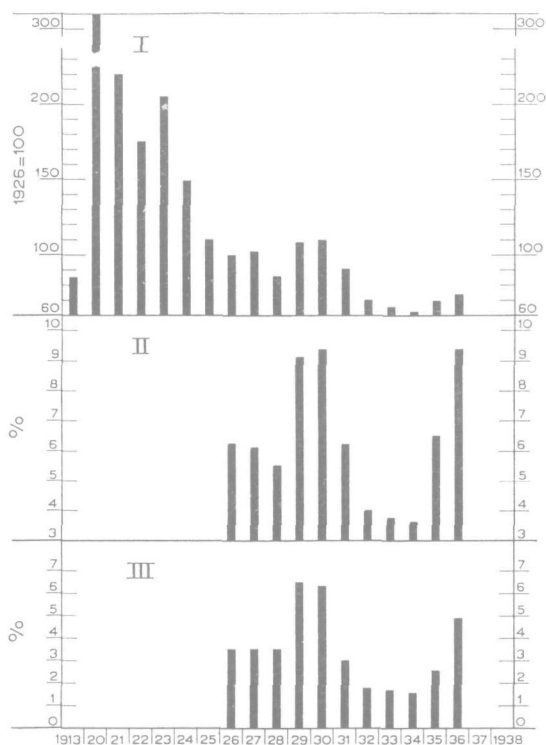
Aangevende: Verkoopprijs, afschrijving en rendement op het kapitaal.

JAAR	Verkoopprijs der Staatsmijnen kolen per ton	idem in % van 1926	Afschrijving in % v/d waarde der onroerende goederen	Rendement van het werkend kapitaal
1913	f 7.76	84		
1920	„ 28.61	310		
1921	„ 20.33	220		
1922	„ 16.40	178		
1923	„ 18.93	205		
1924	„ 13.62	148		
1925	„ 10.13	110		
1926	„ 9.23	100	6.23	3.55
1927	„ 9.53	103	6.10	3.46
1928	„ 7.96	86	5.55	3.52
1929	„ 9.88	107	9.11	6.50
1930	„ 9.96	108	9.32	6.32
1931	„ 8.32	90	6.18	2.92
1932	„ 6.41	69	3.95	1.75
1933	„ 6.11	66	3.78	1.66
1934	„ 5.76	62	3.68	1.50
1935	„ 6.34	69	6.53	2.56
1936	„ 6.70	73	9.31	4.88
1937				

De verkoopprijs der kolen daalt na 1920 sterk, vertoont een stijging in '29 en '30 om na den val van het Engelsche pond wederom circa 23% te dalen. In 1934, het jaar van het diepste punt, bedroeg

de prijs 74% van 1913 tegen 76% als gemiddelde van 48 groothandelsprijzen in 1935 vergeleken bij 1913.

Terwijl echter de overige groothandelsprijzen tot het tijdstip van de devaluatie van den gulden in September 1936 niet noemens-



Figuur 2.

- I. Gemiddelde verkoopprijs der Staatsmijnenkolen (1926 = f 9.23 = 100).
- II. Bedrag der jaarlijksche afschrijvingen in procenten van de waarde der onroerende activa.
- III. Rendement in procenten van het totale werkende kapitaal.

waardig veranderen, beweegt de prijs der kolen zich reeds vanaf 1935 in opwaartsche richting, een beweging, die door de devaluatie van onze munteenheid nog geaccentueerd wordt en eerst in 1937 tot haar volle recht komt.

De amortisatie- en rendementcijfers gelden voor de periode van 1926-1937, die ongeveer samenvalt met een volledige golfbeweging

van de conjunctuur voor de kolenmarkt. Het gemiddelde afschrijvingspercentage over deze periode is 6,34% van de waarde der onroerende goederen, met een hoogste waarde van 9,32% in 1930 en een laagste van 3,68% in 1934¹⁾). Dit gemiddelde is zeker niet te hoog, indien wij bedenken, dat een belangrijk deel der activa bestaat uit concessies en bedrijfsgebouwen, waarvan de afschrijving beheerscht wordt door de beperkte kolenvoorraden. Indien wij vergelijken met de Deutsche mijnindustrie, die wat technische outillage betreft, ongeveer op gelijk niveau staat met de Nederlandsche mijnen, dan constateeren wij, dat in de eerstgenoemde industrie gedurende de periode 1926-1935 werd afgeschreven gemiddeld 8,15% van de waarde der onroerende goederen ²⁾). Ook loopt het maximum en minimum aldaar minder uiteen. In het ongunstige jaar 1930 bedraagt de afschrijving nog 6,35% tegen 9,05% als maximum in 1934.

Ook het, over de genoemde onderzoeksperiode, behaalde kapitaalsrendement der Nederlandsche mijnen moet, met een gemiddelde van 3,51%, onbevredigend geacht worden voor een industrie met een vrij groot risico.

Voor een exacte beoordeeling van de sociaal-economische positie der werknemers in het mijnbedrijf is het noodzakelijk, om op de jaarinkomens een correctie toe te passen in verband met de kosten van levensonderhoud.

Als punt van uitgang werd genomen het gemiddeld jaarloon per *ondergrondschen arbeider*, en wel om twee motieven:

1e. vormt deze groep van arbeiders het grootste contingent der mijnarbeiders.

2e. werd deze groep van arbeiders gedurende de crisisjaren zwaarder getroffen door de z.g. verzuimdiensten, dan de bovengrondsche arbeiders. Gedurende deze jaren ontstond dus een zekere afwijking in de overigens vaste verhouding van de gemiddelde inkomens der boven- en ondergrondsche arbeiders.

Onder genoemd jaarinkomen is te verstaan het product van het gemiddeld aantal per jaar per ondergrondschen arbeider verrichte werktijden en het gemiddeld dagloon, inclusief de gezinstoelagen en zonder vergoeding voor eventueel overwerk.

Het gemiddeld aantal verrichte werktijden per arbeider wordt

¹⁾ Diverse jaarverslagen van de Nederlandsche mijnondernemingen.

²⁾ Die Deutsche Aktiengesellschaften, Glück Auf 1936, blz. 566.

gevonden, door van het aantal dagen, waarop het bedrijf wordt uitgeoefend, af te trekken het verzuim wegens ziekte, ongeval of verlof. Indien het bedrijf enkel op de Zondagen en algemeen erkende Christelijke feestdagen stil ligt, bedragen deze cijfers respectievelijk 303 en 275. Waar vroeger het stilleggen van het bedrijf wegens gebrek aan afzet slechts sporadisch voorkwam, werd dit van 1932 tot medio 1936 regel, zoodat het aantal dagen, waarop het bedrijf werd uitgeoefend en dus ook het aantal werktijden per arbeider, snel daalde.

	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937
aantal dagen waarop het bedrijf werd uitgeoefend	301	277	266	256	247	271	
gemiddeld aantal werktijden per ondergrondschen arbeider	271	253	245	245	234	256	

Uit bovenstaande volgt, dat in het gemiddelde jaarloon niet begrepen is de vergoeding wegens ziekte-, of ongevalverzuim en verlof..

Verder wordt aan de georganiseerde arbeiders voor de verzuimdiensten wegens gebrek aan afzet een matige vergoeding gegeven, die eveneens niet in de jaarloonen is opgenomen.

Bij de vergelijking der geldloonen is rekening te houden met de variabele kosten van het levensonderhoud, teneinde aldus vast te stellen de koopkracht van het inkomen.

Bij gebrek aan concrete gegevens voor het mijngebied kunnen wij als eenigste publicatie de resultaten van het onderzoek naar de kosten van het levensonderhoud voor Amsterdamsche arbeidersgezinnen benutten. De overeenkomstige cijfers voor Z. Limburg zullen ongetwijfeld niet steeds in gelijke mate veranderen, met name zullen in de perioden van loonfluctuaties de regionale prijzen van consumptieartikelen ook meer wisselen dan de officieele statistiek aangeeft, maar in groote trekken kunnen er geen belangrijke blijvende verschillen bestaan, zoodat de Amsterdamsche cijfers bij benadering ook voor het mijngebied mogen aangenomen worden.

Door den index voor de kosten van levensonderhoud te deelen op de indexcijfers voor de geldloonen vinden wij dus een index voor de koopkrachtinkomens. (Zie tabel 3 en *figuur 3*).

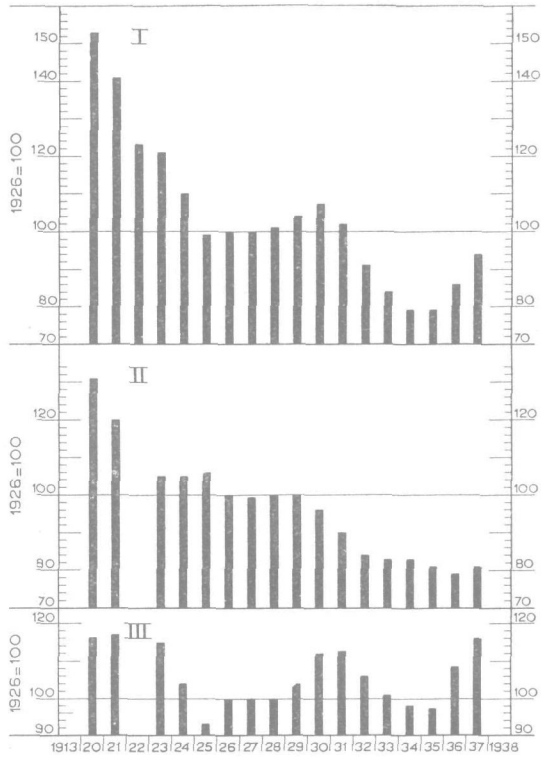
TABEL 3

Aangevende geldloon en koopkrachtinkomen der
ondergrondse arbeiders.

JAAR	Gemiddeld jaarloon per ondergrondschen arbeider	idem in % van 1926	index kosten levensonderhoud Amsterdamsche arbeidersgezinnen 1926 = 100	index koopkracht inkomen der ondergrondse arbeiders 1926 = 100
1913	f 858	57	59.5	95.8
1920	„ 2297	153	131.3	116.5
1921	„ 2104	141	120.2	117.3
1922	„ 1832	123	—	—
1923	„ 1814	121	105.1	115.1
1924	„ 1652	110	105.7	104.1
1925	„ 1482	99	106.2	93.2
1926	„ 1496	100	100	100.0
1927	„ 1501	100	99.8	100.2
1928	„ 1515	101	100.8	100.2
1929	„ 1547	104	100	104
1930	„ 1591	107	95.8	111.7
1931	„ 1528	102	90.0	113.3
1932	„ 1331	89	83.8	106.2
1933	„ 1259	84	83.0	101.2
1934	„ 1183	79	83.4	98.3
1935	„ 1186	79	81.1	97.4
1936	„ 1288	86	78.6	109.4
1937	„ 1403	94	80.7	116.4
1e halfjaar				

In 1935 ligt tengevolge van de vele verzuimdiensten het koopkrachtinkomen niet noemenswaardig boven het niveau van 1913. Gunstig zijn de jaren 1920-1924 en 1930-1931. Na 1936 treedt een beduidende verbetering in als gevolg van het wegvallen der verzuimdiensten en de loonsverhoogen van 1 April en 1 October 1937.

De genoemde jaarloonen zijn een gemiddelde voor het geheele district; aangezien de particuliere mijnen in de jaren 1932-1936 gedwongen waren meer verzuimdiensten wegens gebrek aan afzet in te leggen dan de Staatsmijnen, bedroeg gedurende deze periode het jaarloon van hun arbeiders minder dan het districtsgemiddelde en



Figuur 3.

- I. Index voor het gemiddeld jaarloon per ondergrondschen arbeider, inclusief de gezinstoelagen doch zonder de vergoeding voor overwerk (1926 = f 1496 = 100).
- II. Index voor de kosten van levensonderhoud van arbeidersgezinnen te Amsterdam C. B. S. omgerekend op 1926 = 100.
- III. Index voor het koopkrachtinkomen der ondergrondsche arbeiders. (1926 = 100).

wel ongeveer 70% van 1926 met een index voor het koopkrachtinkomen van 88-89.

Overigens is bij een vergelijking te bedenken dat zowel werkgever als werknemer voor de sociale voorzieningen van laatstgenoemden, samengevat in het Algemeen Mijnwerkersfonds, be-

langrijk hogere bijdragen dienen te betalen dan aan de oude vooroorlogse kassen.

Bovenstaande cijfers geven het recht, over de onderzochte periode de conclusie te trekken, dat de resultaten der Nederlandsche Mijnindustrie, ondanks den belangrijken opvoer van de opbrengst per arbeider, min of meer teleurstellen, en dat deze industrie wil zij hare positie handhaven en een bevredigende bestaansmogelijkheid bieden voor het te werk gestelde personeel, ook in de toekomst tot een groote krachtsontwikkeling zal genoopt worden. In de eerste plaats dient bij de productie van steenkolen een dynamisch maximum aan rationaliteit te worden bereikt en het voordeel van de individueele vindingen en de technische verbeteringen geschakeld te worden in het productieproces. Vervolgens dienen de afzetmogelijkheden in alle geledingen op wetenschappelijke wijze onderzocht te worden.

Bij het nastreven van de hier gestelde objectieven zal men uit den aard der zaak gebruik maken van de beginselen en methoden zooals de moderne wetenschap, vooral de technische economie ons ter beschikking stelt.

Wat reeds op dit gebied in de Nederlandsche mijnnijverheid is geschied, welke desiderata nog te vervullen zijn, en in welken vorm een gedeelte dezer wenschen is te verwezenlijken, zal de inhoud vormen van het vervolg van dit werk.

HOOFDSTUK II.

Ontwikkeling van de techniek en het beheer in de Z-Limburgsche mijnindustrie.

Tot een goed begrip van hetgeen nader zal volgen, is het dienstig voor den ter zake niet deskundigen lezer een korte beschrijving te geven van de techniek van het mijnbedrijf, zooals deze in Nederland wordt uitgeoefend.

De kolenlagen, in dikte varierende van enkele centimeters tot 2 en 3 meter, wisselen af met dikke pakketten lei- en zandsteen. Voor ontginning komen in het algemeen slechts in aanmerking de lagen dikker dan 70 cm.

Als gevolg van tectonische bewegingen in het terrein, na de vorming van de lagen, is de oorspronkelijke horizontale ligging gewijzigd en overgegaan in een vrij vlak gegolfde met enkele steilere vleugels.

De hoogste deelen van den golfvorm noemt men zadels, de laagste deelen noemt men kommen; verder is door verschuivingen de samenhang van de lagen dikwijls verbroken. Het niveauverschil tusschen de gedeelten van de laag aan weerszijden van de verschuiving noemt men de spronghoogte, deze kan variëeren van enkele centimeters tot honderden meters.

Het z.g. carboonterrein, in welke geologische formatie de steenkolenlagen voorkomen, komt in het bekken nergens aan de oppervlakte, maar is discordant bedekt door jongere formaties (krijt en tertiair), die een geringe regelmatige helling bezitten in N.W. richting en sterk waterhoudend zijn. De dikte van de deklagen loopt van 40 m. in het Z.O. tot 300 en 400 m. in het N.W.

Om een gedeelte van het mijnveld te ontsluiten, in grootte gegeven door de grenzen van de concessie, zijn verticale verbindingen (schachten) tusschen de oppervlakte (het maaiveld) en het steenkolenterrein noodig.

Gezien het watergehalte en den weinig samenhangenden aard van het dekterrein, is het noodig bij het drijven van deze schachten gebruik te maken van een speciale werkwijze, zooals de bevries- en boormethode volgens Honigmann-de Vooy.

De wandbekleding van deze verticale kokers bestaat uit giet- of smeedijzeren ringen, z.g. tubbings, welke waterdicht zijn te maken en bestand zijn tegen den optredenden druk op groote diepte. De diameter bedraagt voor moderne mijnen 5.50—5.80 m. en meer. In het steenkolenterrein wordt tusschen den tubingwand en het vaste gesteente een waterkeerende afsluiting aangebracht.

Gebruikelijk is om een concessieveld van bepaalde grootte door twee schachten op geringen onderlingen afstand (± 100 m) en gelegen ongeveer in het centrum van het veld, te ontsluiten. Minder gebruikelijk is de wijze van ontsluiting met één schacht in het centrum en enkele andere van secundaire betekenis aan de periferie van het veld.

Indien de schachten voldoende ver in de steenkoolrots zijn doorgedreven, worden van de schacht uitgaande, werken in horizontale richting aangezet, die het begin vormen van een verdieping. Bij aanleg eener mijn worden steeds twee verdiepingen gedreven: de eerste, zoo dicht onder het dekterrein gelegen als veiligheids-overwegingen dit toelaten, dient naderhand voor luchtafvoer en gedeeltelijk voor materiaalvoer (luchtverdieping), de tweede, 80—100 m dieper gelegen (afhankelijk van den kolenrijkdom), dient als transportniveau voor den afvoer der kolen, welke uit de steenkolenlagen tusschen de twee verdiepingen worden gedolven.

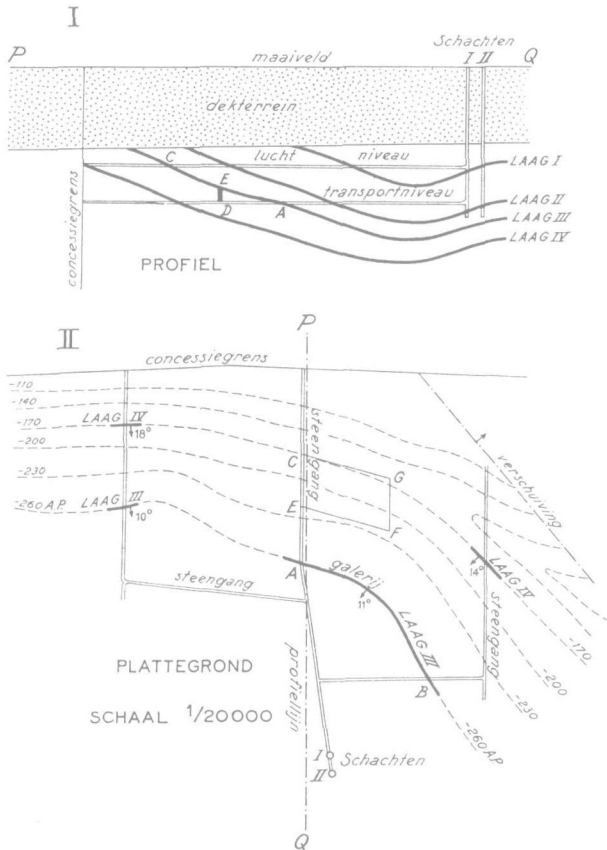
Indien het gedeelte tusschen de twee niveau's is ontgonnen, dient weer een volgende verdieping gereed te staan; deze wordt dan transportniveau en de 2e verdieping dient weer in hoofdzaak voor afvoer van lucht.

Op ieder niveau zijn in de omgeving van de schachten een aantal kostbare werken noodig, o.a. een laadplaats voor de opstelling der kolenwagens, een locomotiefloods, pompenkamer, magazijn en werkplaats. Voor het luchtniveau zijn deze werken uit den aard der zaak eenvoudiger.

Uitgaande van de laadplaatsen op de verdieping wordt een net van nagenoeg horizontale steengangen gedreven, die dienen om op voldoende plaatsen de kolenlagen, hetzij direct, hetzij met behulp van verticale verbindingen (opbraken) of hellende steengangen, te ontsluiten.

Een en ander wordt verduidelijkt door figuur 4, waarvan figuur 4 I een verticaal profiel toont met de schachten, de hoofdsteengangen op beide verdiepingen en een zeer weinig gecompli-

ceerde ligging van vier kolenlagen en figuur 4 II een horizontale projectie van een gedeelte van het mijnveld. Voor laag III zijn de hoogte- of contourlijnen weergegeven. Daar, waar een steengang de



Figuur 4.

Profiel (I) en Plattegrond (II) met enkele hoogtelijnen van een laag. Schaal 1/20 000.

hellende kolenlaag snijdt, is het mogelijk in horizontalen zin een galerij te drijven, die de laag vervolgt en die een onderlinge verbinding tusschen de steengangen kan vormen (gedeelte AB).

De transportverdieping snijdt laag III in punt A, de luchtverdieping in punt C. Gebruikelijk is nu om van A naar C een hellende verbinding in de laag te drijven, die naderhand het uitgangspunt van de ontginning vormt.

De afstand AC is in de teekening 310 m. Indien bij vlakke ligging der lagen deze afstand te groot zou worden, is het mogelijk, om vanuit een punt gelegen in de transportsteengang b.v. halverwege tusschen A en C, bij D een verticale verbinding DE door het gesteente te drijven (opbraak). Het gedeelte AC wordt dan in twee gelijke deelen verdeeld; het punt E is vanuit de hoofddeengang ook te bereiken met een hellende steengang inplaats van met een verticale opbraak.

Op de beschreven wijze kunnen de kolenlagen op meerdere punten ontsloten worden en de ontginning van de aldus toegankelijk gemaakte laagvakken geschiedt, door uitgaande van het ontsluitingspunt de kool weg te nemen, b.v. het blok CEF, waarvan de afmetingen in fig. 4 bedragen: $EF = 240$ m en $EC = 155$ m.

Het ontginnen van de kolen in het ontsloten blok EFC geschiedt als volgt: uitgaande van de verbinding in de laag (doortocht) EC of FC wordt regelmatig een strook kolen ter breedte van 1.50 — 2.00 m weggenomen. Op bepaalde afstanden worden over den doortocht de kolenhouters verdeeld, wier taak het is over een vastgestelde lengte en breedte de kolen los te breken, op het transportmiddel te scheppen en de ontkoolde ruimte te ondersteunen met hout of ijzer. Voor het transport dient een schudgoot, transportband of ander vervoermiddel.

De kolenhouters worden zoodanig verdeeld, dat aan het einde van de ontkolingsdiensten langs den geheelen hellenden doortocht een strook kool van de aangegeven breedte verwijderd is. Op den volgende dienst wordt het transportmiddel gedemonteerd en verplaatst naar de pas ontkoolde strook.

De strook, die den vorigen dag is ontkoold (het oude pand), moet gevuld worden met steenen, waarvan men in de mijn meestal een overcompleet bezit, of men moet het dak laten instorten.

De cyclus van werkzaamheden: ontkolen, omleggen, vullen, herhaalt zich regelmatig, zoodat het werkfront evenwijdig verplaatst wordt tot de ontginningsgrens van het gedeelte EFC bereikt is.

Naarmate het werkfront (met E als punt van uitgang) vordert in de richting EF, is het noodig een galerij volgens de lijn EF te drijven, die dient voor afvoer der kolen. Teneinde voldoende hoogte te verkrijgen (de laag is meestal niet dikker dan 1.50 m),

dient een gedeelte van het dak- of vloergesteente over galerijbreedte te worden weggenomen. In de galerij wordt een transportinrichting aangebracht, die niet meer iederen dag behoeft verplaatst te worden, maar wel regelmatig moet verlengd worden, naarmate de galerij in lengte toeneemt.

Het is begrijpelijk, dat voor materiaalvoer en luchtafvoer een dergelijke galerij moet aangelegd worden over het gedeelte CG.

Indien de ontkoling over een zekeren afstand heeft plaats gevonden, zal het dakgesteente in het ontgonnen gedeelte de neiging vertoonen om te zakken, immers de kunstmatig aangebrachte vulling zal nooit de resistentie kunnen hebben van de oorspronkelijke kolenlaag. Deze zakking van het dakgesteente heeft ook plaats in de galerijen, daarom moet aan deze bij het drijven voldoende hoogte worden gegeven. Zouden wij de hoogte in verband met de te verwachte zakking van het dak te gering nemen, dan zouden later dure reparatiewerken noodig zijn, om ze weer het benodigde profiel te geven.

De kolen van de winningsplaats, die over het gedeelte EF mechanisch getransporteerd worden, hebben bij E de verdieping nog niet bereikt, maar dienen nog over het verticaal gedeelte ED getransporteerd te worden. Dit kan gebeuren door de kolen bij E in wagens te verladen en de opbraak ED voor wagentransport in te richten met op- en neergaande kooien, maar ook, en om verschillende redenen wordt dit gedurende de laatste jaren steeds meer toegepast, door in de opbraak een verticale transportinrichting te monteeren en de kool in een ononderbroken stroom tot de verdieping te brengen, alwaar ze bij D met behulp van een laadbak (kleine bunker) in wagens verladen wordt.

In het eenvoudige voorbeeld van figuur 4 is het mogelijk op de omschreven wijze over het geheele concessieveld de lagen in vakken te verdeelen zooals het gedeelte ECGF.

In werkelijkheid is een veld meestal niet zoo regelmatig en zijn het de kommen, zadels en verschuivingen, die de ontsluiting en ontginning ingewikkelder maken dan in ons voorbeeld is aangegeven; het geschetste principe verandert in wezen echter niet. Zoolang een verschuiving slechts een spronghoogte heeft van enkele meters, is het meestal wel mogelijk de werkplaats regelmatig te laten doorloopen en de verschuiving iederen dag in de winningsplaats door te werken. Wordt de spronghoogte echter belangrijker, dan

is dit niet meer mogelijk en moet het werkfront onderverdeeld worden, zoodat een nieuwe ontsluiting vereischt wordt, afwijkend van het schema; zadels en kommen (vooral met watertoevloed) kunnen ook een verandering van de plannen noodzakelijk maken.

De op de verdieping geconcentreerde kool wordt in wagentjes van 700—1000 kg inhoud verladen en in treinen met behulp van perslucht-, trolley-, accumulator-, benzine- of diesellocomotieven naar de schacht vervoerd.

De groote laadplaatsen aan de schachten vervullen in het vervoer de functie van centraal station en zijn tevens de opstelplaatsen van de volle en leege wagens.

In de schachten geschiedt het vervoer met liftkooien, ingericht voor het vervoer van meerdere wagens (tot 8 stuks), die meestal door elektrische ophaalmachines, naast of boven op de schacht opgesteld, worden aangedreven.

Aansluitend aan de schachten bevindt zich bovengronds een losvloer, waarover de volle en leege wagens circuleeren. De beladen wagens worden automatisch (met verval en kettingbanen) gedirigeerd naar een tuimelaar, de leege wagens gaan weer terug naar de schacht.

De schachtkool, d.i. de kool zooals deze de mijn verlaat, bevat een zeker percentage steen en moet nog gezuiverd worden. Daartoe wordt de grove kool afgezeefd als stukool, die verder door sorteering met de hand van steen gescheiden wordt. Het fijnere product gaat naar de wasscherij, waar het mechanisch wordt gescheiden in een kool met weinig asch en een steen met weinig kooldeeltjes. De gezuiverde en naar afmetingen gesorteerde kool wordt na eventueele opslag in bunkers in spoorwagens verladen.

Naast de genoemde bedrijven, die dienen voor de eigenlijke kolenwinning, treffen wij op een mijnzetel meestal aan een briket-fabriek, een reparatiewerkplaats, een ketelhuis, een elektrische centrale en een compressorenafdeeling voor de energievoorziening der ondergrondse machines, die nog overwegend met samengeperste lucht worden aangedreven; op de vetkolenmijnen bovendien een cokesfabriek en fabrieken voor andere nevenproducten.

De belangrijke resultaten in machinefabrieken en andere bedrijven, bereikt met het wetenschappelijk bedrijfsbeheer, konden de verantwoordelijke leiders van de mijnindustrie in de verschillende landen niet onverschillig laten, temeer daar, afgezien van enkele korte oplevingen, deze industrie gedurende de laatste twee decennien feitelijk in een chronische impasse verkeerde.

Met welke middelen het wetenschappelijk bedrijfsbeheer het gestelde doel: t.w. een zoo hoog mogelijk resultaat van den arbeid met een minimumverbruik aan offers, tracht te bereiken, mag als voldoende bekend verondersteld worden. Het lijkt dan ook overbodig hier ad infinitum deze principes en werkwijzen te gaan opsommen.

De in het eerste deel van dit hoofdstuk uiteengezette techniek van het mijnbedrijf toont reeds duidelijk, dat het ondergrondse werk, meer dan in eenig ander bedrijf, afhankelijk is van door de natuur gestelde en van plaats tot plaats wisselende verhoudingen, die het normaliseeren van werkmethoden, taak en materiaal ernstig bemoeilijken.

Dat de menschelijke geest hierin zou berusten en deze bezwaren als een onoverkomenlijke barrière zou beschouwen, was moeilijk in te denken; gestadig is er gezocht naar middelen en wegen om een compromis te sluiten tusschen de twee schijnbaar onoverbrugbare tegenstellingen: normalisatie en wisselende geologische verhoudingen.

Op welke wijze dit geschiedde, hoe de evolutie zich geleidelijk voltrok en hoe ook uiteindelijk het besef doordrong, dat voor den onregelmatigen ondergrondschen arbeid veel nut te trekken is uit de toepassing van het wetenschappelijk bedrijfsbeheer, blijkt uit het historisch overzicht van de deze materie behandelende, en aan het einde van dit werk aangehaalde literatuur.

Het was te verwachten, dat een zoo vooruitstrevende en goed geleide groep van ondernemingen zooals de Nederlandsche mijnen, evenmin zou nalaten gebruik te maken van de beginselen van het intensieve bedrijfsbeheer. De benarde positie gedurende de jaren van de economische inzinking konden het omvormingsproces, hetwelk voorheen reeds was ingezet, nog slechts belangrijk bespoedigen, zoodat de Hoofdingenieur der mijnen in zijn jaarverslag over 1935 opmerkt, dat „men de grens van het bereikbare zeer dicht begint te naderen en hier en daar zelfs heeft bereikt.”

De huidige stand in de ontwikkeling der ondergrondsche bedrijven van de Nederlandsche mijnen is te beschouwen als het resultaat van drie tendenzen, duidelijk in aard en wezen te onderscheiden, maar met parallel of verwant verloop, in dien zin, dat ze min of meer aan elkaar gekoppeld zijn of uit elkaar voortvloeien.

Deze tendenzen zijn: 1°. de concentratie; 2°. de mechanisatie en 3°. de rationalisatie in engeren zin zooals bedoeld met wetenschappelijk bedrijfsbeheer.

De *concentratie-tendenz* is het streven de ontginning der kolenlagen te doen geschieden over een groot werkfront met gezamenlijke groepen van over de 100 arbeiders en een productie tot 1000 wagens of 800 ton en meer per dag, dit in tegenstelling met de methoden van \pm 15 jaar geleden, toen de ontginning sterk versplinterd geschiedde. Tevens gaat het streven daarheen meerdere werkfronten voor zoover mogelijk en toelaatbaar op korten onderlingen afstand aan te leggen, zoodat het openstaande net van ontsluitingswerken tot een minimum beperkt wordt.

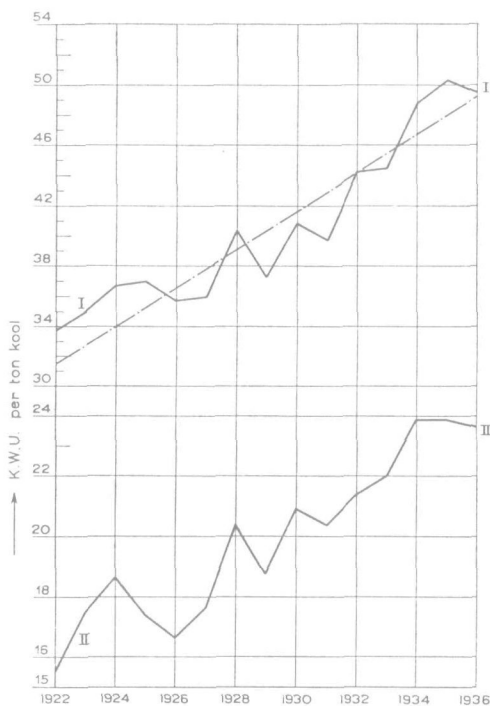
Deze concentratie-tendenz is wel de eerste stap tot verbetering geweest en de voorlooper van een meer wetenschappelijk beheer. Reeds in 1917 werden de eerste groote werkfronten op de Staatsmijnen ingevoerd. Het heeft echter nog jaren geduurd voordat deze ontginningsmethode algemeen werd toegepast, eenerzijds omdat de ontsluitingswerken van de oudere mijnen niet geschikt waren voor de moderne geconcentreerde werkwijze, anderzijds omdat een zekere aanpassingsperiode moest doorgemaakt worden, die met groote moeilijkheden gepaard ging, vooral wat betreft de wijze van vervoer van de belangrijke hoeveelheden kool op de lange werkfronten geproduceerd.

Eerst nadat de geconcentreerde werkmethode min of meer volledig werd toegepast, kon de drang naar arbeidsbesparende werkwijzen in den vorm van mechanisatie en rationalisatie tot haar recht komen.

De *mechanisatie* immers kan alleen voordeel afwerpen, indien de machines redelijk belast worden, een eisch, die alleen kan vervuld worden bij een geconcentreerde wijze van ontginning.

Aangezien voor de Limburgsche mijnindustrie geen cijfers gepubliceerd worden betreffende het aantal en den aard der ondergronds opgestelde machines, dienen wij bij de beoordeeling van de mechanisatie gebruik te maken van een indirecten waarde-

meter, zooals deze gegeven is door het energieverbruik per ton gedolven kool. Deze cijfers worden gepubliceerd in de jaarverslagen van den Hoofdingenieur der mijnen en zijn voorgesteld voor de jaren 1922 tot en met 1936 in bijgaande *figuur 5*. Lijn I



Figuur 5.

lijn I geeft aan het kWh-verbruik per ton gedolven kool.

vergelijking van de lijn voor het verloop op langen termijn $Y = 31.83 + 1.181 X$

lijn II geeft aan het energieverbruik in kWh voor opwekking samengeperste lucht voor ondergronds bedrijf.

geeft aan het totaalverbruik per ton geproduceerde kool in kWh, echter met uitsluiting van het stikstofbindingsbedrijf der Staatsmijnen. Het verbruik stijgt van 33.8 kWh in 1922 tot 50.5 kWh in 1935 en 49.8 kWh in 1936, dus met $\pm 50\%$.

Lijn II geeft aan het verbruik van energie voor stoom-, gas-

en elektrische compressoren. De in de jaarverslagen onder dit hoofd gegeven cijfers zijn verminderd met 6 %, het geschatte energieverbruik voor hoagedrukcompressoren (persluchtlocomotieven) en bovengronds verbruik van samengeperste lucht. De resulterende cijfers van lijn II geven dus aan het energieverbruik voor de aandrijving der ondergrondse met samengeperste lucht gedreven machines met inbegrip van de luchtverliezen, die bij de distributie door de leidingen optreden. We constateeren hier een stijging van 15.5 kWh in 1922 tot 23.9 kWh in 1935 en 23.5 kWh in 1936, iets meer dan 50 %. (Het iets lagere specifieke verbruik in 1936 t.o.v. 1935 is vermoedelijk toe te schrijven aan de betere belasting der machines als gevolg van het verminderen der verzuimdiensten in 1936).

De stijging van het energieverbruik per eenheid van product is belangrijker dan in de andere gezamenlijke Nederlandsche industrieën, terwijl het luchtverbruik per ton kolen beduidend hooger is dan in de vergelijkbare Westfaalsche mijnindustrie.

In welken vorm uit zich nu deze mechanisatie? Voor den voornaamsten arbeid ondergronds, nl. de winning, worden, — afgezien van den luchthamer, — zoo goed als geen machines gebruikt. Ondersnijdmachines tot loswerken der kolen zijn herhaaldelijk beproefd en ook tijdelijk in bedrijf geweest, ze hebben echter geen algemeene toepassing gevonden. Aangezien de meestal zachte kolenlagen economischer met den luchthamer te winnen zijn, is het ook voor de toekomst onwaarschijnlijk te achten, dat de winningsarbeid volkomen mechanisch zou geschieden.

Ook het schepwerk van de gewonnen kool is vrijwel uitsluitend handwerk. Laadmachines, in Amerika zoo veelvuldig in gebruik, komen slechts zeer zelden voor en zullen vermoedelijk ook wel geen belangrijke uitbreiding ondergaan, tenzij misschien bij het steenwerk.

De voornaamste oorzaak voor de stijging van het ondergrondse energieverbruik is dan ook te zoeken in de ver doorgevoerde mechanisatie van het transport.

Waar vroeger de mijnwagen kwam tot bij de winningsplaats en aldaar beladen werd, is het wagentransport thans vrijwel overal teruggedrongen tot de hoofdtransportverdieping.

Het is geen zeldzaamheid wanneer de kool 3 of 4 verschillende transport-eenheden doorloopt en een weg van 1000 m aflegt van

de winningsplaats tot de plaats, waar ze in de wagens verladen wordt.

Ook de pneumatische opvulmethode die de stroomingsnelheid van perslucht in een open buisleiding benut om het korrelige vulmateriaal te transporteren, verbruikt een belangrijke hoeveelheid energie.

Wat betreft de toepassing van *arbeidsbesparende werkmetho-*den ook op dit gebied, is in de Limburgsche mijnen belangrijk werk verricht. Reeds in 1921 werden werkplannen¹⁾ opgesteld, te onderscheiden in lang-periodische plannen, die dienen ter bepaling van de ontsluitingswerken, die in de betreffende periode moeten gemaakt worden, en kort-periodische, die meestal voor den termijn van één jaar vastleggen de benodigde werken voor de verlangde kolenproductie. Voor beide worden gegevens gebruikt van systematisch verzamelde bedrijfsresultaten.

Met recht mogen wij als den promotor van de tijdstudie van belang voor de detailkennis van arbeidsverrichtingen in de mijnbedrijven Prof. v. NES beschouwen, die de eerste tijdstudies op de Staatsmijn Emma liet verrichten en in zijn inaugureele rede blijk gaf van een blijvende belangstelling in deze materie²⁾.

Andere mijnen bleven op den duur niet achter, zoodat gedurende de latere jaren op vrijwel alle mijnen tijdgegevens verzameld zijn. De methode van onderzoek en de wijze van toepassing der tijdstudie vertoont weliswaar van mijn tot mijn geringe verschillen, maar het nut van de gegevens wordt toch in alle bedrijven ten volle gewaardeerd, wat blijkt uit het veelvuldig gebruik ervan bij het vaststellen van de dagtaken, de verdeling van den arbeid en de bepaling van het benodigde personeel.

Loonstelsels tot prikkeling van de individueele prestatie zijn op enkele mijnen gebruikelijk, hetzij in den vorm van individueel loon, waarbij aan den arbeider een vastgesteld bedrag per ontkoolde m³ wordt betaald, hetzij in den vorm van groeps-overeenkomsten met individueelen toeslag voor het bereiken van de gestelde taak.

Aangezien de mijnarbeid zich bezwaarlijk leent tot een ver

¹⁾ C. L. van Nes en CH. Th. Groothoff: Over de invoering van gedetailleerde bedrijfsplannen op de Staatsmijnen. Verhandelingen van het Geologisch Mijnbouwkundig genootschap voor Nederland en Koloniën. Mijnb. serie 1921, blz. 319.

²⁾ Nes, Prof. C. L. van: De wenschelijkheid van tijdstudies bij den ondergrondischen arbeid. Inaugurale rede Delft.

doorgevoerde onderverdeling, is de specialiseeringsgedachte slechts in grove trekken verwerkelykt. Zoo werd reeds sedert lang onderscheid gemaakt in:

gesteentehouwers (drijven van steengangen, opbraken en het maken van betonconstructies);

koolhouwers (uitsluitend op de kolenposten);

stutters (uitsluitend reparatiewerk) en verder sleepers, treinmachinisten, seingever, spoorwerkers, bankwerkers.

Door de geconcentreerde werkwijze is het echter mogelijk geworden voor de groote winningsplaatsen den arbeid nog verder te verdeelen en wel in:

- a) de winning van de kolen, het opscheppen der kolen en het betimmeren van de ontkoolde ruimte;
- b) het vullen van de ontkoolde ruimte;
- c) het verplaatsen van de transportmiddelen.

Op meerdere mijnen is men er verder toe overgegaan reeds te werk gestelde arbeiders een practische en theoretische cursus te laten doorloopen alvorens zij het praedicaat: volwaardig houwer ontvangen, en den jongen arbeiders bovengronds een opleiding te geven, die hen doet kennismaken met den aard van het ondergrondsche werk, den samenhang en het gevaar eraan verbonden. De opleiding, zooals de Staatsmijnen deze aan hun jongere krachten geven, mag zeer zeker met eere genoemd worden.

De mogelijkheden tot verdere rationalisatie van het productieproces in de Nederlandsche steenkolenindustrie zijn gegeven door bovengeschetste ontwikkeling.

De intensieve wijze, waarop het transport van de winningsplaatsen tot de verdieping is gemechaniseerd, stelt enkele nieuwe problemen aan de orde, inzake kosten, in verband met graad van belasting en het verlies van productie door stilstand van deze transportmiddelen veroorzaakt.

De concentratie der productie op winningsplaatsen van de genoemde capaciteit, wettigt een algemeen onderzoek naar de afmetingen aan werkplaatsen en andere werkeenheden te geven en na te gaan den invloed van de factoren, die deze afmetingen beheerschen.

Naarmate de bedrijven meer gemechaniseerd worden, verliest

de gebruikelijke waardemeter voor de economie van het bedrijf, t.w. de opbrengst per arbeider, steeds meer aan betekenis en wordt een kostenvergelijking belangrijker.

In de navolgende hoofdstukken zal dan ook achtereenvolgens behandeld worden:

- 1) Het vaststellen van werkwijzen aan de hand van kosten.
- 2) Het bepalen van afmetingen te geven aan werkeenheden.
- 3) De aard en invloed van bedrijfsstoringen.

HOOFDSTUK III.

Het beoordeelen van werkwijzen met behulp van kosten.

Bij het streven naar het organiseeren van een mijnbedrijf op de meest economische basis, bij het bepalen van een werkmethode, die een minimumverbruik aan arbeid, materiaal, kracht en andere onkosten inhoudt, dient de kennis van alle kostenelementen, zooals deze door een gedifferentieerde kostprijsberekening verschaft wordt, als een waardevol, ja onontbeerlijk hulpmiddel beschouwd te worden.

Onder differentiatie verstaan wij een verdeling der kosten naar afdelingen, die zóódanig dient te zijn, dat de economie van de afzonderlijke werkwijzen in voldoende mate kan beoordeeld worden. Een verdeling van het ondergrondse bedrijf naar groepen van gelijksoortige werkverrichtingen, zooals ontsluiting, voorbereiding, winning, vervoer, algemeen onderhoud, wateropvoer, ventilatie, of naar delfafdelingen is niet voldoende. Op deze manier wordt niet duidelijk vastgelegd het verschil in kosten, dat bestaan kan tusschen werkwijzen, die in aard en wezen verschillen. Indien twee ondergrondse werkplaatsen met verschillende vulmethoden onderling te vergelijken zijn, is het cijfer, dat de totale kosten voor iedere werkplaats aangeeft, daartoe niet voldoende, aangezien het naast de kosten voor vulling, de kosten voor de eigenlijke winning, het vervoer en het onderhoud omvat. Voor de vergelijking van de vervoerkosten in galerijen is de kostenkennis van alle vervoermiddelen noodig, terwijl bovendien deze kosten in belangrijke mate beïnvloed worden door den graad van belasting.

Indien, onder inachtneming van deze gezichtspunten, de zelfkosten van winningsplaatsen, gescheiden naar werkverrichtingen, bepaald worden, door alle kosten van een bepaalde bedrijfsperiode, ten laste van de in aanmerking komende hoofden te brengen, zou dit een omvangrijk werk eischen, waarvan aan de resultaten weinig waarde is te hechten, aangezien ze betrekking hebben op gemiddelde waarden, waarin opgenomen zijn alle mogelijke oorzaken

van variaties, zooals o.a. een verschillende graad van belasting, en verschillende geologische omstandigheden.

Deze bezwaren hebben ertoe geleid, dat voor ondergrondse bedrijven, dikwijls gebruik gemaakt wordt van een extra-comptabele benaderende kostenberekening. Zoo beveelt FRITZSCHE ¹⁾ aan, dat de boekhoudkundige kostprijsberekening zich zal beperken tot de hoofdverdeling: Voorbereiding, winningsplaatsen, vervoer, wateropvoer, veiligheid en toezicht. Voor het bedrijf wordt dan een verder gedifferentieerde kostenopstelling gegeven. De verschillende afdelingen worden belast met:

- a. loonen.
- b. materiaal voor ondersteuning.
 1. hout
 2. ijzer en ander materiaal.
- c. springstoffen.
- d. materiaal wat tusschen de afdelingen circuleert.
- e. machinekosten.

Van een dergelijke kostenberekening mag worden aangenomen dat, gezien het extra-comptabele karakter, *geen* waarborg gegeven is, dat alle verbruik van kosten is opgenomen. Bovendien blijft het reeds genoemde bezwaar van kracht, dat slechts gemiddelde waarden worden genoteerd, waarin alle afwijkingen zijn begrepen. Deze variaties in kosten zijn echter geen karakteristiek verschijnsel, dat alleen geldt voor mijnbedrijven. Al moge ook hier de *oorzaak*, die tot de variaties aanleiding geeft, van anderen aard zijn (meestal geologische omstandigheden), ook bij machinefabrieken en andere bedrijven, komen deze variaties in kosten tusschen de verschillende bedrijfsperioden voor, zij het, dat zij daar meestal veroorzaakt worden door een wisselende bedrijfsdrukte.

De laatstgenoemde bedrijven echter, gedwongen zijnde tot een scherpe concurrentie, zagen al spoedig de noodzakelijkheid in, bij hunne voorcalculaties en offerten rekening te houden met de variaties in kosten.

Dit is mogelijk geworden, doordat de moderne bedrijfsadministratie gebaseerd is op normaalkosten en de afwijkingen van deze

¹⁾ FRITZSCHE; Dr. C. H. Die Betriebsvorgänge als Gliederung in der Betriebskostenrechnung und der Betriebsstatistik Glück Auf 1929 No. 1, blz. 1.

FRITZSCHE; Dr. C. H. Die Gliederung der Betriebsvorgänge in Steinkohlengruben Glück Auf 1928 No. 50, blz. 1669.

normaalkosten worden waargenomen naar tijd, plaats en kostensoort, tijdelijk of blijvend gedifferentieerd, al naar gelang deze differentiatie voor de bedrijfsleiding van belang wordt geacht.

Algemeen en voor alle afdelingen geldend, zijn deze afwijkingen toe te schrijven aan de volgende oorzaken:

1. belasting van de afdeling, afwijkend van de normale capaciteit.
2. irrationeel beheer.
3. veranderingen in loon,
4. " in den verbruikten tijd.
5. " in den prijs van de materialen.
6. " in de hoeveelheid van de verbruikte materialen.
7. " in den eenheidsprijs van indirecte kosten zooals de energiekosten.
8. " in verbruik van deze eenheden.
9. " in het aantal personen voor algemeen beheer en van hunne salarissen of loonen.
10. eventueele incidenteele afwijkingen.

Al deze afwijkingen van de normaalkosten worden nu niet meer ten laste gebracht van de productenrekening, maar overgebracht naar de verlies- en winstrekening, die in een gedifferentieerden vorm voor alle afdelingen aangeeft de grootte en oorzaak van de variaties.

Hoewel het geacht moet worden, buiten het kader van dit werk te vallen, om na te gaan in hoeverre een normaalkostenrekening ook voor een mijnbedrijf toepasselijk is, zijn onderstaand toch de voordeelen en enkele moeilijkheden afgewogen.

Als belangrijke voordeelen mogen gelden: het inter-comptabele karakter, en de mogelijkheid de afwijkingen in kosten, tengevolge van een onvoldoenden graad van belasting, door bedrijfsstoringen en door geologische factoren, in richting en grootte vast te kunnen leggen.

Wat de moeilijkheden betreft, voor het bovengrondsche gedeelte van een mijnbedrijf, is geen enkele reden om aan te nemen, dat deze grooter zouden zijn dan in eenige andere onderneming. Voor ondergronds zou als eerste bezwaar kunnen gelden, dat de geologische omstandigheden, variaties in kosten kunnen teweegbrengen

van dien aard, dat een begrooting en normalisatie van kosten niet mogelijk zou zijn. Hierop valt te riposteeran, dat het dan voor ondergrondschen arbeid evenmin mogelijk zou zijn taken vast te stellen, waarop een stukloon gebaseerd is, hetgeen toch regelmatig geschiedt. Indien echter de benooidigde arbeidstijd voor een werkverrichting van te voren kan vastgelegd worden, kan het geen onoverkomenlijke moeilijkheden meer bieden om ook de directe materiaalkosten te bepalen, benevens de indirecte kosten, die op de betreffende werkverrichting zullen drukken. Een voorbeeld moge deze stelling nader illustreeren. Indien een steengang aangelegd moet worden in slecht terrein, zullen de loonkosten hooger zijn dan normaal. bovendien wordt een extra ondersteuning vereischt. De normaalkosten, geldende voor een meter steengang, komen in het onderhavige geval niet voor een begrooting in aanmerking, en de raming zal moeten geschieden aan de hand van de te verwachten prestatie per mandienst, die bekend dient te zijn om een accoord te kunnen stellen, en van de voorgeschreven extra ondersteuning, waarvan de kosten nauwkeurig te bepalen zijn. De overige kosten, die den meterprijs van deze steengang beïnvloeden, zullen niet of nauwelijks veranderen.

Een tweede bezwaar, dat zou kunnen gelden is, dat in de ondergrondsche werken een groot aantal ongelijksoortige eenheden voorkomen. Zoo zullen de kosten van ontsluitings- en voorbereidingswerken per eenheid van lengte belangrijk uiteenloopen, afhankelijk van de afmetingen en de soort van gesteente. Ook de gebruikelijke eenheid voor de berekening van de kosten der transportmiddelen, de tonkilometer (tkm) heeft niet onder alle omstandigheden een aequivalente beteekenis. Stellen wij als twee uitersten tegenover elkaar: in het eene geval een locomotief, die rijdt over een kort traject met een geringe hoeveelheid kolen of steen; met het gevolg dat het aantal per tijdseenheid gepresterde tkm. gering zal zijn door de verliestijden voor rangeeren. In het tweede geval worden de kolen met volle treinen over een lang traject vervoerd, zoodat de prestatie in tkm. groot zal zijn. De kosten per locomotief per tijdseenheid varieren niet belangrijk (tenzij voor energie-verbruik), zoodat in het eerste geval de tkm. prijs het drie- of viervoud kan bedragen van het tweede geval. Een gemiddelde tkm. prijs voor het geheele ondergrondsche locomotiefvervoer heeft dus geen waarde voor een begrooting.

Ook deze moeilijkheid moet niet overdreven worden. Normalisatie van kosten, vooronderstelt normalisatie van werkverrichtingen of eenheden, waarop deze kosten betrekking hebben. Voor het vervoer in de verschillende vormen is dit al zeer eenvoudig te bereiken, door de kosten te berekenen per locomotief per dag, voor transportbanden, schudgoten e.d. vervoermiddelen per aandrijfeenheid en per meter installatie per dag of per maand.

Voor ontsluitings- en voorbereidingswerken kunnen de kosten in analytisch verband gebracht worden met de afmetingen volgens een vorm $K = A + k B$, waarin:

K = meterkosten van een steengang met willekeurig oppervlak.
 A = kosten van het kleinste type steengang (6 m^2).

B = toename der kosten indien het oppervlak der steengang 1 m^2 groter wordt.

k = aantal m^2 dat de bepaalde steengang meer omvat dan den grondvorm A .

A en B zijn in dezen vorm van constante waarde, zoodat de invloed van de afmetingen op de kosten van een steengang is uitgeschakeld en men nog slechts een onderscheiding behoeft te maken naar het gesteente.

Een gelijke overweging geldt voor de kosten van galerijen, zoodat het aantal ongelijksoortige eenheden, waarop de kostprijsberekening betrekking heeft, belangrijk beperkt wordt.

De hier geschetste kostenadministratie stelt voorop een nauwe samenwerking tusschen de technische en de comptabele afdeeling. De taak van de eerste zal zijn, de gegevens te verschaffen, die noodig zijn voor de vaststelling der normale kosten, waaronder verstaan worden: de taken voor de verschillende afdeelingen, het materiaalverbruik, het normale verbruik van indirecte kosten voor de verschillende afdeelingen, het krachtverbruik, (door bepaling van het aantal verbruikte energie-eenheden van de afzonderlijke machines, inclusief de leidingsverliezen) het ondergronds materiaaltransport, het algemeen onderhoud van de mijnwerken, de onderhoudsdiensten van bankwerkers en electriciens, en de diensten voor het plaatsen en verwijderen van materialen.

* * *

Een kostprijsberekening in bovenomschreven zin opent de mogelijkheid de resultaten van het loopende bedrijf na te gaan,

waarnemingen te doen betreffende nieuwe werkwijzen en mechanische hulpmiddelen, en de plannen te ontwerpen voor die wijze van ontsluiting, voorbereiding, winning, vulling, transport en onderhoud, die ook in hare compositie een minimumverbruik aant diensten en goederen waarborgt. Het is voor de mijnindustrie juist zoo karakteristiek, dat door het regelmatig verplaatsen van de ontginning, dit vraagstuk zoo veelvuldig voorkomt en telkens in andere vormen, zoodat het wenschelijk lijkt, hieronder eenige toepassingen te overwegen.

Een eenvoudig voorbeeld is de vergelijking van de kosten van twee gelijkwaardige winningsplaatsen, waarvan de eene met hout betimmerd wordt en de andere van verplaatsbare ijzeren ondersteuning is voorzien.

De karakteristieke verschillen in kosten zijn hieronder aangegeven:

	1 houtbetimmering.	2 ijzeren ondersteuning.
1. salarissen met toeslagen voor sociale kosten.	gelijk.	gelijk.
2. loonen met toeslagen voor sociale kosten.	lager.	hooger, door het verwijderen van de ondersteuning en de controle op het verbruik.
3. magazijnsmateriaal	veel hooger.	de ijzeren ondersteuning komen op afschrijvingen.
4. aandeel bovengrondsche werkplaatsen.	geen.	hooger, door de reparatie der ijzeren ondersteuning.
5. afschrijvingen.	geen.	hooger door afschrijvingen op ondersteuning.
6. rente.	geen.	hooger door rente op aanschaffingskosten.
7. energieverbruik.	gelijk.	gelijk.
8. aandeel voor ondergrondsche materiaaltransport.	veel hooger, door het dagelijksche houttransport.	laag.

9. aandeel voor ondergrondsche geleiding v. energie.	gelijk.	gelijk.
10. aandeel in onderhoud door bankwerkers en electriciens.	gelijk.	gelijk.

Een ander, in de ondergrondsche werken veelvuldig voorkomend vraagstuk, is het bepalen van de volgorde, waarin het drijven der galerijen en de ontginning zullen geschieden. Indien een veld kool door steenwerk ontsloten is, bestaat de mogelijkheid de afvoergalerijen eerst door te drijven tot de geprojecteerde grens van ontginning en dan de winning terugschrijdend te doen geschieden, ofwel men kan de winning direct bij het punt van ontsluiting aanvangen en naarmate de ontginning voortschrijdt de galerijen mee het veld innemen. In het eerste geval dienen naast de aanlegkosten berekend te worden de kosten voor het vervoermiddel, dat gedurende de periode van aanleg der galerijen den losgewerkten steen en kool transporteert. In het laatste geval dienen de galerijen met grooter profiel aangelegd te worden.

Voor kosten der galerij geldt:

	Geval I.	Geval II.
	<i>voordrijven der galerij. drijven der galerij met de winning.</i>	
1. Salarissen en toeslag.	iets hooger door extra toezicht.	lager, het toezicht geschiedt met de winningsplaats.
2. loonen en toeslag.	lager, doordat profiel van de galerij geringer is en betimmering eenvoudig.	hooger door grooter profiel.
3. magazijnsmateriaal.	lager, eenvoudige betimmering.	hooger, speciale betimmering.
4. aandeel bovengrondsche werkplaatsen.	gelijk.	gelijk.

5. Afschrijvingen.	hooger, omdat diverse werktuigen en machines gedurende een langere periode in gebruik zijn.	gering.
6. Rente.	hooger om dezelfde reden als 5.	gering
7. energie.	iets hooger door verbruik van ventilatoren en eventueele lieren voor materiaal transport.	nihil.
8. aandeel ondergrondsche materiaal transport.	belangrijk hooger door transport van materiaal tijdens aanleg.	gering.
9. aandeel ondergrondsche geleiding van energie.	van geen belang.	van geen belang.
10. aandeel bankwerkers en electriciens.	iets hooger.	gering.

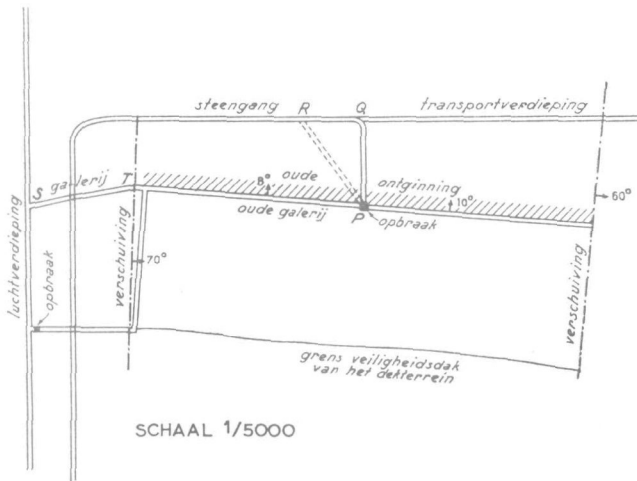
Naast deze kosten staan de onderhoudskosten: te bepalen in loon en materiaalverbruik, mede afhankelijk van de met het werkfront voortschrijdende drukconcentratie, en de vervoerkosten, die in geval I belangrijk zijn, aangezien gedurende de geheele aanlegperiode een of meerdere vervoermiddelen in bedrijf zijn, terwijl in geval II het vervoer geschiedt met de transportmiddelen, die voor de werkplaats dienst doen.

Als resultaat van een dergelijke vergelijking zal men ervaren, dat bij niet al te dikke lagen de methode van geval II meestal meer voordeel biedt.

Een iets meer gecompliceerd voorbeeld van een combinatie van ontsluiting en transport wordt nog onderstaand behandeld:

Voor een gedeelte eener laag ter grootte van 65.000 ton kolen dient een nieuwe afvoerweg aangelegd te worden. De strook kool is 300 meter lang en 90 meter breed. In de lengterichting wordt

eenerzijds de begrenzing gevormd door een oude ontginning en wel in den vorm eener galerij, die nog als afvoergalerij te benutten is. De andere begrenzing wordt gevormd door de ontginningsgrens tegen het veiligheidsdak onder het dekkerrein. De ontsluiting, dienstig voor den luchtafvoer en materiaalaanvoer, is reeds aanwezig. Als oplossing voor de ontsluitingswerken voor het kolenvervoer zijn drie mogelijkheden te overwegen: (figuur 6).



Figuur 6.

1. Het drijven van een opbraak bij *P* vanuit de hoofdtransportverdieping, die de oude afvoergalerij moet bereiken en 78 meter hoog zal worden. Deze opbraak kan echter niet gedreven worden uitgaande van een bestaande steengang, aangezien de oude galerij hier niet verticaal boven ligt. Een steengang van 60 meter lengte (*PQ*), is noodig om het uitgangspunt van de opbraak te kunnen bereiken. Bij de geprojecteerde ontsluiting kan het vervoer der kolen geschieden als volgt:

- a. met een transportband in de galerij, lengte wisselend van 0 tot 150 m.;
- b. een verticale transportinstallatie in de opbraak, lengte 71 m.;
- c. op de hoofdverdieping van de opbraak tot de schacht met diesel-locomotieven.

2. Het drijven van een steenhelling (*RP*) onder 40° uitgaande

van de bestaande hoofdtransportverdieping naar de oude galerij, lengte 110 meter. Transport in deze steenhelling met behulp van een kettingtransporteur, helling 40° , lengte 107 meter. In de galerij ligt weer een bandinstallatie van 0 tot 150 meter lengte en op de hoofdverdieping is hetzelfde locomotiefvervoer als onder I.

3. Vanuit een hogere verdieping is door middel van een galerij van 70 meter lengte de oude galerij op het niveau te bereiken. Het terrein is over dit gedeelte echter uitermate slecht, zoodat de aanleg- en onderhoudskosten der 70 meter galerij hoog zijn. Het vervoer geschiedt met een transportband in de oude galerij, (lengte van 0 tot 300 meter) waarna de kolen door middel van een schudgoot van 70 meter lengte verladen worden in wagens en getransporteerd over de hooger gelegen verdieping, alwaar de steengangen en het spoor in minder gunstigen toestand verkeeren, zoodat een locomotief minder kan presteeren.

Uit de kostenberekeningen is bekend dat:

de aanleg van 1 meter dubbelsporige steengang kost $f A$.

„ „ „ 1 „ dubbele opbraak „ $f B$.

„ „ „ 1 „ steenhelling onder 40° „ $f C$.

de kosten voor het bandtransport bedragen per aandrijfeenheid $f D1$ per maand, per meter lengte $f D2$ per maand.

De kosten voor de transport inrichting in de opbraak bedragen:

per aandrijfeenheid $f E1$ per maand

per m installatie $f E2$ „ „

de kosten voor kettingtransporteur bedragen:

per aandrijfeenheid $f F1$ per maand

per m installatie $f F2$ „ „

Voor het vervoer op de hoofdverdieping is benooidigd 1 locomotief per dag, kosten per locomotief $f G$ per dag.

Op de hooger gelegen verdieping door den slechten staat van de steengangen 2 stuks van kleiner model, kosten per locomotief per dag $f H$ ($2 H > G$).

De aanlegkosten van de galerij op het hooger niveau bedragen $f I$ per meter en de onderhoudskosten $f K$ per meter per maand.

De kosten voor vervoer met schudgoten bedragen:

per aandrijfeenheid $f M1$ per maand

„ meter $f M2$ „ „

Stel de dagproductie op 371 ton dan duurt de ontginning 175 dagen of 7 maanden.

Voor geval 1.

De steengang kost aan aanleg $f\ 60 A$
 de opbraak „ „ „ $f\ 78 B$

totaal $f\ (60 A + 78 B)$.

het bandtransport kost $f\ (7 D_1 + \frac{0 + 150}{2} \times 7 D_2)$.

het verticaal transport in de opbraak kost $f\ (7 E_1 + 71 \times 7 E_2)$.

het locomotiefvervoer kost $f\ 175 G$.

(Voor D , E , F en M is te bedenken, dat de kosten moeten gelden voor een bedrijfstijd van 7 uur per etmaal).

De totale kosten aan ontsluiting en vervoer zullen bedragen:

$f\ (60 A + 78 B + 7 D_1 + 525 D_2 + 7 E_1 + 497 E_2 + 175 G)$.

Geval 2.

De aanlegkosten van de steenhelling bedragen $f\ 110 C$
 de vervoerkosten met transportband bedragen

$f\ (7 D_1 + 525 D_2)$.

„ „ „ kettingtransporteur bedragen

$f\ (7 F_1 + 7 \times 107 F_2)$.

„ „ „ locomotieven bedragen

$f\ 175 G$.

De totaalkosten zullen bedragen:

$f\ (110 C + 7 D_1 + 525 D_2 + 7 F_1 + 749 F_2 + 175 G)$.

Geval 3.

De galerij kost aan aanleg $f\ 70 I$.

„ „ „ „ onderhoud $f\ 7 K$.

De vervoerkosten met transportband bedragen

$f\ (7 D_1 + \frac{0 + 300}{2} \times 7 D_2)$

„ „ „ schudgoten bedragen

$f\ (7 M_1 + 490 M_2)$.

„ „ „ locomotieven bedragen

$f\ (2 \times 175 H)$

De totaalkosten zullen bedragen:

$f\ (70 I + 7 K + 7 D_1 + 1050 D_2 + 7 M_1 + 490 M_2 + 350 H)$.

Bij het vergelijken van de afwijkingen tusschen de vervoerkosten, die in de moderne mijnen een belangrijke kostenfactor vormen, met de normaalkosten, die voor transportmiddelen gelden, speelt de graad van belasting een belangrijke rol.

Het behoeft echter wel geen nader betoog, dat in ieder concreet geval men er naar zal streven om den graad van belasting — waaronder dan te verstaan is de verhouding, die in een vastgestelde periode bestaat tusschen de werkelijk vervoerde hoeveelheid en de optimum capaciteit — zoo hoog mogelijk te doen zijn, teneinde de vervoerkosten per eenheid van product te drukken.

Van welke rangorde de besparingen zijn, die bij inachtneming van dezen factor bereikt worden, demonstreert een voorbeeld van de kosten voor transportbanden bij wisselenden graad van belasting, waarbij de kosten in een iets andere volgorde gegroepeerd werden.

De elementen, die maatgevend zijn voor de totaalkosten, zijn:

Voor afschrijving, rente en reservedeelen voor aandrijfmachine en spanrol $\pm f a$ per maand.

Voor afschrijving rente en reservedeelen voor onderbouw van de installatie, t.w. bokken, troggen, rollen, per m per maand $= f b$.

Het gummiband zal bij een 14-urig bedrijf per etmaal verbruikt zijn in 2 jaar, volgens den afschrijvingsvorm $A + k B$, waarin $A =$ vast percentage onafhankelijk van het aantal bedrijfsuren; $k =$ factor, afhankelijk van de ruwheid van het bedrijf; $B =$ aantal bedrijfsuren per dag of per maand. De kosten per meter per maand zullen bedragen $f c$.

Aan smeermiddelen wordt per meter per maand verbruikt $f d$. Loonen en werkplaatskosten, hierbij inbegrepen de loonen van het ondergrondse onderhoud, voor montage en demontage, per maand per installatie $f e$.

Dezelfde kosten voor onderbouw zullen bedragen per meter per maand $f f$.

Het stroomverbruik voor electrisch aangedreven banden is te verdeelen in: 1. een verbruik voor onbelast band van i.k.W. per meter installatie per uur ($i = 25$ watt, verbruik per maand $25 \times 14 i = 350 i$), 2. een verbruik voor horizontaal te transporteren last van k (0,36 wu. per tonmeter transport). De prijs der kWh inclusief de distributiekosten $f l$.

De lengte m der installatie in meters wisselt van 100—600 meter, terwijl de maandelijks te transporteren hoeveelheid t ton bedraagt.

De totale maandkosten in gulden zullen bedragen:

$$a + e + mb + mc + md + mf + 350 mil + l km$$

en de kosten per getransporteerde ton.

$$\frac{a + e}{t} + \frac{m}{t} (b + c + d + f + 350 il) + l km.$$

In dezen vorm is alleen de factor $l km$ onafhankelijk van de belasting, de waarde van dezen factor t.o.v. de rest der kosten is echter zeer gering, zoodat wij practisch de kosten per getransporteerde ton kunnen beschouwen als omgekeerd evenredig met de vervoerde hoeveelheid.

Indien wij aannemen, dat:

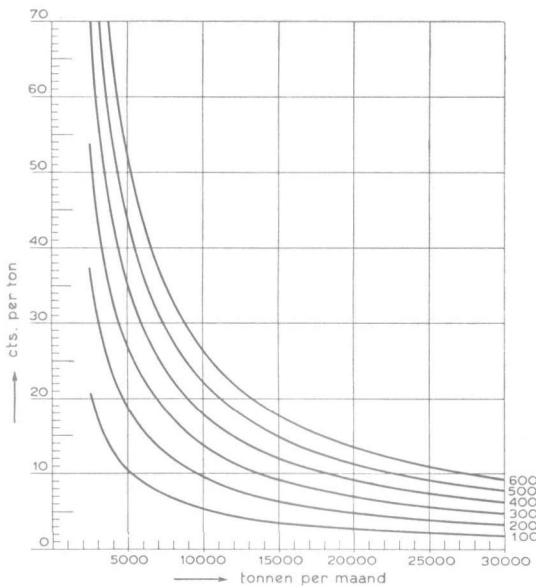
$a = f 30.00$ voor afschrijvingen en rente en $f 16.40$ voor reserve-deelen, totaal $f 46.40$ $e = f 60.00$,

$b = f 0.44$ voor afschrijvingen en rente en $f 0.75$ voor reserve-deelen, totaal $f 1.19$ $c = f 0.73$ $d = f 0.025$ $f = f 1.90$,

$i = 25$ watt $k \pm 0.36$ wu en $l = f 0.03$

en deze waarden substitueeren, vinden wij:

$$\text{kosten per ton} = f \left(\frac{106.40}{t} + \frac{4 \cdot 108 m}{t} + 0.0000108 m \right)$$



Figuur 7. Aangevende de kosten van het vervoer met transportbanden.

Door nu de lengte te laten wisselen tusschen 100 en 600 meter en t van 2500—30.000 ton vinden we de cijfers van onderstaande tabel en figuur 7.

TABEL 4. Kosten van vervoer met transportbanden per ton (bruto) getransporteerde kool in cts.

Capaciteit						
per mnd	m = 100 m	200 m	300 m	400 m	500 m	600 m
2500 ton	20.796	37.336	53.876	70.416	86.956	103.496
5000 ton	10.452	18.776	27.100	35.424	43.748	52.072
10000 ton	5.280	9.496	13.712	17.928	22.144	26.360
15000 ton	3.556	6.403	9.249	12.096	14.943	17.789
20000 ton	2.694	4.856	7.018	9.180	11.342	13.504
25000 ton	2.177	3.928	5.679	7.430	9.181	10.933
30000 ton	1.832	3.309	4.787	6.264	7.741	9.219

Gelijksoortige berekeningen voor andere vervoermiddelen, zoals schudgoten, kettingtransporteurs, verticale transportinrichtingen in opbraken en locomotieven toonen consequente cijferreeksen, waaruit te concluderen is, dat de graad van belasting in belangrijke mate de transportkosten beïnvloedt.

Indien in een meer samengesteld geval een begroting moet gemaakt worden van de gezamenlijke transportkosten van meerdere achter elkaar geschakelde vervoermiddelen, is te overwegen, dat de graad van belasting, voor ieder vervoer afzonderlijk afhangt van de capaciteit van de engste doorsnede. Voor een combinatie van een schudgoot, transportband en verticale transportinrichting met resp. 50, 100 en 150 ton optimum uurcapaciteit, is de te vervoeren maximale hoeveelheid op 50 ton per uur te stellen. De graad van belasting is dus slechts voor het transportband $\frac{1}{2}$ en voor de verticale transportinrichting $\frac{1}{3}$ en aangezien de kosten per ton voor deze niet vol belaste installaties vrijwel omgekeerd evenredig zijn met den graad van belasting, zal men vanzelfsprekend er naar streven deze voor de laatstgenoemde installaties te verhoogen door een geschikte keuze der combinatie. Zoo bestaat de mogelijkheid twee schudgoten op één afvoerband te concentreren, of één band en één schudgoot

gezamenlijk te laten uitmonden op een verticale transportinstallatie.

Gezien de verscheidenheid van omstandigheden is vanzelfsprekend geen universeele oplossing te geven; met de ter beschikking staande kostencijfers is echter in ieder concreet geval door een zorgvuldige voorcalculatie den weg aan te geven, die het economische minimum zooveel mogelijk benadert.

Aan een praktisch voorbeeld zij de voorname rol van het vervoer in cijfers geïllustreerd. Stel dat de kolen van een werkplaats in een hoeveelheid van 800 ton per dag in de galerij per band worden vervoerd over een gemiddelde lengte van 400 meter en dat verder twee achter elkaar geschakelde transportbanden de hoeveelheid tegen een helling van 200 meter lengte moeten optrekken. De gezamenlijke kosten voor dit transport zullen volgens bovenstaand staatje bedragen:

$2 \times 2.694 + 1 \times 9.180 = 14.568$ cts. per ton, ofwel f 116.54 per dag; dit is het loonaequivalent van rond 23 sleepersdiensten, die toch minstens dienen bespaard te worden om een dergelijke installatie te wettigen.

Een ander argument tegen de willekeurige uitbreiding der mechanische transportmiddelen is gelegen in de aan de mechanische hulpmiddelen inhaerente bedrijfsstoringen, waarvan à priori is aan te nemen, dat de frequentie in verband zal staan met het aantal gemechaniseerde eenheden.

HOOFDSTUK IV.

Omschrijving en enkele toepassingen van het begrip kostenminimum.

Naast het gebruik van kosten ter bepaling van de keuze uit een beperkt aantal werkwijzen, doet zich in de mijnbouwtechniek veelvuldig het vraagstuk voor, waarbij een keuze is te doen uit een onbeperkt aantal oplossingen, berustende op het verschijnsel, dat de kosten van een werkwijze kunnen variëren, naargelang de *afmetingen*, waarop een werkverrichting betrekking heeft, veranderen. Aangezien de kostenvariëaties der samenwerkende elementen niet allen in dezelfde richting plaats vinden, zal er een combinatie bepaald dienen te worden, zoodanig, dat de kostensom een minimum bedraagt.

Zooals het vraagstuk hier gesteld is, wordt de invloed van de economische factoren overwegend gesteld. De uitkomsten, die de oplossing van het vraagstuk geven, zijn dan ook zulke, waarbij beschouwd wordt, dat de techniek aan alle antwoorden kan voldoen. Daar dit niet steeds het geval zal zijn, dient à posteriori de uitkomst in verband gebracht te worden met de technische mogelijkheid.

Aldus handelende is een tweede factor uitgeschakeld namelijk de geologische gesteldheid. De invloed van de laatste op de werkwijze kan zeer groot zijn, maar door de ingewikkeldheid van het verschijnsel is de betrekking niet steeds in een mathematischen vorm weer te geven. Daarom dient men in de volgende berekeningen steeds uit te gaan van gemiddelde waarden, zooals deze in de bestaande werken zijn verkregen.

Dergelijke problemen kunnen betrekking hebben op een combinatie van enkele elementaire werkverrichtingen, zooals den winningsarbeid, op een enkelvoudig werk (de steengang of galerij), op de combinatie van winningsplaats met bijbehorende voorbereidings- en onderhoudswerken en vervoer (de economische eenheid), op de afmetingen van een verdieping, en tenslotte op

de geheele mijn onder- en bovengronds (productie- en concessiegrootte).

Op elk dezer vraagstukken zij in het kort ingegaan.

De eigenlijke winningsarbeid wordt beïnvloed door den dagelijkschen vooruitgang van de werkplaats, in dier voege, dat bij een grooten vooruitgang van het werkfront de kolen met minder arbeid te winnen zijn, aangezien men dan profiteert van de drukconcentratie in het dakgesteente; anderzijds zijn er weer andere factoren, die een groote verplaatsingssnelheid van het front tegenwerken, zooals de vermeerdering van het schepwerk en het feit, dat bij een grooten vooruitgang, de arbeiders op onderlingen korten afstand moeten geplaatst worden, met de nadeelen daaraan verbonden. Hier spelen dus slechts enkele elementaire werkverrichtingen een rol, maar om de bovenstaande geologische redenen is dit vraagstuk bezwaarlijk op te lossen. Daarbij komt, dat de eigenlijke winningsarbeid mede afhankelijk is van de dikte der laag, het voorkomen van kliefvlakken en den stand van het werkfront t.o.v. deze kliefvlakken, de geaardheid van het dak, den aard van de opvulling en ondersteuning in de werkplaats e.a.

Bij het bepalen van de afmetingen, te geven aan een steengang en aan een galerij, is te overwegen, dat bij het vergrooten van het profiel de aanleg- en onderhoudskosten toenemen, de ventilatiekosten, die gedurende den geheelen bedrijfstijd zullen gelden, nemen echter af, en wel evenredig met de 3e macht van de snelheid, waarmede de lucht door de steengangen of galerijen strijkt. Dit vraagstuk is uitvoerig onderzocht door LOWENS¹⁾, die aantoonde dat bij afwijkingen van de meest gunstige afmetingen, belangrijk hogere kosten kunnen veroorzaakt worden.

Bij de winningsplaats met bijbehorende werken, die in afmetingen bepaald is, door de frontlengte, den dagelijkschen vooruitgang en de veldlengte waarover de ontginning plaats vindt, dient een evenwicht gezocht te worden tusschen een groot aantal kostenfactoren, die hieronder uitvoerig behandeld zullen worden.

Voor den verdiepingsafstand geldt, dat de aanlegkosten voor laadplaatsen, pompenkamer, locomotiefloods en steengangen een grooten verdiepingsafstand wenschelijk maken, terwijl anderzijds

¹⁾ LOWENS, Dr. Ing. H. Bestimmung des günstigen Streckenquerschnittes unter Berücksichtigung der Wetterführung. Glück Auf 1937 No. 35. blz. 793.

de toekomstige transport- en onderhoudskosten alleen laag zijn te houden bij een kleinen verdiepingsafstand.

Het vraagstuk van de jaar- of dagproductie en de concessiegrootte is tenslotte te behandelen zooals ARPS ¹⁾ dit deed, onder inachtneming van de kosten van aanleg, ondergronds en bovengronds, voor transport, onderhoud en ventilatie.

A priori is aan te nemen, dat dergelijke vraagstukken zijn op te lossen, door de gevraagde afmeting in mathematisch verband te brengen met de bekende of de te meten factoren. De gevonden mathematische vorm kan op de bekende wijze, hetzij analytisch, hetzij grafisch, op een maximum of minimum onderzocht worden.

Het belangrijkste van dergelijke vraagstukken, is wel het bepalen van de afmetingen van een economische eenheid. Dit belang vloeit voort uit het feit, dat de winningsplaats met de bijbehorende werken zich de laatste jaren ontwikkeld heeft tot een zelfstandig bedrijf met een productie, zooals deze vroeger uit een middelmatig mijnbedrijf werd verkregen, en omdat afwijkingen van het kostenminimum kunnen aangroeien tot belangrijke bedragen, gezien het groote aantal geproduceerde tonnen kolen. Onderstaand is dit probleem dan ook uitvoerig behandeld, en tevens aangegeven op welke wijze de verdiepingsafstand is te bepalen.

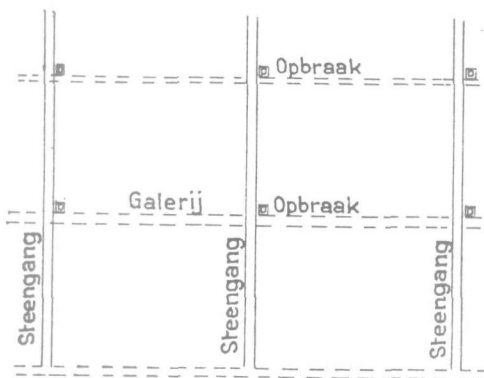
In verband met de boven omschreven technische en geologische gezichtspunten dient opgemerkt te worden, dat de bestudeering van het theoretisch probleem van de meest-economische werkplaatsafmetingen geen algemeene oplossing van dogmatische waarde kan geven, veeleer wordt slechts verklaard het causaal verband tusschen deze afmetingen en de van invloed zijnde factoren en een inzicht gegeven in de richting, waarin verbetering te zoeken is. Men zal o.a. ervaren, dat de duur van de stilstanden van de transportinrichting een functie is van de afmetingen der winningsplaats en eventueel van de veldlengte, waaruit volgt, dat een weinig bedrijfszekere installatie deze afmetingen belangrijk zal beïnvloeden.

¹⁾ ARPS, Ir. J. J. Het verband tusschen concessiegrootte en jaarproductie bij moderne steenkolenmijnen: De Ingenieur 1932 No. 26.

I. Het verband tusschen de afmetingen van een werkplaats en de kosten voor ontsluiting, winning, transport en onderhoud.

Het vraagstuk waarvan de oplossing gezocht wordt, onderscheidt zich in zooverre van analoge, dat het niet gaat om één, maar om meerdere onbekenden.

Bij de vlakke ligging der kolenlagen — zooals die in het Limburgsche bekken meestal voorkomt — is de gebruikelijke wijze van ontsluiting: het drijven van evenwijdige steengangen, loodrecht op de strekking van de lagen, terwijl de laag zoo noodig bereikt wordt door het drijven van verticale opbraken of hellende steenlagen. De laag wordt dan verder toegankelijk gemaakt door het drijven van galerijen op niveau of op richting (zie figuur 8).



Figuur 8.

De gevraagde onbekenden zijn:

$2x$ = afstand der steengangen.

y = de frontlengte van de winningsplaats.

z = de dagel. vooruitgang van de winningsplaats.

De dagelijksche productie is dan gegeven door yzd , waarbij d = de laagdikte

De tijdsduur voor de ontginning van een veld wordt uitgedrukt door het quotient $\frac{x}{z}$.

Gevraagd wordt nu de som van alle kosten voor ontsluiting, voorbereiding, ontginning der werkplaats van vervoer en onderhoud inclusief het materiaal- en energieverbruik uit te drukken als functie van x , y en z .

De kosten dienen opgemaakt te worden voor een bepaalde eenheid van product, daartoe kiezen we den m^3 kool in natuurlijken toestand.

Aard der functies tusschen de kostenelementen en x , y , z .

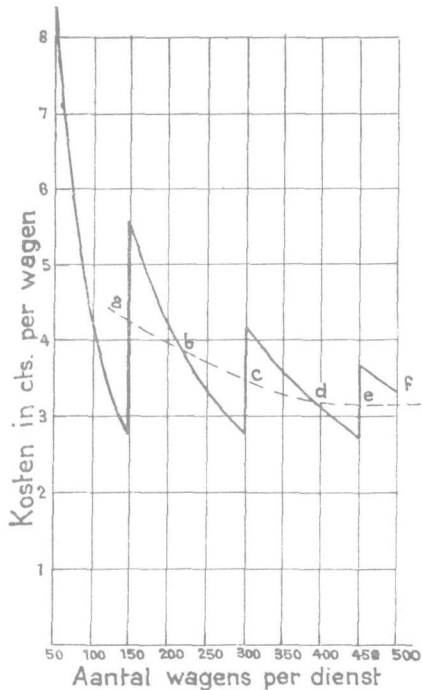
Het verband tusschen de kosten en de onbekenden x , y , z , kan van tweeërlei aard zijn.

- a. Het verband wordt aangegeven door een continu verloopende functie.
- b. Een tweede groep vormen de kosten, die wel variabel zijn met x, y, z , maar niet continu.

Hiertoe behooren de kosten voor het eventuele opbraaktransport, het sleepen van steen- of kolenwagens en het laden onder de goot. Bij al deze werkzaamheden kan een bepaald aantal arbeiders een bepaalde maximum hoeveelheid wagens verwerken.

De loonkosten per wagen dalen continu, indien de graad van belasting stijgt en wel tot het moment, dat de groep arbeiders vol belast is, en voor den volgende wagen nieuwe arbeiders moeten bijgeplaatst worden, de graad van belasting valt dan plotseling, de kosten stijgen plotseling om bij verhooging van den graad van belasting weer regelmatig te vallen tot een volgende uitbreiding van het personeel.

Figuur 9 geeft aan het discontinue verband voor de loonkosten van het laden van kolenwagens onder de winningsplaats. Op de abcis zijn uitgezet het aantal per dienst te verladen wagens, op de ordinaat de kosten per wagen.



Figuur 9.

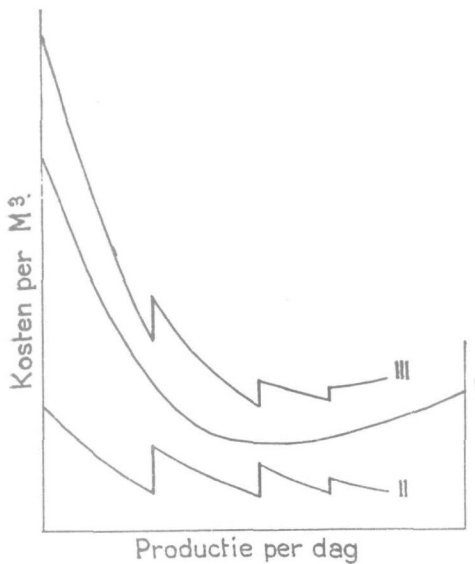
Diagram aangevende de kosten van laden der koolwagens in verband met de grootte der dagelijksche productie.

De kostenlijn heeft dan een zigzagverloop. We kunnen hier de gemiddelde lijn doortrekken, die bij benadering de verhouding tusschen productie en laadkosten in continu verband aangeeft. Deze lijn wijst dan over de intervallen ab , cd , en ef te laag aan, over de intervallen bc , de , te hoog.

Hiermede kan dus de moeilijkheid van een discontinue functie ondervangen worden, onder voorwaarde dat de afwijkingen naar boven of beneden zóó gering zijn, dat ze op het totaal cijfer van alle voorkomende kosten slechts een geringen invloed uitoefenen. Mocht dit niet het geval zijn, dan bestaat er tenslotte nog de volgende mogelijkheid om het bezwaar van een discontinue functie te elimineeren.

We schakelen voorloopig de niet continue functie uit voor de berekening van het resultaat en bepalen dit alleen uit de continu verlopende functies.

Het verloop der kosten voor de continue functies in een grafiek



Figuur 10.

- lijn 1 is de continu verlopende.
- lijn 2 is de niet continu verlopende.
- lijn 3 is de resultante van 1 en 2.

verzameld, wordt grafisch gesommeerd met de niet continue functies, er resulteert dan een bepaalde lijn, die meerdere scherpe inzinkingen vertoont zooals aangegeven in fig. 10.

Het diepste punt der lijn is natuurlijk het gevraagde minimum.

Resumeerend kunnen we vaststellen: de 1ste methode geeft een meer algemeene oplossing, is eenvoudiger maar geeft eenigszins afwijkende waarden, de 2de methode is absoluut nauwkeurig

Welke wijze van oplossing toegepast dient te worden, hangt af van de verhouding, welke er bestaat tusschen de afwijking in de niet continue functie en de totaalkosten. Het zal in elk speciaal geval nader moeten bekeken worden.

c. de kosten zijn onafhankelijk van de variabelen en vallen bij het differentieeren weg.

Gegevens.

Teneinde de berekening te kunnen opzetten, dienen we te weten de tijden benodigd voor alle voorkomende werkzaamheden.

Deze zijn te vinden als resultaat van een tijdstudie en de hoeveelheid werk wordt uitgedrukt in manminuten. Teneinde verbruikten arbeidstijd in kosten om te rekenen, dienen we te vermenigvuldigen met de kosten aan loon voor een manminuut.

Als resultaten van deze metingen zullen we de volgende waarden aannemen:

- A = aantal manminuten om 1 m^3 kolen los te werken.
 B = kosten aan loon en materiaal om 1 m^3 ontkoolde ruimte in de werkplaats te ondersteunen.
 C = aantal manminuten voor werkzaamheden ten behoeve van 1 m^2 ontkoolde ruimte (C is afhankelijk van de te gebruiken methode, handvulling, vullen met blinde galerijen, pneumatische of hydraulische vulling of vullen door het laten instorten van de daklagen. In het laatste geval bestaan de werkzaamheden in het verplaatsen van de houten of ijzeren bokken en het verwijderen van de mijnstutten).
 D = aantal manminuten om 1 schudgoot los te maken, om te leggen en weer aan te schroeven.
 E = aantal manminuten om een schudgootmotor, eventueel met tegencylinder, om te leggen.
 F = aantal manminuten om de kolenlaadkast en de eventueel aanwezige steenenkip om te leggen.
 G = aantal manminuten, benodigd om een 5 meter lange luchtbuis om te leggen.
 H = aantal manminuten, benodigd om 1 wagen steen te kippen en leeg te maken.
 I = de kosten om 1 tkm. kool in de galerij te transporteeren.
 K = de kosten om 1 tkm. steen in de galerij te transporteeren.
 $f_1(z)$ functie, aangevende het verband tusschen het schepwerk voor kool en z .
 $f_2(z)$ functie aangevende het verband tusschen het schepwerk voor steen en z .
 L = kosten aan loon, materiaal en energie om 1 m dubbelsporige steengang te drijven.

- M = kosten aan loon, materiaal en energie om 1 m dubbele opbraak te drijven.
- p = kosten aan loon, materiaal en energie om 1 m galerij te drijven.
- q = approximatieve kosten aan loon, materiaal en energie om 1 m³ kool in de werkplaats te winnen (dus aan den voet der werkplaats gemeten).
- c = breedte waarover de kool wordt weggenomen bij het drijven der galerijen.
- N = kosten aan loon en materiaal om 1 m kolen- of steengalerij na het passeeren van de werkplaats in stand te brengen.*)
- P = kosten voor schudgoot transport berekend per meter lengte van de goot en per m³ getransporteerde kool.
- Q = factor, aangevende het verband tusschen de dagelijksche productie der winningsplaats en het geldelijk verlies door gedwongen oponthoud der werkzaamheden.
- S = kosten per m³ kool voor vaste diensten, toezicht enz.
- a = kosten van 1 manminuut voor een houwer.
- b = kosten van 1 manminuut voor een sleeper.
- α = de gemiddelde helling der laag.
- R = totaalkosten van alle werkzaamheden per m³ kool.
- d = laagdikte.

Gevraagd.

- x = afstand der afdeulingssteengangen.
- y = gewenschte frontlengte.
- z = dagelijksche vooruitgang in de winningsplaats.

Berekening der kosten voor de werkzaamheden.

a. Werk in de werkplaats

1. Kool los werken.

Hoewel het aantal benoodigde manminuten voor het loswerken van 1 m³ kool in zeker verband zal staan met z , zullen wij om de

*) Aannemende dat de deformatie van de galerij, die optreedt als gevolg van de algemeene zakking van het dak moet hersteld worden en dat daarna gedurende den nog resteerenden duur van de ontginning in het betreffende veld geen zoodanige deformatie meer optreedt, dat deze tot herstelwerkzaamheden aanleiding zou geven, is N een constant bedrag per lengte-eenheid.

reeds vroeger vermelde redenen den benoodigden arbeid als constant beschouwen.

Aantal manmin. = A , kosten Aa cts.

2. *Scheppen van de kool op het transportmiddel*; deze werkzaamheid staat in verband met z (zie figuur 11).

De figuur stelt voor een gedeelte van de werkplaats.

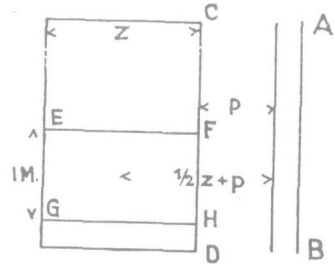
AB = transportmiddel.

CD = gedeelte van het kolenfront.

z = breedte van de strook of dagelijkschen vooruitgang.

p = afstand van het transportmiddel tot het kolenfront.

We beschouwen een gedeelte van de werkplaats ter lengte van 1 m $EFHG$, dit bevat $1 z d m^3$ kolen, indien d = laagdikte.



Figuur 11.

Een eenvoudige overweging toont ons, dat het gezochte verband tusschen de totale werkhoeveelheid (in manmin.) voor het scheppen van de kolen van blok $EFHG$, en den vooruitgang z , van quadratischen aard is en wel gegeven door de formule $a z^2 d + b z d$.

De getallenwaarde van de coëfficiënten a en b is te bepalen door òfwel een bekende hoeveelheid kolen achtereenvolgens over verschillende afstanden op het transportmiddel te scheppen en den hier voor benoodigden arbeid telkenmale te bepalen, òfwel door bij verschillende waarden van z den totalen arbeid voor het scheppen van het blok $EFHG$ te meten.

Het resultaat is dat $a = 1.3$ en $b = 7.3$ zoodat de vorm wordt $(1.3 z^2 + 7.3 z) d$.

Deze formule geldt slechts voor het interval: $z = 0 - 2.5$ m. d.w.z. den afstand, waarover de kool nog direct in de goot kan geschept worden, zonder tweemaal op de schop te nemen.

Indien een gedeelte van de kool tweemaal op de schop moet genomen worden, geldt een geheel andere vorm voor den scheparbeid. Ook voor dunne lagen zullen de factoren a en b andere waarden verkrijgen.

Voor een frontlengte y en een laagdikte d is het aantal benoodigde manmin. voor het schepwerk = $1.3 z^2 y d + 7.3 z y d$.

Er zijn $y z d$ m³ kool; per m³ is dus benodigd $1.3 z + 7.3$ manmin., deze kosten $(1.3 z + 7.3) a$ cts.

3. *Ondersteunen van de ontkoolde ruimte.*

De kosten voor ondersteuning bestaan voor het overgrote deel uit materiaalkosten, voor een gering deel uit arbeidsloon.

Men zou vermoeden dat door z te vergrooten, de mijnstutten op groteren afstand geplaatst worden, en dus minder hout verbruikt wordt. Dit is onjuist, de betimmering is in dat geval te zwak. Men dient dan ofwel zwaarder hout, ofwel middenstutten te gebruiken. Het verbruik aan hout mag dan ook per m³ gewonnen kool als constant beschouwd worden. Het loon voor het betimmeren per m³ verandert eveneens niet noemenswaardig, hetzij dat er een middenstut moet geplaatst worden, hetzij dat het dikkere hout meer tijd eischt om te hanteeren en te bewerken. Dit geldt eveneens indien de laagdikte wisselt.

Bij een goed georganiseerd bedrijf, waarbij de wijze van betimmering en de dikte van het hout zorgvuldig is vastgesteld, is deze factor aan zoo weinig wisseling onderhevig, dat we ze als constant mogen beschouwen.

De kosten aan loon en materiaal zijn te stellen op B cts. per m³.

4. *Steen uit de goot in de vulling scheppen.*

Hier gelden dezelfde overwegingen als voor het kolenscheppen. In verband met z zal de arbeid per m³ toenemen, omdat de steen verder geschept moet worden. Voor het bepalen der formule dienden weer een groot aantal waarnemingen, met het resultaat:

$$a = 0.5 \qquad b = 10.$$

De formule voor steenscheppen is dus: $0.5 z^2 + 10 z$, en de arbeid per m³ kool = $0.5 z + 10$ manminuten.

Het toenemen van den arbeid per m³ bij een toenemen van z is geringer dan bij het kolenscheppen. Dit is te begrijpen, indien we bedenken, dat bij het kolenscheppen de schop over een groteren afstand moet bewogen worden dan bij het vullen. De arbeider blijft op dezelfde plaats, maar dient alleen met grootere kracht te werpen, waardoor de prestatie wel vermindert, maar niet in dezelfde mate als bij het kolenscheppen.

5. *Werkzaamheden ten behoeve van de ontkoolde ruimte.*

Per m² ontkoolde ruimte is benodigd C manmin.

Voor een frontlengte y en laagdikte d dus $y d C$ manmin.

De werkplaats bevat $y z d$ m³ kool. Per m³ kool is de arbeid dus:

$$\frac{y d C}{y z d} = \frac{C}{z} \text{ manmin. Kosten} = \frac{C a}{z} \text{ cts.}$$

6. *Goot omleggen.*

Per goot D manmin. (Een schudgoot heeft een lengte van 3 meter).

Een werkplaats heeft dus $\frac{y}{3}$ stuks goten, de benodigde arbeid om de geheele goot om te leggen is dus $\frac{y D}{3}$ manmin. voor $y z d$ m³ kool, ofwel per m³ = $\frac{D}{3 z d}$ manmin. Kosten = $\frac{D a}{3 z d}$ cts.

7. *Motor en tegencylinder omleggen.*

De arbeid en de kosten om den motor en tegencylinder om te leggen zijn niet continu variabel met y , wel met z .

Bij benadering kunnen we de volgende tabel opstellen:

frontlengte		Totaal benodigd in man min. voor omleggen.	Aantal man min. voor omleggen. p. m. frontlengte
60 m	275 mm motor	140 min.	2.33 manmin.
70 m	325 mm „	160 „	2.28 „ „
80 m	325 mm „	160 „	2.00 „ „
90 m	325 mm „	160 „	1.77 „ „
100 m	380 mm „	180 „	1.80 „ „
120 m	2 275 mm motoren	280 „	2.33 „ „

Bij verdere vergrooting van de frontlengte zijn allerlei combinaties mogelijk. We zien uit deze cijfers, dat het verschil van den norm hoogstens 0.3 manmin. uitmaakt voor een hoeveelheid van $z d$ m³ kool, ofwel ± 0.2 manmin. = 0.17 cts. per m³ kool, een bedrag dat volkomen te verwaarlozen is. De arbeid per

meter frontlengte kan dus op $\frac{E}{80}$ aangenomen worden, per m^3 kool op $\frac{E}{80 z d}$ manmin. Kosten $\frac{E a}{80 z d}$ cts.

8. *Kipstoel en kolenkast omleggen.*

Aangenomen op F manmin.

Er moet eenmaal omgelegd worden voor een hoeveelheid van $z y d m^3$ kool, per m^3 :

$$\frac{F}{z y d} \text{ manmin. Kosten } \frac{F a}{z y d} \text{ cts.}$$

9. *Luchtbuizen omleggen.*

Een buis ter lengte van 5 m vraagt G manmin. arbeid.

Er zijn $\frac{y}{5}$ stuks buizen. De totale arbeid voor $y z d m^3$ kool is dus $\frac{y G}{5}$ manmin.
per m^3 $\frac{G}{5 z d}$ manmin. Kosten $\frac{G a}{5 z d}$ cts.

10. *Kippen en leegmaken der steenwagens.*

Dit is vanzelfsprekend een vast bedrag per wagen, die gekipt wordt, onafhankelijk van y , z of x ; dus ook een vast bedrag per m^3 kool.

Kosten $H a$ cents.

Bovenstaand zijn gegeven de veranderlijke kosten der werkzaamheden in de werkplaats. Naast deze kosten moeten de arbeiders der werkplaats ook nog arbeid verrichten om zich van de schacht naar de werkplaats te begeven en vandaar weer terug naar de schacht. Verder gaat tijd verloren voor rust gedurende het werk, zoodat de effectieve werktijd op de werkplaats beduidend geringer is, dan de wettelijke ondergrondse verblijftijd van $8 \times 60 = 480$ min. (De eerste is gemiddeld slechts ± 380 min.). We kunnen dit in rekening brengen door ofwel de kosten per arbeidsminuut (a) gelijk te stellen aan het loonbedrag vermeerderd met de sociale kosten, gedeeld door den effectieven werktijd, ofwel door den verliestijd, dus het verschil van 480 min. en den effectieven werktijd te beschouwen als te zijn verricht ten behoeve van de werk-

plaats. Naarmate het werkfront in de werkplaats langer wordt, groeit ook de tijd, dien de arbeider noodig heeft om zich naar zijn arbeidspunt te begeven. Bij een frontlengte van 200 m en een verplaatsingssnelheid van 1 m per 3" zou dit gemiddeld per arbeider 5 min. uitmaken ofwel rond 1 % van den werktijd, een bedrag dat te verwaarloozen is tegenover de andere factoren; die een veel grooteren invloed op de frontlengte y uitoefenen. In een concreet geval met een bekenden afstand van schacht tot werkplaats is de verliestijd als een constant getal te beschouwen, hetwelk op een der bovengenoemde wijzen kan behandeld worden, en in de berekening bij differentiatie zal weg vallen.

B. Ontsluiting en voorbereiding.

1. Steengang drijven.

Indien de frontlengte $= y$ meter en de helling der laag $= a^\circ$ dan heeft de te drijven ontsluitingssteengang een lengte $= y \cos a$ m. 1 meter kost aan loon, materiaal en energie L gulden of in cts. uitgedrukt $100 L$ cts. dus de geheele steengang $100 y L \cos a$ cts.

Er worden ontsloten $2 x y d$ m³ kool. De kosten per ontsloten m³ kool bedragen dus

$$\frac{100 y L \cos a}{2 x y d} = \frac{100 L \cos a}{2 x d} \text{ cts.}$$

2. Opbraak drijven.

Er zijn benodigd $y \sin a$ m opbraak.

De kosten per meter aan loonen, materiaal en energie bedragen M gulden of $100 M$ cts.

Per m³ ontsloten kool zijn de kosten

$$\frac{100 M \sin a}{2 x d} \text{ cts.}$$

3. Galerij drijven.

Het drijven van 1 m galerij kost $f p$ aan loon- en materiaalkosten. Dit bedrag is echter niet geheel in berekening te brengen, aangezien het drijven van de galerij ook kool oplevert. In bereke-

ning is alleen te brengen de meerdere kosten die de winning der kool voor 1 m. galerij meebrengt boven de normale winningskosten in de winningsplaats.

1 m vooruitgang levert $c d$ m³ kool, indien de kool over c m breedte wordt weggenomen.

De kosten per m³ kool bedragen dus $\frac{p}{c d}$ gulden.

De normale kosten om 1 m³ kool in de werkplaats te winnen zullen bedragen rond q gulden per m³. De meerdere kosten per m³ zijn dus $(\frac{p}{c d} - q)$ gld. Voor 1 m galerij dus $c d (\frac{p}{c d} - q) = p - c d q$ gulden.

Er zijn te drijven $4 x$ meter galerij, de totale kosten bedragen:

$$4 x (p - c d q) \text{ gulden}$$

dit is per m³ ontsloten kool:

$$\frac{4 x (p - c d q)}{2 x y d} = \frac{2 (p - c d q)}{y d} \text{ gulden} = \frac{200 (p - c d q)}{y d} \text{ cts.}$$

Voor het geval dat de steengalerij der winningsplaats na reparatie weer dient voor het volgende hoger gelegen vak, zijn slechts $2 x$ m galerij te drijven en zijn de kosten per m³ ontsloten kool:

$$\frac{100 (p - c d q)}{y d} \text{ cts.}$$

bij een normale galerij is $c = 3$ m.

C. Transport en onderhoud.

1. *Transport der kool van de werkplaats tot de opbraak* voor het geval dat de kool niet direct op de verdieping geladen wordt.

De kosten om 1 tkm. kool te transporteeren bedragen 1 cts.

Er zijn $2 x y d$ m³ kool te transporteeren. Bij een S.G. van 1.3 is dit $2.6 x y d$ ton kool. De gemiddelde afstand van het horizontaal transport bedraagt $\frac{1}{2} x$ m.

Het aantal te transporteeren tkm. bedraagt dus:

$$\frac{2.6 x y d \times \frac{1}{2} x}{1000} = \frac{1.3 x^2 y d}{1000}$$

De kosten bedragen: $\frac{1.3 x^2 y d I}{1000}$ cts, en per m³ ontsloten kool

$$\frac{1.3 x^2 y d I}{1000 \times 2 x y d} = \frac{1.3 x I}{2000} \text{ cts.}$$

2. *Transport der steenen van de opbraak tot de werkplaats.*

De kosten voor 1 tkm. bedragen K cts.

Voor 1 m³ gewonnen kool is bij 50% vulling, benooidigd 1 wagen steen à 1 ton. Voor het geheel ontsloten veld à $2 x y d$ m³ dus $2 x y d$ ton steen, te transporteeren over gemiddeld $\frac{1}{2} x$ m =

$$\frac{x^2 y d}{1000} \text{ tkm. kosten } \frac{x^2 y d K}{1000} \text{ cts.}$$

d.i. per ontsloten m³ $\frac{x^2 y d K}{1000 \times 2 x y d} = \frac{x K}{2000} \text{ cts.}$

3. *Transport der kolen in de opbraak indien de kolen in de deel-galerij geladen worden.*

Dit is een niet continu variable functie, zoodat we dienen te onderzoeken de grootte van de sprongs-gewijze veranderingen. Rekening houdende met de afschrijvings- en rentekosten voor de lier verbruik van reservedeelen en stroom, en bedieningskosten blijkt, dat voor een 40 m hooge opbraak de sprongen een bedrag kunnen bereiken van 3.00 cts per m³ kool. Deze afwijking is te groot, dan dat de kosten door een gemiddelde lijn zouden kunnen gerepresenteerd worden. We dienen dus deze bewerking voor het voorloopige resultaat buiten rekening te laten en eerst naderhand in aanmerking te nemen. Dit is des te meer redelijk, aangezien de voornoemde cijfers afhangen van de capaciteit der opbraak en deze weer van de hoogte, zoodat het wenschelijk is de functie voor de opbraak in ieder speciaal geval naderhand te bepalen.

4. *Het transport der steenwagens in de opbraak.*

Om dezelfde reden als sub. 3 is deze functie niet in een continue om te zetten.

5. *Het vullen der kolenwagens, omzetten en nummeren.*

Evenals bij 3 en 4 zijn de sprongen (tot 2.4 cts per m³ kool) te groot om door een gemiddelde lijn aan te geven.

6. *Onderhoud.*

Zooals reeds in de noot op bladz. 69 is vermeld, is het bedrag voor onderhoud per meter galerij constant op fN aangenomen, onafhankelijk van den tijd en wel om de navolgende overwegingen. De galerij wordt meestal een aantal meters voor de werkplaats gedreven. Voor iederen meter galerij geldt, dat dit gedeelte eerst onder invloed van den voortschrijdenden druk en vervolgens onder invloed van de algemeene zakking van het dak komt, die met de ontginning gepaard gaan. Tengevolge van deze bewegingen zal de doorsnede van de galerij belangrijk verminderen en onder omstandigheden de ondersteuning in meer of mindere mate beschadigd worden, zoodat ook iedere meter in gelijke mate hersteld moet worden.

Indien men met deze herstelwerkzaamheden kan wachten, totdat de zakking van het dak nagenoeg tot rust is gekomen, zal het herstelde gedeelte geen verder onderhoud meer vereischen gedurende den geheelen volgenden duur van de ontginning. Het bedrag per meter is dan constant op N gulden te stellen. Er zijn $4x$ meter galerij benoodigd voor een hoeveelheid van $2xyd$ m³ kool. Per m³ kool bedragen de kosten dus $\frac{200N}{yd}$ cts.

Indien in speciale gevallen het terrein blijft nowerken, is deze veronderstelling niet juist. De tijd wordt dan wel degelijk van invloed en het aantal dagen ($\frac{x}{z}$), dat de ontginning van het betreffende veld duurt, zou in de functie treden. Dit geval doet zich b.v. voor bij een weinig resistenten vloer.

D. *Diversen.*

1. *Vaste diensten.* Onder vaste diensten zijn te verstaan:
 - a. afdeelingsofzichter en hulpopzichter
 - b. voormannen der werkplaats
 - c. schudgootmeesters.

Het totale kostenbedrag per m³ kool bedraagt voor a, b, en c 23—24 cts; dus een zeer belangrijk bedrag. In groote trekken kunnen we aannemen, dat dit bedrag per m³ kool ongeveer constant blijft.

2. Schudgoottransport in de winningsplaats.

Een der voornaamste factoren, die remmend werkt op de frontlengte, zijn de kosten van het schudgoottransport in de winningsplaats.

A priori is aan te nemen, dat deze per m³ kool ongeveer evenredig zullen zijn met de frontlengte, hoewel in zekere mate afhankelijk van de belasting van de goot (dus van het product $y z d$) en van het aantal motoren, die de kosten weer min of meer spronggewijze zullen doen veranderen.

We willen voor een aantal gevallen in verband met belasting en verschillende grootte der motoren deze kosten bepalen.

De volgende gegevens dienen als grondslag.

Goten 420 cm² vuloppervlak kosten f 8 per meter, aandrijfgoot + bouten f 48 voor 80 meter goot.

Goten 530 cm² vuloppervlak kosten f 9 per meter, aandrijfgoot + bouten f 58 voor 80 meter goot.

Voor afschrijving en verbruik reservedeelen 60% per jaar.

Een 325 mm moter + tegencylinder + aandrijfinricht. kost: f 450

„ 380 „ „ + „ + „ „ : f 510

„ 380 „ „ + „ + „ „ : f 570

af te schrijven inclusief reservedeelen 45% per jaar.

Persluchtverbruik per dienst bij 6.5 uur bedrijfstijd inclusief verliezen voor:

325 mm motor 1950 m³ à 0.216 cts. = f 4.21

380 mm motor 2440 m³ à 0.216 cts. = f 5.27

430 mm motor 2920 m³ à 0.216 cts. = f 6.31

Geval 1. De goot transporteert op 1 dienst kool en is gedurende den anderen dienst buiten bedrijf.

Geval 2. De goot transporteert op 1 dienst kool en gedurende den anderen dienst steen.

Geval 3. De goot transporteert op 2 diensten kool.

Met bovenstaande gegevens kunnen we voor verschillende frontlengten en verschillenden graad van belasting de kosten per tkm. opstellen, waarvan het resultaat in de volgende tabel is samengevat.

Lengte.	Aantal wagens.	Geval 1.			2.	3.
		Kosten p. tkm.	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
80	300 w.	33.8 cts	56.6 cts	28.3 cts		
80	400 w.	30.1 „	51.4 „	25.7 „		
80	500 w.	28.3 „	48.8 „	24.4 „		
120	300 w.	33.2 „	56.1 „	28.0 „		
120	400 w.	32.1 „	54.9 „	27.4 „		
120	500 w.	31.1 „	53.9 „	26.9 „		
200	300 w.	33.5 „	56.2 „	28.1 „		
200	400 w.	28.8 „	49.3 „	24.7 „		
200	500 w.	28.5 „	49.0 „	24.5 „		
Gemid. kosten per tkm.		31.0 „	52.9 „	26.4 „		
Gemiddelde kosten p. m ³ /m		0.04 „	0.07 „	0.035 „		

Voor een frontlengte van y meter zijn de kosten voor schudgoottransport per m³ kool (P).

1. Bij kooltransport op een dienst $0.04 y$ cts.
2. Bij kooltransport op één dienst en op den tweede, steentransport $0.07 y$ cts.
3. Bij kooltransport op twee diensten $0.035 y$ cts.

Het geval sub. 3 doet zich voor bij de ontginningsmethoden met blinde galerijen, zelfvulling, en bij de pneumatische vulling. Aangezien de goot niet benodigd is voor steentransport, kan ze op 2 diensten kolen transporteerden.

Bij het werken met pneumatische vulling komen er echter nieuwe kosten bij, die eveneens afhankelijk zijn van de frontlengte, die als volgt te begrooten zijn:

De leiding voor de pneumatische opvulling in de werkplaats kost per meter $\pm f 14.00$ en kan dienen om rond 40.000 m^3 kool te ontginnen, kosten per m³ = 0.035 cts.

Voor iedere 100 meter leiding in de werkplaats is te rekenen met een extra luchtverbruik van 10 m^3 aangezogen lucht voor 1 m^3 vulmateriaal, deze kosten 1.5 cts (enkel de kosten aan de compressor te rekenen).

De transportkosten voor het vulmateriaal bij pneumatische vul-
ling bedragen dus $(0.035 + \frac{1.5}{100}) = 0.050$ cts. per m^3 /meter.

Bij een frontlengte y zijn de totale transportkosten voor kool en
vulmateriaal in de winningsplaats $0.035 + 0.050 = 0.085$ cts. per
 m^3 ontgonnen kool.

3. *Bedrijfsstoringen en het verlies van productie.*

Het vraagstuk der onderbrekingen in het normale verloop der
werkzaamheden is ongetwijfeld belangrijk genoeg om er een nauw-
keurige studie aan te wijden. We komen hierop dan ook nog nader
terug in hoofdstuk V.

Belangrijk is voorloopig de indeeling in twee groepen:

- 1e. Een groep van bedrijfsstoringen, die in geld gemeten, een
verlies veroorzaken, evenredig met de afmetingen van de
winningsplaats en wier invloed wordt weergegeven door
den vorm $Q y z d$, waarbij Q afhankelijk is van:
 - a. den totalen stilstand in een gegeven periode (in minuten
per dag, of in dagen per jaar.
 - b. de eenheidswaarde der verloren productie.
 - c. de gemiddelde procentueele vermindering van het ren-
dement der arbeiders gedurende de periode van stil-
stand.
 (Een gemiddelde waarde van $Q = 0,036$ cts.).
- 2e. Een groep van bedrijfsstoringen, die een verlies veroor-
zaken, waarvan de grootte wordt beïnvloed door andere
factoren. Indien in de galerij een mechanische transport-
inrichting aanwezig is, veroorzaken de stilstanden van deze
installatie een verlies in geld, gegeven door den vorm
 $\frac{1}{2} Q_1 x$. Aangezien echter niet steeds een transportinrich-
ting in de galerij aanwezig is, en de invloed gegeven door
 $\frac{1}{2} Q_1 x$ gering is, is deze factor niet in de berekening op-
genomen.

Voor zoover bedrijfsstoringen voorkomen, onafhankelijk
van x , y of z , is hun invloed voor het hier gestelde doel niet
van belang.

4. *Ventilatie.*

Voor een exacte berekening dient ook het verband tusschen x, y, z en de kosten der ventilatie onderzocht te worden. De invloed van de ventilatiekosten op het eindresultaat is echter gering, terwijl bovendien de vereischte hoeveelheid lucht zoozeer afhankelijk is van andere factoren — zooals mijngas en warmteuitstraling van het werkfront — dat het raadzaam schijnt dezen factor te verwaarloozen.

*Resumeerend.*A. 1. $A a$ cts.2. $a f_1(z)$ voor niet te dunne lagen voor $z < 2.5$ meter
 $= a (1.3 z + 7.3)$.3. B cts.4. $a f_2(z)$ voor niet te dunne lagen $= a (0.5 z + 10)$.5. $\frac{C a}{z}$ cts.6. $\frac{D a}{3 z d}$ cts.7. $\frac{E a}{80 z d}$ cts.8. $\frac{F a}{z y d}$ cts.9. $\frac{G a}{5 z d}$ cts.10. $H a$ cts.B. 1. $\frac{100 L \cos \alpha}{2 x d}$ cts.2. $\frac{100 M \sin \alpha}{2 x d}$ cts.3. $\frac{100 (p - c d q)}{y d}$ c.q. $\frac{200 (p - c d q)}{y d}$ cts.C. 1. $\frac{1.3 x I}{2000}$ cts.2. $\frac{x K}{2000}$ cts.

3. vervalt voorloopig.
 4. „ „
 5. „ „
 6. $\frac{200 N}{y d}$ cts.
- D.
1. S cts.
 2. $P y$ cts.
 3. $Q y z d$ eventueel $\frac{1}{2} Q_1 x$ cts.
 4. vervalt.

Berekening van x, y, z .

De totale kosten per m^3 bedragen de som van genoemde factoren.

$$\begin{aligned}
 R = & A a + a f_1(z) + B + a f_2(z) + \frac{C a}{z} + \frac{D a}{3 z d} + \frac{E a}{80 z d} + \\
 & \frac{F a}{z y d} + \frac{G a}{5 z d} + H a + \frac{100 L \cos a}{2 x d} + \frac{100 M \sin a}{2 x d} + \\
 & \frac{200 (p - c d q)}{y d} + \frac{1.3 x I}{2000} + \frac{x K}{2000} + \frac{200 N}{y d} + \\
 & + S + P y + Q y z d.
 \end{aligned}$$

Om de waarden van x, y en z te vinden, waarbij R een minimum bereikt, dient:

$$\frac{\partial R}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial R}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial R}{\partial z} = 0 \quad \text{gesteld te worden.}$$

Voeren wij deze differentiaties uit:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial R}{\partial x} = & -\frac{100 L \cos a}{2 x^2 d} - \frac{100 M \sin a}{2 x^2 d} + \frac{1.3 I}{2000} + \frac{K}{2000} = 0. \\
 \frac{1.3 I}{2000} + \frac{K}{2000} = & \frac{1}{x^2} \left(\frac{100 L \cos a + 100 M \sin a}{2 d} \right) \\
 x^2 = & \frac{100 L \cos a + 100 M \sin a}{\frac{2 d}{2000} (1.3 I + K)} \\
 x = & \sqrt{\frac{100 L \cos a + 100 M \sin a}{\frac{d}{1000} (1.3 I + K)}}
 \end{aligned}$$

De in den teller staande factoren t.w. de kosten voor het drijven der ontsluitingssteengang en opbraak, vragen dus een groote

waarde voor x , de in den noemer staande kosten voor transport van de kool- en steenwagens vragen een kleine waarde voor x . Verder zien we, dat het verband tusschen x en de laagdikte gegeven is door de betrekking $x = \text{constante} \sqrt{\frac{1}{d}}$.

$$\frac{\partial R}{\partial y} = -\frac{F a}{z y^2 d} - \frac{200 (p - c d q)}{y^2 d} - \frac{200 N}{y^2 d} + P + Q z d = 0.$$

$$P + Q z d = \frac{1}{y^2} \left(\frac{F a}{z d} + \frac{200 (p - c d q)}{d} + \frac{200 N}{d} \right) I$$

$$\frac{\partial R}{\partial z} = \frac{a d (f_1 z)}{d z} + \frac{a d (f_2 z)}{d z} - \frac{C a}{z^2} - \frac{D a}{3 z^2 d} - \frac{E a}{80 z^2 d} - \frac{F a}{z^2 y d} - \frac{G a}{5 z^2 d} + Q y d = 0.$$

$$\frac{a d (f_1 z)}{d z} + \frac{a d (f_2 z)}{d z} + Q y d = \frac{1}{z^2} \left(C a + \frac{D a}{3 d} + \frac{E a}{80 d} + \frac{G a}{5 d} + \frac{F a}{y d} \right). \quad \text{II.}$$

$$\text{Stel } \frac{F a}{d} = a \cdot \frac{200 (p - c d q)}{d} + \frac{200 N}{d} = \beta,$$

$$\text{verder } C a + \frac{D a}{3 d} + \frac{E a}{80 d} + \frac{G a}{5 d} = \gamma,$$

te overwegen is verder, dat $f_1(z)$ en $f_2(z)$ van den vorm $a z + b$ zijn, dus $\frac{d (f_1 z)}{d z}$ en $\frac{d (f_2 z)}{d z}$ zijn constanten $= T_1$ en T_2 .

De vergelijkingen zijn dan te schrijven als volgt:

$$P + Q z d = \frac{1}{y^2} \left(\frac{a}{z} + \beta \right) \quad \text{(I)}$$

$$T_1 + T_2 + Q y d = \frac{1}{z^2} \left(\frac{a}{y} + \gamma \right) \quad \text{(II).}$$

en krijgen dus geheel identieke vormen.

Om nu in een bepaald geval, waarbij dus P , Q , a , β , γ , T_1 en T_2 bekend zijn, y en z op te lossen, volgen we de grafische methode.

Indien we de vergelijkingen in den onderstaanden vorm schrijven:

$$y = \sqrt{\frac{\frac{a}{z} + \beta}{P + Q z d}} \quad (I) \quad z = \sqrt{\frac{\frac{a}{y} + \gamma}{T_1 + T_2 + Q y d}} \quad (II)$$

dan zien we, dat de teller van den vorm I weer een groote waarde voor y vraagt, dit zijn a en β , m.a.w. a = kosten om den kipstoel om te leggen, β = kosten voor het drijven en voor de reparatie der galerijen.

De noemer, bestaande uit de factoren, die de kosten voor het schudgoottransport en de bedrijfsstoringen uitdrukt, verlangt een beperking van de frontlengte.

De dagelijksche vooruitgang z dient, wat betreft het omleggen van den kipstoel, het aanbrengen van vulmuren, het omleggen der motoren en goten en der luchtbuizen, zoo groot mogelijk te zijn, de onbeperkte toename van z wordt echter tegengewerkt door den vermeerderden arbeid door het lastige scheppen der kool en steen en met het oog op de bedrijfszekerheid.

Verder zien we, dat y weer evenredig is met $\sqrt{\frac{1}{d}}$, voor z is dit niet volledig het geval.

Bovenstaande formules stellen ons in staat te onderzoeken, welke waarden aan x , y en z moeten gegeven worden, en hoe deze waarden met de bekende factoren veranderen.

Verband tusschen x en de bekende factoren.

$$x \text{ is gegeven door de formule } x = \sqrt{\frac{100 L \cos a + 100 M \sin a}{\frac{d}{1000} (1.3 I + K)}}$$

L = kosten om 1 meter dubbelsporige steengang te drijven = f 55
practisch niet aan verandering onderhevig.

M = kosten om 1 meter dubbele opbraak te drijven = f 100 eveneens vrijwel niet aan verandering onderhevig.

a = helling der laag varieert van 0° — 25° .

I = voor handtransport = f 0,80
 voor mechanisch transport (b.v. schudgoten of transportband)
 = f 0,32

K = Voor handtransport = f 0,67 vervalt bij zelfvulling en bij
 vulling met blinde galerijen.
 voor een winningsplaats met pneumatische opvulling 38,5 cts
 per tkm.

d = laagdikte. Ingeval door de opbraak meerdere lagen ontsloten
 worden, stelt d de som der dikten van iedere laag voor.

In het nomogram van figuur 12 is het verband grafisch voorgesteld. In den teller is alleen de a aan verandering onderhevig. De noemer $d(1,3I + K)$ kan varieeren tusschen de waarde 20 en 600. Door een logarithmische schaal aan te nemen worden de lijnen voor x bij een wisselende waarde van a , evenwijdige rechte lijnen, zoodat we om het nomogram op te stellen voor iedere lijn maar 2 punten behoeven te berekenen.

De grafiek biedt de mogelijkheid om direct de waarden van x af te lezen.

Geval 1.

Ontsloten is een laag à 1,2 m, en een laag à 1,00 m, helling 10° .
 transport in de kolengalerij met schudgoten, kosten f 0,32 per
 tkm.

transport in de steengalerij met schudgoten, kosten f 0,32 per
 tkm.

$$d(1,3I + K) = 2,2 (1,3 \times 32 + 32) = 161,9.$$

De gezochte bijbehorende waarde van x bedraagt 210 m.

Geval 2.

Ontsloten 1 laag à 1,2 m helling 15° .

transport in de kolengalerij met paarden, kosten f 0,20 per tkm.
 opvulling pneumatisch, kosten f 0,385 per tkm.

$$d(1,3I + K) = 77,4.$$

De bijbehorende x wordt afgelezen op 320 meter.

Geval 3.

Ontsloten 1 laag à 1,3 m helling 5° .

transport kolengalerij met band à f 0,32 per tkm.

vulling met blinde galerijen, geen transportkosten voor steen.

$$d (1,3 I + K) = 54,08.$$

De bijbehorende x bedraagt 343 meter.

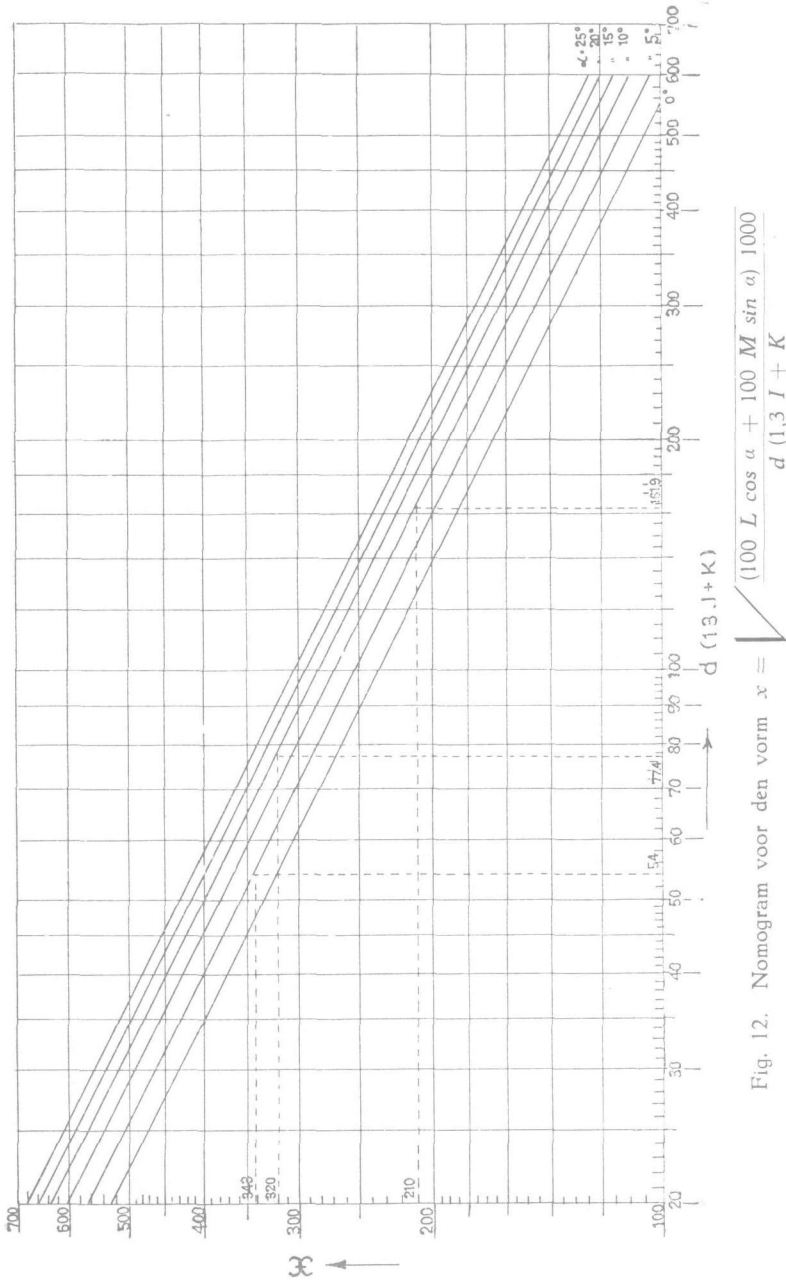


Fig. 12. Nomogram voor den vorm $x = \sqrt{\frac{(100 L \cos \alpha + 100 M \sin \alpha) 1000}{d (1,3 I + K)}}$

De gezochte afstand der steengangen is dus resp. 420, 640 en 686 meter. Bovenstaande waarden van x geven den afstand aan, waarbij de kosten een minimum bedragen. Hoe groot is dan de afwijking van deze minimumwaarde, indien een willekeurige x gekozen wordt?

De formule die de totale kosten aangeeft luidt:

$$R = C + \frac{100 L \cos a}{2 x d} + \frac{100 M \sin a}{2 x d} + \frac{1,3 x I}{2000} + \frac{x K}{2000}$$

waarin $C =$ een constante t.w. de som der factoren, die niet met x veranderen.

Voor $d = 1$ meter, $I = f 0,80$, $K = f 0,67$, $a = 10^\circ$ is $x = 204$ m.

$$R - C = \frac{7152,955}{2 x} + \frac{171 x}{2000} = \frac{3576,5}{x} + 0,0855 x.$$

Voor $x =$	100	150	200	204	250	300	350
$R - C =$	44,31	36,66	34,98	34,97	35,68	37,57	40,14 cts

Indien dus x abusievelijk 350 m genomen wordt, bedragen de kosten per m^3 kool 5,17 cts meer dan het te bereiken minimum.

Het verband tusschen y , z en de bekende factoren.

$$y \text{ is gegeven door de betrekking } y = \sqrt{\frac{\frac{a}{z} + \beta}{P + Q z d}} \quad (\text{I})$$

$$z \text{ is gegeven door de betrekking } z = \sqrt{\frac{\frac{a}{y} + \gamma}{T_1 + T_2 + Q y d}} \quad (\text{II})$$

$$\text{hierbij is } a = \frac{F a}{d} \quad \beta = \frac{200 (p - c d q)}{d} + \frac{200 N}{d}$$

$$\gamma = C a + \frac{D a}{3 d} + \frac{E a}{80 d} + \frac{G a}{5 d}.$$

a. Verband tusschen y , z en d voor de winningsplaats met handvulling. Eén dienst is beschikbaar voor de ontcoling, een voor de vulling, de 3de dienst voor verplaatsen der schudgoten, de laagdikte wisselt van 1—2 meter.

De bekende factoren zijn: $P = 0,07$ $Q = 0,036$.

Effectieve arbeidstijd 370 min. waaruit volgt dat de kosten voor 1 manmin. aan loon $a = 1,67$ cts. $F = 160$ min.

$$\text{Voor } d = 1 \text{ meter } a = \frac{F a}{d} = \frac{160 \times 1,67}{d} = \frac{267}{d}.$$

Voor het drijven van 1 meter galerij is benodigd $2\frac{1}{2}$ mandienst à f 6,18 (inclusief sociale kosten) aan loon f 15,45

aan materiaal „ 2,50

$p = \text{totaal } f$ 17,95

$$C = 3 \text{ meter, } q = f 2,28, \quad \frac{200 (p - c d q)}{d} =$$

$$\frac{200 (17,95 - 6,84)}{1} = 2222.$$

$$N = f 8 \text{ per meter } \frac{200 N}{d} = 1600.$$

$$\beta = 2222 + 1600 = 3822.$$

$$T_1 = \frac{a d (f_1 z)}{d z} = \frac{a d (1,3 z + 7,3)}{d z} = 1,67 \times 1,3 = 2,17.$$

$$T_2 = \frac{a d (f_2 z)}{d z} = \frac{a d (0,5 z + 10)}{d z} = 1,67 \times 0,5 = 0,83.$$

$C = 6,33$ man min.

$D = 12,$ $E = 160,$ $G = 20$ man min.

$$\gamma = 1,67 \left(6,33 + \frac{4}{1} + \frac{2}{1} + \frac{4}{1} \right) = 27,27.$$

De bovengenoemde vormen voor y en z zien, ingevuld voor $d = 1$ meter er uit als volgt:

$$(I) \quad 0,07 + 0,036 z = \frac{1}{y^2} \left(\frac{267}{z} + 3822 \right).$$

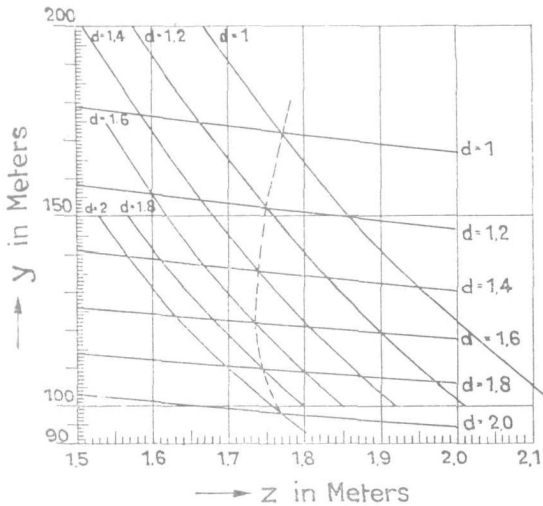
$$(II) \quad 2,17 + 0,83 + 0,036 y = \frac{1}{z^2} \left(\frac{267}{y} + 27,27 \right).$$

We substitueeren in I achtereenvolgens verschillende waarden van z en berekenen de bijbehorende y -waarden. Vervolgens substitueeren we in II verschillende waarden van y en berekenen de bijbehorende z -waarden.

I.		II.	
$z = 1,5$ meter	$y = 179$ meter	$y = 100$	$z = 2,13$
2,0 „	167 „	125	1,98
		150	1,86
		175	1,76
		200	1,67

Door d resp. $= 1,2, 1,4, 1,6, 1,8$ en $2,0$ m te stellen, zijn de bijbehorende y en z -lijnen op dezelfde wijze te bepalen, indien we bedenken, dat bij het veranderen van d ook a, β en γ veranderen.

De resultaten der berekeningen zijn voorgesteld in figuur 13, de snijpunten van de lijnen I en II voor een bepaalde laagdikte geven de gezochte y en z aan.



Figuur 13.

Diagram ter bepaling van y en z voor de winningsplaats met handvulling.

We lezen dan af:

			Dagelijksche productie.				
$d = 1$	m	$y = 172$	m	$z = 1,77$	304 m^3	396 ton	(S.G. 1,3)
1,2	„	152	„	1,75	„	415	„
1,4	„	136	„	1,74	„	431	„
1,6	„	122	„	1,74	„	441	„
1,8	„	110	„	1,75	„	450	„
2,0	„	98	„	1,77	„	451	„

Voor de methode met blinde galerijen zijn y en z op identieke wijze op te lossen. Hierbij bedenke men, dat:

P de waarde 0,035 verkrijgt, (kolentransport op 2 diensten).

a alleen geldt voor het omleggen van den kolenkast.

T_2 wegvalt,

de overige factoren hun waarde blijven behouden.

Voor de methode met pneumatische opvulling verandert bovendien P voor het transport der steenen in de winningsplaats.

γ verandert, omdat de kosten voor het verplaatsen der leiding voor de pneumatische opvulling, en de kosten voor het aanbrengen der afscheiding in berekening moeten worden gebracht.

b. *Verband tusschen y , z en de onderhoudskosten N .*

Als voorbeeld van onderzoek kiezen we een werkplaats met handopvulling met de waarden aldaar genoemd. Alleen N kan nu variëren en bedraagt achtereenvolgens f 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20.

$$P = 0,07 \quad Q = 0,036 \quad a = 1,67 \quad \alpha = 267 \quad d = 1 \text{ meter.}$$

$$\frac{200 (p - c d q)}{d} = 2222$$

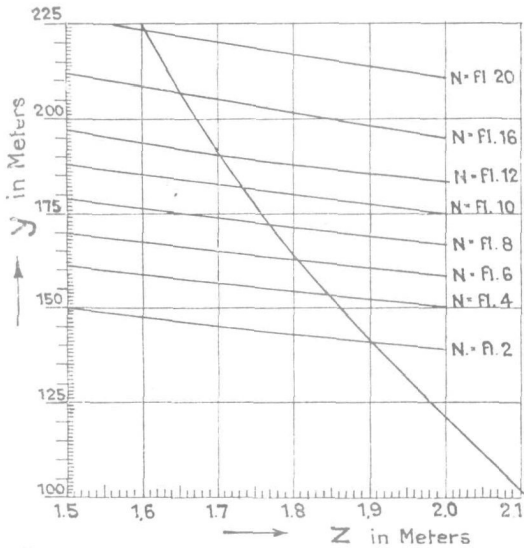
$\frac{200 N}{d}$ bedraagt resp. 400, 800, enz. zoodat β resp. bedraagt 2622, 3022 enz.

$$T_1 = 2,17 \quad T_2 = 0,83 \quad \gamma = 27,27$$

Terwijl alle andere factoren van de vergelijkingen I en II hetzelfde blijven, verandert β als volgt:

$N =$	2	4	6	8	10	12	16	20
$\beta =$	2622	3022	3422	3822	4222	4622	5422	6222

De berekende waarden zijn uitgezet in figuur 14, waarbij de snijpunten der lijnen weer de gevraagde oplossingen geven.



Figuur 14. Diagram ter bepaling van y en z bij wisselende waarde van N voor de winningsplaatsmet vulling en $d = 1$ m.

We lezen af:

			Dagelijksche productie	
Voor $N = f$	y	z		
2	141 m	1,90 m	268 m ³	348 ton.
4	152 „	1,85 „	281 „	366 „
6	163 „	1,81 „	295 „	383 „
8	173 „	1,77 „	306 „	398 „
10	181 „	1,74 „	315 „	409 „
12	191 „	1,70 „	325 „	422 „
16	207 „	1,65 „	341 „	433 „
20	223 „	1,60 „	357 „	464 „

Het is opmerkelijk, dat bij een toenemen van de onderhoudskosten de dagelijksche vooruitgang der werkplaats zou afnemen. Dit kan alleen, doordat wij aangenomen hebben, dat het onderhoud per m galerij *niet* afhankelijk is van z en omdat blijkbaar de remmende invloed van de bedrijfszekerheid op de werkplaatsafmetingen

grooter is dan de invloed, die door de hoogere onderhoudskosten wordt uitgeoefend.

Verband tusschen y , z en de bedrijfszekerheid Q .

In de voorbeelden is Q steeds aangenomen op 0,036, dit is voor een gemiddelden dagelijkschen stilstand der werkplaats van ± 20 minuten.

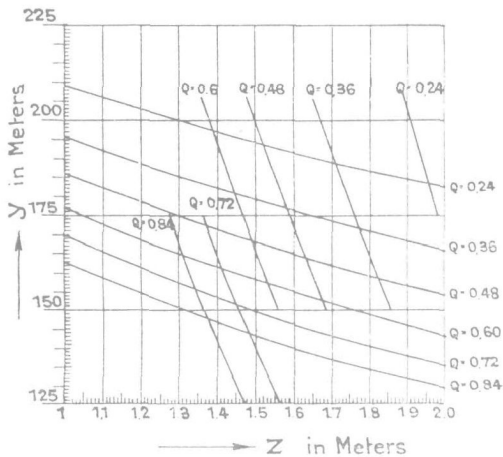
We laten Q achtereenvolgens wisselen van 0,024—0,084.

Voor de werkplaats met handvulling en 1 meter laagdikte.

$$P = 0,07 \quad a = 267 \quad \beta = 3822 \quad T_1 + T_2 = 3,0 \quad \gamma = 27,27$$

De in figuur 15 gevonden en afgelezen waarden zijn:

$Q =$	Dagelijksche productie			
	$y =$	$z =$	m^3	ton.
0,024	184	1,96	361	469
0,036	172	1,77	304	395
0,048	164	1,635	268	348
0,060	157	1,535	241	313
0,072	151	1,44	217	282
0,084	147	1,38	203	264



Figuur 15.

Diagram ter bepaling van y en z bij wisselende waarde van Q voor de winningsplaats met vulling en $d = 1$ m.

Bijzondere voorwaarden, waaraan x , y , z kunnen gebonden zijn.

Het geval, dat een geheel vrije bepaling van x , y en z mogelijk is, doet zich lang niet altijd voor. Menigmaal zal ofwel de x , ofwel de y of z door omstandigheden gegeven zijn. Voor x kan dit het geval zijn, indien de concessiegrens zich in de buurt bevindt, of indien het veld door belangrijke verschuivingen begrensd wordt.

Een voorbeeld zal dit verduidelijken.

Het betreffende veld zij 1400 m breed en eenerzijds begrensd door de concessiegrens, anderzijds door een belangrijke verschuiving.

De laag is 1 m dik, $I = f 0,80$ $K = f 0,67$ $\alpha = 10^\circ$.

De x , waarvoor $R =$ een minimum, bedraagt zooals we reeds vroeger gezien hebben 204 m, de onderlinge afstand der ontsluitingssteengangen behoorde dus 408 m te zijn. De moeilijkheid is nu, dat de gegeven breedte 1400 m geen veelvoud is van 408. We kunnen met 3 steengangen op 467 m onderlingen afstand of met 4 op 350 m onderlingen afstand ontsluiten.

De kosten bedragen:

$$R = C + \frac{100 L \cos. \alpha + 100 M \sin. \alpha}{2 x d} + \frac{1,3 x I}{2000} + \frac{x K}{2000}$$

R_{min} voor $x = 204$ m. $= C + \frac{7153}{2 x} + 0,0855 x = 17,53 + 17,44 = 34,97$ cts per m^3 .

R voor $x = 233,5$ m $= C + \frac{7153}{2 x} + 0,0855 x = 15,32 + 19,92 = 35,27$ cts per m^3 .

R voor $x = 175$ m $= C + \frac{7153}{2 x} + 0,0855 x = 20,44 + 14,96 = 35,40$ cts per m^3 .

Het is dus voordeliger om 3 steengangen te drijven.

y is gegeven; dit kan gebeuren, indien zadels of kommen of een verschuiving de frontlengte begrenzen.

In dit geval is y dus een constante en behoeft de formule voor den totalen arbeid R alleen naar z gedifferentieerd te worden, hierbij resulteert de vorm

$$II \quad T_1 + T_2 + Q y d = \frac{1}{2z} \left(\frac{a}{y} + \gamma \right)$$

waarbij $y =$ constant en z op eenvoudige wijze is op te lossen.

Voorbeeld: Voor de winningsplaats met handvulling en 1 meter laagdikte zijn de waarden voor y en z , bij vrije keuze resp. 172 meter en 1,77 m, de dagelijksche productie 396 ton.

Indien door een of andere reden de frontlengte nu niet hooger dan 120 m kan genomen worden, kan z berekend worden uit:

$$T_1 + T_2 + Q y d = \frac{1}{z^2} \left(\frac{\alpha}{y} + \beta \right).$$

$$2,17 + 0,83 + 0,036 \times 120 = \frac{1}{z^2} \left(\frac{267}{120} + 27,27 \right)$$

$$3,00 + 4,32 = \frac{1}{z^2} (2,22 + 27,27)$$

$z = 2,00$ meter.

De dagelijksche productie = 312 ton.

z is gegeven. Het kan voorkomen, dat de aard van het dak het niet toelaat den dagelijkschen vooruitgang boven een bepaald bedrag vast te stellen, of doordat bindende voorschriften betreffende deze afmeting bestaan.

De vorm voor den totaalarbeid wordt dan alleen naar y gedifferentieerd, terwijl z als constante is te beschouwen, er resulteert:

$$P + Q z d = \frac{1}{y^2} \left(\frac{\alpha}{z} + \beta \right).$$

Voor de winningsplaats met handvulling en 1 m dikke laag, zooals boven behandeld, vinden we bij $z = \text{constant} = 1,5$ m.

$$0,07 + 0,036 \times 1,5 = \frac{1}{y^2} \left(\frac{267}{1,5} + 3822 \right)$$

$$0,124 = \frac{1}{y^2} (4000)$$

$$y = 180 \text{ m.}$$

De dagelijksche productie bedraagt 351 ton.

Het product yzd (de dagelijksche productie) is gegeven.

De factoren y en z dienen zoodanig bepaald te worden, dat het product gelijk is aan een gegeven constante en de totaalarbeid R een relatief minimum bereikt.

Er wordt dus een nieuwe conditie ingeschakeld, die tot uitdrukking komt in de functie $yzd = q$ (constante).

We noemen deze functie Φ .

Mathematisch wordt aan bovenstaande voorwaarden voldaan, indien:

$$\frac{\partial R}{\partial y} + \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial y} = 0 \quad (\text{I}),$$

$$\frac{\partial R}{\partial z} + \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial z} = 0 \quad (\text{II}).$$

We voeren de differentiatie uit.

$$\frac{\partial R}{\partial y} + \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial y} = -\frac{F a}{z y^2 d} - \frac{200 (p - c d q)}{y^2 d} - \frac{200 N}{y^2 d} + P + Q z d + \lambda z d = 0, \quad (\text{I})$$

$$\frac{\partial R}{\partial z} + \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial z} = T_1 + T_2 - \frac{C a}{z^2} - \frac{D a}{3 z^2 d} - \frac{E a}{80 z^2 d} - \frac{F a}{z^2 y d} - \frac{G a}{5 z^2 d} + Q y d + \lambda y d = 0 \quad (\text{II})$$

$$y z d = \varrho \quad (\text{III}).$$

We lossen uit I λ op:

$$\lambda = \frac{F a}{z^2 y^2 d^2} + \frac{200 (p - c d q)}{z y^2 d^2} + \frac{200 N}{z y^2 d^2} - \frac{P + Q z d}{z d}$$

en substitueeren λ in vergelijking II:

$$T_1 + T_2 - \frac{C a}{z^2} - \frac{D a}{3 z^2 d} - \frac{E a}{80 z^2 d} - \frac{F a}{z^2 y d} - \frac{G a}{5 z^2 d} + Q y d + \frac{F a}{z^2 y d} + \frac{200 (p - c d q)}{z y d} + \frac{200 N}{z y d} - \frac{P y}{z} - Q y d = 0.$$

We bedenken verder dat $y z d = \varrho$, dan volgt na substitutie:

$$T_1 + T_2 - \frac{C a}{z^2} - \frac{D a}{3 z^2 d} - \frac{E a}{80 z^2 d} - \frac{G a}{5 z^2 d} + \frac{200 (p - c d q)}{\varrho} + \frac{200 N}{\varrho} - \frac{P \varrho}{z^2 d} = 0 \quad \text{of wel:}$$

$$\frac{1}{z^2} \left(C a + \frac{D a}{3 d} + \frac{E a}{80 d} + \frac{G a}{5 d} + \frac{P \varrho}{d} \right) = + \left(\frac{200 (p - c d q)}{\varrho} + \frac{200 N}{\varrho} \right) + T_1 + T_2$$

$$\frac{1}{z^2} = \frac{\frac{200(p - cdq)}{q} + \frac{200N}{q} + T_1 + T_2}{Ca + \frac{Da}{3d} + \frac{Ea}{80d} + \frac{Ga}{5d} + \frac{Pq}{d}}$$

Stel $\frac{200(p - cdq)}{q} + \frac{200N}{q} + T_1 + T_2 = a$

en $Ca + \frac{Da}{3d} + \frac{Ea}{80d} + \frac{Ga}{5d} + \frac{Pq}{d} = \beta$

$$\frac{1}{z^2} = \frac{a}{\beta}$$

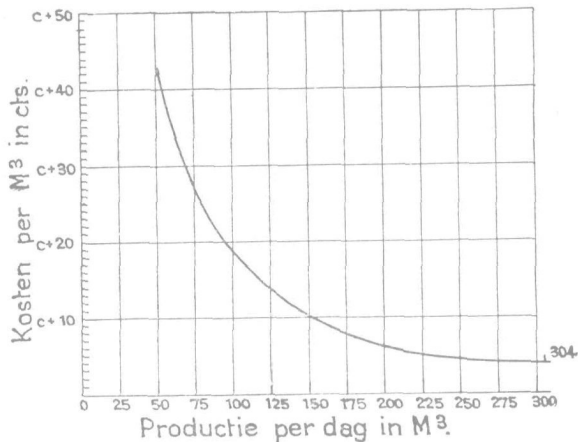
$$z = \sqrt{\frac{\beta}{a}}$$

y volgt direct uit $y = \frac{q}{zd}$.

Deze vorm biedt ons de mogelijkheid om voor verschillende waarden van de dagelijksche productie de bijbehorende waarden voor de kosten R te bepalen.

R is immers uitgedrukt in x , y en z ; bij een bepaalde dagelijksche productie kennen we echter alleen het product yzd .

Met den vorm $z = \sqrt{\frac{\beta}{a}}$ zijn dan de afzonderlijke waarden van y en z en dus ook R te bepalen.



Figuur 16. Diagram, aangevende het verband tusschen de totaalkosten R en de dagelijksche productie (yzd) van de winningsplaats.

Dit is uitgewerkt voor een winningsplaats met handvulling in een 1 m dikke laag. R bereikt hier het absolute minimum voor:

$$y = 172 \text{ m} \quad \text{en} \quad z = 1,77 \text{ m} \quad y z d = 304 \text{ m}^3$$

De gevonden waarden voor R bij een verminderen van het product $y z d$ zijn grafisch voorgesteld in figuur 16, waarbij op de ordinaat alleen de toename van R is aangegeven.

We zien uit deze lijn dat de variaties van R in de buurt van het minimum gering zijn. Het verschil tusschen R voor het absolute minimum bij $y z d = 304 \text{ m}^3$ en bij $y z d = 275 \text{ m}^3$, bedraagt slechts 0,15 cts. per m^3 . Hiermede is tevens bewezen, dat de sprongen der vroeger behandelde werkzaamheden met niet continu verlopende kostenlijn veel grooter zijn dan de variaties voor R in de buurt van het minimum. Als zoodanig zijn vroeger genoemd:

1. Transport van kolen in de opbraak.
2. Transport van steen in de opbraak.
3. Het vullen, omzetten en nummeren der koolwagens.
4. Eventueel de kosten voor vaste diensten.

Aangezien steeds rekening moet worden gehouden met één dezer werkzaamheden, volgt hieruit dat de oplossing van y en z steeds gebonden is aan de conditie $y z d = \text{vaste waarde} = q$.

Een voorbeeld diene nog ter illustratie.

Een laag van 1,30 m dikte is voor het kolenvervoer ontsloten met behulp van een opbraak van 16 m hoogte. De helling der laag bedraagt 5° . De opvulling zal geschieden met blinde galerijen.

De bekende factoren hebben de reeds vroeger genoemde waarden. We dienen allereerst te bepalen het kostenminimum voor de niet continu variabele werkzaamheden. Deze zijn:

- 1°. Het transport der kolen in de opbraak (met wagens).
- 2°. Het vullen, omzetten en nummeren der wagens.

Voor 1 nemen we aan dat benodigd zijn:

	tot 230 wagens per dienst:	2 man	bediening		
voor 230—310	„ „ „	3 „	„	„	
310—430	„ „ „	4 „	„	„	

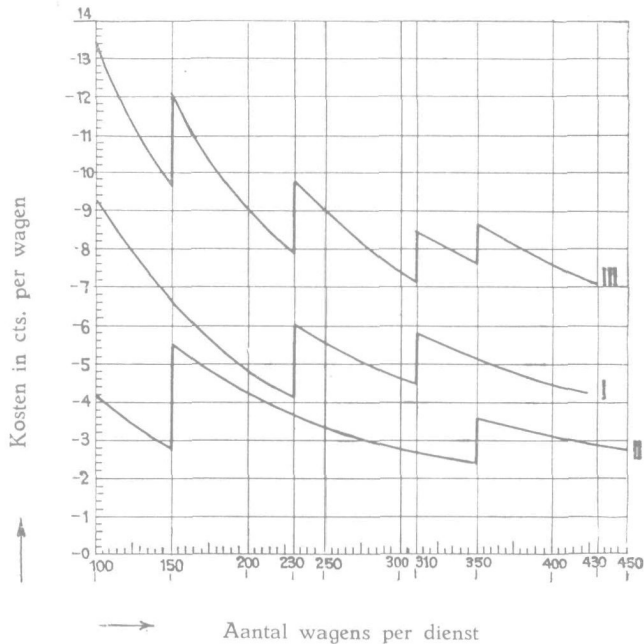
De kosten per wagen voor deze verschillende capaciteiten zijn aangegeven door lijn I in figuur 17, rekening houdende met afschrijving hier, verbruik reserve-deelen, stroom- en loonkosten.

Voor 2 nemen we aan dat benodigd zijn:

	tot 150 wagens per dienst:	1 man
voor 150—350	„ „ „	2 „
„ 350—500	„ „ „	3 „

Lijn II in fig. 17 geeft weer een voorstelling van het verloop der kosten per wagen.

Door optellen van de overeenkomstige waarden der lijnen I en II vinden we lijn III waarbij blijkt, dat het minimum ligt bij 310 wagens per dienst ofwel 620 wagens per dag.



Figuur 17. Lijn I geeft aan het verband tusschen de kosten van het opbraaktransport en de dagelijksche productie van de winningsplaats. Lijn II geeft aan het verband tusschen de laadkosten en de dagelijksche productie van de winningsplaats. Lijn III is de som van de lijnen I en II.

Bij een wageninhoud van 750 kg netto is dit een hoeveelheid van 358 m³ kool in den natuurlijken toestand.

q is dus = 358.

$$z = \sqrt{\frac{\beta}{a}} \text{ waarbij}$$

$$a = \frac{200(p - c d q)}{q} + \frac{200 N}{q} + T_1 =$$

$$= \frac{1812}{358} + \frac{1600}{358} + 2,17 = 11,70$$

$$\beta = C a + \frac{D a}{3 d} + \frac{E a}{80 d} + \frac{G a}{5 d} + \frac{P q}{d} =$$

$$= 6,33 \times 1,67 + \frac{10 \times 1,67}{1,3} + \frac{0,035 \times 358}{1,3} = 33,055$$

$$z = \sqrt{\frac{33,055}{11,70}} = 1,68 \text{ meter.}$$

$$y = \frac{358}{1,68 \times 1,3} = 164 \text{ meter.}$$

Er is nog een andere mogelijkheid te bedenken, waarbij een vrije bepaling van y niet mogelijk is, en wel wanneer de afstand tusschen twee verdiepingen in de laag gemeten niet een geheel aantal malen de lengte van y is.

In dit geval kunnen we:

- 1°. y zoodanig bepalen dat de verdiepingsafstand wel een veelvoud van y is, en y zooveel mogelijk de gewenschte afmeting benadert.
- 2°. Het veld verdeelen in een aantal strooken met de berekende lengte van y en een resteerende strook, die korter of langer kan zijn dan de berekende lengte aangeeft.

Uit $y z d = q$ is voor beide gevallen z te bepalen en dus ook R , zoodat we in staat zijn te onderzoeken welke oplossing het voordeligst is.

In dit verband is op te merken of het niet juister is, de aanlegkosten der verdieping direct bij de kosten R op te nemen.

Om twee redenen is dit m.i. minder juist:

- 1°. Omdat een werkfront van verdieping tot verdieping slechts

mogelijk is bij een regelmatig en niet te zwakke helling en als zoodanig een uitzondering vormt.

- 2°. Omdat we in een *bestaande* mijn nu eenmaal nog jaren aan den *bestaanden* verdiepingsafstand gebonden zijn en dan toch de y wenschen te weten waarbij de loopende exploitatiekosten minimum zijn.

Bovenstaande afleiding biedt de mogelijkheid een paar belangrijke conclusies te trekken inzake de afmetingen en de dagelijksche productie van de winningsplaatsen.

- 1°. Wat betreft den relatieven invloed van de bekende factoren op de gezochte waarde van y en z .

$$y = \sqrt{\frac{\frac{\alpha}{z} + \beta}{P + Q z d}} \quad (I) \quad z = \sqrt{\frac{\frac{\alpha}{y} + \gamma}{T_1 + T_2 + Q y d}}$$

waarbij $\alpha = \frac{F a}{d}$

$$\beta = \frac{200 (p - c d q)}{d} + \frac{200 N}{d}$$

$$\gamma = C a + \frac{D a}{3 d} + \frac{E a}{80 d} + \frac{G a}{5 d}$$

$$T_1 = 2.17 \quad T_2 = 0.83.$$

$$P = 0.4 \text{ resp. } 0.7 \text{ of } 0.35.$$

$$Q = 0.024 - 0,084.$$

Voor de winningsplaats met handvulling in de 1 m dikke laag hebben we gevonden:

$$y = 172 \text{ m} \quad z = 1.77 \text{ m} \quad y z d = 304 \text{ m}^3 = 396 \text{ ton}$$

ofwel ingevuld

$$y = \sqrt{\frac{\frac{267}{1.77 d} + \frac{2222}{d} + \frac{1600}{d}}{0.07 + 0.0637 d}} \quad (I)$$

$$z = \sqrt{\frac{\frac{267}{172 d} + 1.67 \left(6.33 + \frac{4}{d} + \frac{2}{d} + \frac{4}{d} \right)}{2.17 + 0.83 + 6.19 d}} \quad (II)$$

Voor de winningsplaats met blinde galerijen en 1 m dikke laag

$$y = 200 \text{ m} \quad z = 1.71 \text{ m} \quad y z d = 342 \text{ m}^3 = 445 \text{ ton}$$

$$y = \sqrt{\frac{\frac{40}{1.71d} + \frac{2222}{d} + \frac{1600}{d}}{0.035 + 0.0616d}} \quad (\text{I})$$

$$z = \sqrt{\frac{\frac{40}{200d} + 1.67\left(6.33 + \frac{4}{d} + \frac{2}{d} + \frac{4}{d}\right)}{2.17 + 7.2d}} \quad (\text{II})$$

Voor de winningsplaats met pneumatische opvulling en 1 m dikke laag

$$y = 159 \text{ m} \quad z = 1.92 \text{ m} \quad y z d = 305 \text{ m}^3 = 396 \text{ ton}$$

$$y = \sqrt{\frac{\frac{100}{1.92d} + \frac{2222}{d} + \frac{1600}{d}}{0.085 + 0.069d}} \quad (\text{I})$$

$$z = \sqrt{\frac{\frac{100}{159d} + 10 + 1.67\left(\frac{4}{d} + \frac{2}{d} + \frac{4}{d} + \frac{1}{d}\right) \cdot 1.67}{2.17 + 5.72d}} \quad (\text{II})$$

Uit de cijfervoorbeelden is de relatieve invloed van de bekende factoren op y en z te bepalen. Naar de grootte van invloed gerangschikt, kunnen wij onderstaande indeeling opstellen.

Groote afmetingen worden geëischt door:

- | | |
|--|--|
| a. aanlegkosten van galerijen. | } beheerschen
de afmetingen van y . |
| b. onderhoudskosten van galerijen. | |
| c. verplaatsen van de kolenkast en den kipstoel. | |

De invloed van a en b is veel grooter dan van c .

a is belangrijker dan b , maar dit kan variëeren naarmate de onderhoudskosten stijgen. Voor $N > f$ 16,— per meter wordt b belangrijker dan a .

Verder zijn op de z van invloed:

- d. de werkzaamheden ten behoeve van de ontkoolde ruimte.
- e. de kosten voor het verplaatsen van goten en luchtbuizen (gelijk).
- f. de kosten voor het verplaatsen der motoren.
- g. de kosten voor het verplaatsen van kipstoel en kolenkast.

Van deze factoren is d het belangrijkste en $f = \frac{1}{4}$ van de waarde van e .

De afmetingen worden beperkt door:

- | | |
|---|-------------------------|
| a. de bedrijfszekerheid (verlies van productie). | } invloed op <i>y</i> . |
| b. de kosten voor transport in de winningsplaats. | |
| c. de bedrijfszekerheid | } invloed op <i>z</i> . |
| d. de kosten voor het scheppen der kolen | |
| e. de kosten voor het scheppen der steenen | |

De invloed van *a* en *b* wisselt onderling in verband met de werkmethode (handvulling, blinde galerijen of pneumatische opvulling).

Voor handvulling is de invloed van beide factoren ongeveer even groot.

Voor blinde galerijen is de invloed van *a* bijna het tweevoud van *b*.

Op de afmetingen van *z* is de invloed van de bedrijfszekerheid overwegend. De invloed van *c* wisselt in verband met de werkmethode tusschen het twee-drievoud van $d + e$.

2°. De gevonden meest gewenschte afmetingen van de winningsplaatsen zijn:

Voor handvulling, laagdikte van 1—2 m: productie	396—451 ton.
.. vulling met blinde galerijen, laagdikte 1—2 m: productie	445—514 ton.
.. pneumatische opvulling, laagdikte 1—2 m: productie	396—447 ton.
.. onderhoudskosten, <i>N</i> van <i>f</i> 2,— tot <i>f</i> 20,—: productie	349—464 ton.
.. bedrijfszekerheid, <i>Q</i> van 0,024—0,084: productie	469—264 ton.

Indien wij een combinatie bedenken, waarbij alle factoren samenwerken om de productie groot te doen zijn, zooals groote laagdikte, hooge bedrijfszekerheid, hooge onderhoudskosten voor galerijen, zal de meest economische dagelijksche productiecapaciteit niet meer dan 700 ton bedragen. Indien wij verder bedenken, dat de kosten in de omgeving van het minimum maar weinig meer veranderen, zooals reeds op bladz. 85 en in figuur 16 is aangegeven, dan wettigt dit de conclusie dat:

bij den in de Limburgsche mijnen bestaanden graad van concentratie, wat betreft de afmetingen der winningsplaatsen met een dagelijksche productie van 700 ton en meer, de meest economische

werkwijze reeds bereikt is, en deze afmetingen alleen dan nog verder vergroot kunnen worden, indien men de bedrijfszekerheid van het geheel kan verhoogen.

II. Het verband tusschen den verdiepingsafstand en de kosten van aanleg, transport en den kolenrijkdom.

De totale kosten per eenheid van product voor ontsluiting, ontginning en vervoer, met inbegrip van de onderhoudskosten voor de ondergrondsche werken, moeten een minimum zijn. Naarmate de verdiepingsafstand grooter is, zullen de kosten per m³ kolen, voor aanleg van de verdieping, de laadplaats en de pompkamer geringer zijn, daarentegen zal de afstand, waarover de kolen moeten vervoerd worden om de verdieping te bereiken, grooter worden, en de kosten voor dit vervoer zullen eveneens toenemen. Bovendien moeten de kolen over een grooteren afstand door de hoofdschacht vervoerd worden, waarvoor meer energie verbruikt wordt. Van grooten invloed op den verdiepingsafstand is de hoeveelheid ontsloten kolen, m.a.w. de rijkdom aan kolen tusschen de twee verdiepingen, die voor ontginning in aanmerking komen ¹⁾).

We nemen aan, dat de volgende gegevens bekend of te meten zijn:

- A = de gemiddelde hoeveelheid ontsloten kolen in m³. per m². concessie-oppervlakte en per m. diepte. Dit cijfer is te bepalen als gemiddelde van een groot aantal verticale profielen, gelijkmatig over de geheele concessie verdeeld.
- B = oppervlakte van de concessie in m².
- C = de kosten voor het uitdiepen en inrichten van 1 m. schacht in de steenkolenrots.
- D = de kosten voor aanleg van werken op de verdieping, zooals laadplaats (inclusief mechanische inrichtingen), pompkamer, telefooncentrale, locomotiefloods, magazijn en hoofdsteengangen.
- L = de kosten voor het aanleggen en inrichten van 1 m. afdeelingsteengang.

¹⁾ Het dient hier opgemerkt te worden, dat de duur van de ontsluiting ook beïnvloed wordt door den verdiepingsafstand. De kosten van het maken van een doorslag in een nieuwe laag zijn hoog en nemen wellicht quadratisch toe met de lengte. De betreffende cijfers hangen echter van een groot aantal bijzondere omstandigheden af, en zijn voor een berekening niet in aanmerking genomen.

M = de kosten voor het aanleggen en inrichten van 1 m. opbraak.
 a en b = factoren, maatgevend voor de kosten van het verticaal transport van de kolen tot de verdieping.

E = de kosten in cts. om 1 m³. kolen over 1 m. afstand verticaal naar de verdieping te vervoeren (door opbraak).

F = de kosten in cts. om 1 m³. kolen in schuine richting 1 m. naar de verdieping te vervoeren (met kettingstransporteur).

G = de energiekosten om 1 m³. kolen over 1 m. in de hoofdschacht te vervoeren.

v = de gevraagde verdiepingsafstand in meters.

De totale kosten bedragen de som van de kosten der onderstaande werkzaamheden:

I. *Werk in de winningsplaats.*

II. *Ontsluiting en voorbereiding.*

a. aanleg schachten over afstand v .

b. aanleg laadplaats met mechanische inrichtingen, pompenkamer, telefooncentrale, locomotiefloods, magazijnen en hoofdschachten.

c. aanleg afdeulingssteengangen.

d. aanleg opbraken of hellende steengangen van verdieping tot de lagen.

III. *Transport en onderhoud.*

a. transport van kolen vanaf het middelpunt van de ontsloten strook, gegeven door de afmetingen $2x$ en y , tot aan de verdieping. Eventueel het transport van steenen vanaf de hooger gelegen verdieping tot het centrum van de ontsloten strook.

b. transport op de verdieping in horizontalen zin.

c. transport in de hoofdschacht (afstand v).

d. onderhoud opbraken en afdeulingssteengangen.

e. onderhoud laadplaatsen, pompenkamers, etc.

IV. *Diversen.*

a. in bedrijf stellen van de nieuwe verdieping.

b. tijdverlies van het personeel voor het klimmen in opbraken.

We drukken de kosten van deze werkzaamheden uit in de bekende gegevens.

I. De kosten van het werk in de winningsplaats zijn van constante waarde t.o.v. de veranderlijke v .

IIa. 1 m. schacht kost $f C$, twee schachten over v meter, kosten $f 2 C v$. Per m^2 concessieoppervlakte en per meter diepte wordt $A m^3$ kool ontsloten. Voor $B m^2$ oppervlakte en v m. diepte is dus ontsloten $A B v m^3$ kolen. Per m^3 kolen kost de aanleg van schachten: $f \frac{2 C v}{A B v} = f \frac{2 C}{A B}$.

IIb. De totale aanlegkosten zijn aangenomen op $f D$ voor $A B v m^3$ kolen, ofwel per $m^3 = f \frac{D}{A B v}$.

IIc. Een meter afdeulingssteengang kost $f L$, deze steengang dient voor de ontsluiting van de lagen over een breedte x m. aan weerszijden van den steengang. Door 1 m. afdeulingssteengang wordt dus ontsloten $2 x A v m^3$ kolen. De kosten per m^3 kolen bedragen dus $\frac{100 L}{2 x A v}$ cts.

IId. Voor een strook kolen met de afmetingen $2 x$ en y is te drijven een opbraak van v meter lengte. Er bevinden zich tusschen twee verdiepingen meerdere lagen boven elkaar. Elke laag moet een verbinding hebben met het transportniveau en met het hooger gelegen luchtniveau. Om het verticale blok kolen van de afmetingen $2 x$ en y (in de laag gemeten), zich bevindende tusschen de twee verdiepingen en bevattende $2 x y A v m^3$ kolen, geheel te ontsluiten is noodig v m. opbraak of $\frac{v}{\sin a}$ m. steenhelling (indien $a =$ hoek der steenhelling met het horizontale vlak).

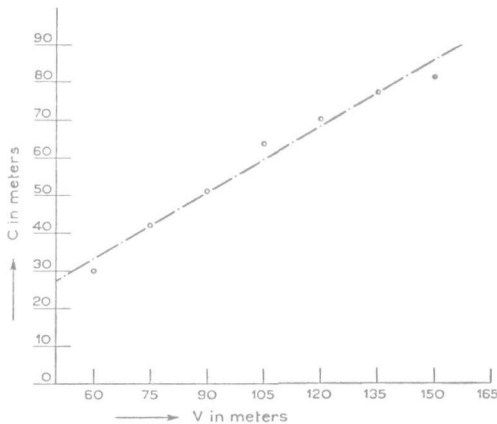
1 m opbraak kost $f M$, per m^3 kolen bedragen de ontsluitingskosten $\frac{100 M v}{2 x y A v}$ cts $= \frac{100 M}{2 x y A}$ cts.

IIIa. De kosten om de kolen te transporteeren van het midden der ontsloten strooken van de afmetingen $2 x$ en y tot de verdieping zijn afhankelijk van den gemiddelden afstand van de ontsloten lagen tot aan de verdieping. De genoemde afstand c staat in een bepaald verband met den verdieplingsafstand v . Teneinde de relatie tusschen c en v te bepalen, wordt in een groot aantal profielen, regelmatig over de concessie verdeeld, door meting bepaald, hoe groot de ge-

middelste afstand c is, indien v met vaste bedragen toeneemt. De gevonden relatie is afhankelijk van den kolenrijkdom, de helling der lagen en de eventueel voorkomende verschuivingen, die de regelmaat van de kolenlagen verbreken. In een bepaald geval werd als gemiddelde van 40 profielen gevonden:

Verdiepingsafstand v	gemiddelde afstand verd.-laag c
60 m	30.2 m
75 „	41.7 „
90 „	51.4 „
105 „	63.0 „
120 „	70.2 „
135 „	77.7 „
150 „	80.4 „

De punten liggen, zooals uit figuur 18 blijkt, vrijwel op een rechte lijn, in het onderhavige geval gegeven door de vergelijking $c = 0.576 v - 1.25$.



Figuur 18
aangevende het verband tusschen den verdiepingsafstand (v) en den gemiddelden afstand van de kolenlagen tot de verdieping (c).

Het verband tusschen c en v is dus van lineaire aard en in het algemeen gegeven door de relatie

$$c = a v - b.$$

Indien de afvoer der kolen niet geschiedt met opbraken maar met hellende steengangen is de gemiddelde afstand, waarover de kolen vervoerd moeten worden $\frac{av - b}{\sin a}$ (indien $a =$ hellingshoek der steengangen).

Er zijn in totaal te transporteeren ABv m³ kolen en wel over een verticalen afstand van $(av - b)$ m. In totaal dus $ABv(av - b)$ m³/m transport, de kosten voor het verticale vervoer (b.v. met verticale transportinrichting) bedragen gemiddeld E cts per m³/m. Het geheele verticale transport tot de verdieping kost dus $ABv(av - b)E$ cts en per m³ kolen:

$$\frac{ABEv(av - b)}{ABv} = E(av - b) \text{ cts.}$$

IIIb. Het transport op de verdieping in horizontalen zin is onafhankelijk van den verdiepingsafstand v , voor dit geval dus van geen belang.

IIIc. Door een verdieping wordt ontsloten ABv m³ kolen, deze gaan door de opbraken over een afstand $(av - b)$ m afwaarts en moeten in de hoofdschacht over dezen afstand opwaarts worden vervoerd. Hiervoor wordt alleen het energieverbruik in berekening gebracht.

De kosten voor energieverbruik per m³/m transport in de hoofdschacht zijn te stellen op G cts.

Voor een hoeveelheid ABv en een afstand $(av - b)$ bedragen de totaalkosten $ABv(av - b)G$ cts, en per m³ kolen $(av - b)G$ cts.

III d. Het onderhoud van de afdeulingssteengangen.

Stel dat de onderhoudskosten van 1 m steengang per jaar bedragen H cts aan loon- en materiaalkosten en dat dit bedrag constant is met den tijd; indien de verdiepingsafstand grooter wordt, neemt de tijdsduur van het onderhoud evenredig toe, de hoeveelheid ontsloten kolen vermeerderd echter in gelijke mate, zoodat de onderhoudskosten per ontgonnen m³ kolen als constant zijn te beschouwen.

III e. Het onderhoud van laadplaatsen, pompenkamers, magazijn is eveneens per m³ kolen als constant te beschouwen.

IVa. Men kan zich voorstellen dat het in bedrijf stellen van een nieuwe verdieping extrakosten veroorzaakt. Bij een nadere berekening blijkt, dat deze kosten, verdeeld over de hoeveelheid kolen, die zich bevindt tusschen de twee verdiepingen, zoo gering zijn, dat ze verwaarloosd kunnen worden.

IVb. Door den grooteren verdiepingsafstand zullen de arbeiders iets meer tijd noodig hebben om zich naar hun werkplaats te begeven. De invloed van dezen factor is eveneens zeer gering t.o.v. de waarde der andere bovengenoemde factoren. Stel dat de verdiepingsafstand resp. 60 en 90 m bedraagt. In het eerste geval moet volgens $(av - b)$ in de opbraken geklommen worden over $0.576 \times 60 \text{ m} - 1.25 \text{ m} = 33.3 \text{ m}$, in het tweede geval over $0.576 \times 90 \text{ m} - 1.25 \text{ m} = 50.6 \text{ m}$.

Indien het klimmen en dalen met een snelheid van 15 m per minuut geschiedt, is voor den grooteren afstand $\frac{1}{4}\%$ van den arbeidstijd noodig. Het interval van 60—90 m is echter al zeer ruim gekozen, zoodat we ook dezen factor kunnen laten vervallen.

Resumeerende vinden we voor de totaalkosten, voor zoover ze afhankelijk zijn van v :

$$R = + \frac{100 D}{A B v} + \frac{100 L}{2 x A v} + \frac{100 M}{2 x y A} + E (a v - b) + G (a v - b).$$

en na differentiatie naar v :

$$\frac{dR}{dv} = - \frac{100 D}{A B v^2} - \frac{100 L}{2 x A v^2} + E a + G a$$

$$\frac{1}{v^2} \left(\frac{100 D}{A B} + \frac{100 L}{2 x A} \right) = a (E + G).$$

$$v = \sqrt{\frac{\frac{100 D}{A B} + \frac{100 L}{2 x A}}{a (E + G)}}.$$

Stel dat in een concreet geval

$$E = 0,034 \text{ cts.}$$

$$A = 0,037 \text{ m}^3.$$

$$G = 0,058 \text{ cts.}$$

$$B = 12000000 \text{ m}^2.$$

$$a = 0.576.$$

$$L = f 80.$$

$$D = f 400.000.$$

$$x = 300 \text{ meter.}$$

dan is

$$v = \sqrt{\frac{\frac{40000000}{12000000 \times 0,037} + \frac{8000}{600 \times 0,037}}{0,576 (0,034 + 0,058)}}$$

$$v = \sqrt{\frac{90 + 360}{0,052992}} = 92 \text{ meter.}$$

HOOFDSTUK V.

Aard en invloed van Bedrijfsstoringen.

Voor het moderne, gemechaniseerde, ineengeschakelde en op massaproductie ingestelde bedrijf zijn onderbrekingen in het regelmatig verloop van den arbeid, tengevolge van machinedefect of anderszins een onaangenaam en kwalijk te verdragen verschijnsel, dat de continuïteit van het productieschema in belangrijke mate kan verstoren.

Wie dan ook de vraag wil onderzoeken in hoeverre het mogelijk is de resultaten van een bedrijf of groep van bedrijven op te voeren tot een hoogen graad van efficiency, zal geen bevredigend en zeker geen volledig beeld kunnen vormen zonder aan dezen belangrijken factor een deel van zijn kracht te wijden.

Deze overweging klemt in de mijnindustrie des te meer, omdat onderbrekingen bij het verloop van de ondergrondse werkzaamheden tamelijk moeilijk zijn te voorkomen en onder omstandigheden aanleiding kunnen geven tot een belangrijk verlies van productie.

De redenen, dat onderbrekingen vrij frequent zijn en ook dat de bestrijding van stilstanden in de productie bezwaarlijker is, ligt wederom in de voor den mijnbouw typeerende karakteristieke eigenschappen. In de eerste plaats de natuurlijke verhoudingen, die van plaats tot plaats kunnen wisselen en nooit vooruit in hun vollen omvang te voorzien zijn; vervolgens in het feit, dat de werkplaatsen ondergronds voortdurend verplaatst worden, als gevolg waarvan de machinale transportinrichtingen meestal slechts min of meer tijdelijk zijn opgesteld, omstandigheden, waaronder aan de opstelling en het onderhoud bezwaarlijk die zorg besteed kan worden, zooals aan een stationaire, mechanische, bovengrondse installatie.

De tendenz tot concentratie der productie eenerzijds en de belangrijke toepassing der mechanische vervoermiddelen met de inhaerente stilstanden anderzijds vormen een controverse, waarvoor door een zorgvuldige studie de gunstigste oplossing is te zoeken.

Een eerste en noodzakelijke stap bij het behandelen van deze materie is het ontwerpen van een systematische indeeling der stilstanden, om vervolgens te trachten een causaal verband te leggen tusschen frequentie, duur, oorzaken en verlies van productie.

Wanneer onderstaand getracht wordt een inzicht in dit gecompliceerde vraagstuk te verkrijgen, mede aan de hand van enkele gegevens uit de praktijk, dienen wij vooraf vast te stellen dat het volgende ad summum beschouwd kan worden als een inleiding tot de studie van deze materie en voor een objectieve en algemeene behandeling een veel uitgebreider onderzoek noodig ware.

Een eerste indeeling naar den tijd valt reeds samen met enkele aan het mijnbedrijf inhaerente bijzonderheden.

1) *De onderbrekingen van langen duur*, gedurende welke het personeel voor het meerendeel verplaatst wordt naar een andere werkplaats (met geringer rendement). *Dergelijke stilstanden zijn meestal toe te schrijven aan oorzaken van geologischen aard: het ontmoeten van onverwachte verschuivingen in het gesteente en de laag, het geheel of gedeeltelijk instorten van het dak van de werkplaats of een der begeleidende galerijen, en de ontwikkeling van groote hoeveelheden mijngas. De defecten aan mechanische vervoermiddelen zijn zelden van zoo ernstigen aard, dat de daardoor veroorzaakte stilstanden onder deze groep zijn terug te brengen.

2) *Stilstanden van korteren duur*, waarbij het niet loont het personeel te verplaatsen; de duur kan varieren van enkele minuten tot enkele uren. Als oorzaak is meestal aan te wijzen een defect aan een van de mechanische vervoermiddelen. Ze kunnen betrekking hebben op den eigenlijken kolenwinningsarbeid of op de overige werkzaamheden, die wij eenvoudigheidshalve als nevenwerk zullen definiëren.

Gedurende den stilstand van de transportmiddelen kan het personeel, belast met de kolenwinning, nog tijdelijk doorwerken, hetgeen afhankelijk is van de laagdikte, het tijdstip van den dienst waarop de storing voorkomt e.a.

Bij het nevenwerk, wat individueel verricht wordt, en niet van vreemden materiaaltoevoer afhankelijk is, komen onderbrekingen zelden voor; indien de arbeid wel van vreemden materiaaltoevoer afhankelijk is, en hierbij is voornamelijk te denken aan opvulling

met vreemd materiaal, is de stilstand natuurlijk een onaangenaam verschijnsel, dat men zal trachten te vermijden, maar behoeft nog geen direct nadeelige gevolgen voor de kolenwinning te veroorzaken. Gezien de geringe beteekenis, die de methode met vreemde vulling nog geniet, zullen wij een verdere uitwijding hierover achterwege laten.

Van domineerende beteekenis zijn alleen de onderbrekingen in de regelmaat van den winningsarbeid en aangezien het geheel van werkzaamheden om de kool te winnen en te vervoeren tot in de wasscherij een continue-keten vormt, enkel onderbroken door bunkers, zal iedere hapering aan een van de elementen der keten een stilstand van den winningsarbeid kunnen veroorzaken, belangrijker naarmate de plaats van het element in het geheele schema dichter bij de winningsplaats is gelegen en minder bunkerruimte is tusschengeschakeld. Zoo zal een storing in het locomotiefvervoer eerst op het werkfront bemerkt worden, indien de voorraad leege wagens van de winningsplaats verbruikt is, een storing aan de hoofdschachten of den losvloer eerst, nadat alle ter beschikking staande leege reservewagens benut zijn, voor de wasscherij dient de ruwkolentoren bovendien nog als bunker.

Een onderverdeeling van deze groep van stilstanden kan dan ook in overeenstemming met bovenstaande overweging gemaakt worden door alle voorkomende onderbrekingen van den winningsarbeid in te deelen volgens de elementen, die ze veroorzaakten, daarbij een rangschikking volgende, tegengesteld aan de bewegingsrichting van de kolen.

Als zoodanig gelden:

1. *Stilstanden, veroorzaakt door oponthoud aan den laadbak.*
 - a. wegens gebrek aan leege wagens, hetgeen weer het gevolg kan zijn van een der navolgende oorzaken: storingen in het horizontaal locomotiefvervoer, het schachtvervoer, stilstanden van losvloer en zeverij of wasscherij.
 - b. wegens ontsporingen aan den laadbak en vervuiling door het overloopen van kolen bij het laden.
 - c. diverse oorzaken, zooals defecte treinvormer.
2. *Stilstanden, veroorzaakt door defecten aan mechanische transportmiddelen tusschen laadbak en winningsplaats.*
 - a. van verticale transportinrichtingen in opbraken.
 - b. van transportbanden.

- c. van kettingtransporteurs.
- d. van schudgoten.

Deze groepen zijn desgewenscht weer onder te verdeelen, naar gelang de oorzaak van het defect schuilt in de aandrijving of in den onderbouw.

3. *Stilstanden, veroorzaakt door defecten aan mechanische transportmiddelen in de winningsplaats, wederom onder te verdeelen in:*
 - a. schudgoten.
 - b. transportbanden.
 - c. kettingtransporteurs.
4. *Stilstanden, veroorzaakt door andere oorzaken.*
 - a. op de winningsplaats, o.a. wanneer het werkfront niet gereed is voor de ontkoling bij den aanvang van den dienst, steenval of druk in de winningsplaats tijdens den ontkolingsdienst.
 - b. in afvoergalerijen of luchtgalerijen door steenval.
 - c. diversen; tengevolge van uitvallen van den electricen stroom of van de perslucht, ongevallentransport, verkeerde signalen. e.d.

Het ligt niet in de bedoeling een speciale studie te maken over de eigenlijke oorzaken van deze stilstanden, die in hoofdzaak aan mechanische defecten zijn toe te schrijven en van plaats tot plaats kunnen wisselen. Veeleer kunnen wij aannemen, dat door het rustelooze zoeken naar verbetering en elimineering van fouten de mechanische vervoermiddelen een dusdanigen graad van volmaaktheid verkregen hebben, dat de nog voorkomende stilstanden zijn toe te schrijven aan nalatigheden of aan den invloed van natuurlijke verhoudingen en wat ons dan in de eerste plaats interesseert, is een inzicht in het relatieve aandeel van ieder element in den totalen tijd van stilstand en de kennis van de eventueele relatie tusschen de meer of minder ingewikkelde groepeerings-elementen en den totalen verliestijd.

Teneinde dit inzicht te verkrijgen, zijn in tabel 5 een aantal cijfers gegeven, ontleend aan de werkelijkheid en betrekking hebbende op een tijdsduur van zes maanden. Het behoeft welhaast geen nader betoog, dat deze cijfers slechts illustratief zijn en dat

TABEL 5. Tijdsduur in minuten per 8-urigen

Omschrijving van de werkplaats	Periode	Aantal waargenomen diensten	1			Storingen aan mechanisch tusschen laadbak			
			Storingen aan laadbak			Verticale transporteur in opbraken		Transportbanden	
			Gebrek aan leege wagens	Ontsporing en vervuiling	Di- versen	Tijd	Aantal	Tijd	Aantal
A één werkplaats in een dikke laag van 2.00 - 2.40 m met slecht dak en een slechten, sterk drukkenden vloer	1e maand	44	20,2	9,8	1,1	8,7	1	8,7	2
	2e maand	42	11,9	5,2	1,7	—	1	1,7	2
	3e maand	25	10,3	5,0	0,7	2,0	1	6,0	2
	4e maand	18	10,2	0,4	—	0,8	1	4,3	2
	5e maand	44	7,1	4,8	—	0,2	1	2,9	3
	6e maand	38	0,1	1,6	—	0,3	1	7,2	3
	Gemiddeld per waarneming en per dienst			10,2	5,0	0,6	2,2	1	5,3 4,9
B één werkplaats in een dikke laag 1.80 - 2.00 m met goed dak en goeden vloer	1e maand	33	2,2	7,7	—	geen		12,4	4
	2e maand	31	1,5	3,8	—	..		7,9	4
	3e maand	27	3,9	9,0	—	..		12,7	4
	4e maand	44	5,0	4,5	—	..		7,7	4
	5e maand	42	3,0	9,7	—	..		8,5	5
	6e maand	37	3,1	2,5	—	..		8,2	5
	Gemiddeld per waarneming en per dienst			4,5	4,8	—			9,9 8,4
C Twee werkplaatsen in één laag van normale dikte 1.00 - 1.30 m met redelijk goed dak en vloer	1e maand	29	1,6	0,1	0,2	geen		—	geen
	2e maand	40	9,1	1,6	0,9	..		2,4	1
	3e maand	18	2,3	1,6	—	..		—	geen
	4e maand	14	2,5	1,1	—	..		1,6	1
	5e maand	22	3,6	2,9	—	..		8,0	1
	6e maand	18	11,1	9,1	—	..		6,6	2
	Gemiddeld per waarneming en per dienst			5,4	2,4	0,3			3,9 6,6

dienst en rangschikking der stilstanden op werkplaatsen in de lagen

				3						4			Totaal gemiddeld per dienst
transportmiddelen en winningsplaats				Storingen aan mechanische transportmiddelen op de winningsplaats						Overige storingen			
Ketting of schraaptransporteur		Schudgoten		Schudgoten		Transportbanden		Ketting of schraaptransporteur		op de winningsplaats	In gale-rijen	Di-versen	
Tijd	Aantal	Tijd	Aantal	Tijd	Aantal	Tijd	Aantal	Tijd	Aantal				
	geen		geen	5,7	3		geen		geen	0,1	—	—	54,3
	"		"	17,3	3		"		"	10,5	—	0,2	48,5
	"		"	12,8	3		"		"	3,7	—	—	40,5
	"		"	31,3	3		"		"	16,3	—	—	63,3
1,3	1		"	12,4	3		"		"	0,8	0,8	1,0	31,3
	geen		"	15,2	3		"		"	3,3	—	0,4	28,1
1,3	1			14,6	3					4,2	0,2	0,3	42,7
	geen		geen	8,5	3		geen		geen	1,9	1,7	0,4	34,8
	"		"	8,3	3		"		"	3,0	0,7	1,2	26,4
	"		"	9,5	3		"		"	4,2	—	—	39,3
	"		"	6,5	3		"		"	2,2	—	—	25,9
	"		"	6,2	3		"		"	6,2	2,7	0,9	37,2
	"		"	15,5	3		"		"	7,0	0,7	—	37,0
				9,0	3					4,1	1,0	0,4	33,1
9,4	2		geen	1,4	2		geen		geen	0,9	—	—	13,6
	geen		"	5,8	2		"	2,7	1	6,8	1,5	1,4	32,2
	"	2,3	2	1,0	1		"		geen	1,4	—	0,8	9,4
	"	1,9	2	2,7	1		"		"	1,5	—	—	11,3
	"	17,7	2	14,2	2		"		"	5,2	—	—	51,6
8,1	1		geen	3,0	2		"		"	18,7	—	5,1	61,7
9,4	2			1,7	1								
8,1	1	8,5	2	5,9	2			2,7	"	5,6	0,4	1,2	30,2

het geheel verkeerd zou zijn hieraan een dogmatische beteekenis te hechten. Ze wettigen echter de volgende belangrijke conclusies:

1. *De gemiddelde stilstand van den arbeid op de winningsplaatsen is vrij hoog en bedraagt voor de 3 onderzochte gevallen gemiddeld 35.3 minuten per dienst van 8 uur d.i. rond 9% van den effectieven werktijd.*

2. *Hoewel een ongunstige invloed van de natuurlijke verhoudingen in de laag niet te ontkennen is, blijkt deze toch niet zóó belangrijk te zijn als à priori zou verwacht worden.*

Het belangrijke verschil in totalen stortingstijd tusschen geval A (42.7 min.) en geval B (33.1 min.) wordt reeds voor de helft verklaard door het verschil in stilstand van den laadbak. Het overige gedeelte is toe te schrijven aan de meerdere stilstanden tengevolge van het schudgoottransport op de winningsplaats, waar de slechte natuurlijke verhoudingen, in casu de sterk drukkende vloer, die neiging tot opzwellen vertoont, de ligging van de schudgoten ongunstig beïnvloedt en waar, als gevolg van de bewegingen in den vloer, herhaaldelijk breuken in de geleidingsstangen der motoren voorkomen, terwijl de motoren, bij gebrek aan een vaste ligging, herhaaldelijk verschuiven.

Overigens is er geen invloed te bespeuren van de natuurlijke verhoudingen in de laag op de stilstanden van de vervoermiddelen in afvoergalerijen. Evenmin is in geval B sprake van een meerderen stilstand door overige storingen in de winningsplaats.

3. *Bij toename van het aantal eenheden, dienende voor het transport der kolen, is in het algemeen te constateeren een stijgende tendenz voor verliestijden. Zoo bedragen de stilstanden van den winningsarbeid voor een werkfront:*

met één schudgootmotor	gemiddeld 1.7 min. per dienst
„ twee schudgootmotoren	„ 5.9 „ „ „
„ drie „	„ 9.0 „ „ „
	(voor goede natuurlijke verhoudingen)
	en 14.6 min. per dienst
	(voor slechte natuurlijke verhoudingen).

Wat betreft den afvoer der kolen van den voet van de winningsplaats tot den laadbak kunnen wij hetzelfde verschijnsel constateeren.

Voor bandtransport is het verlies:
bij gebruik van:

1 aandrijfmachine :	3.9 min.	gemiddeld per dienst
2 aandrijfmachines:	6.6 resp. 5.3 min.	„ „ „
3 „ :	4.9 min.	„ „ „
4 „ :	9.9 „	„ „ „
5 „ :	8.4 „	„ „ „

Ondanks de afwijkingen als gevolg van andere werkomstandigheden en toevallige deviatie als gevolg van het beperkte aantal waarnemingen (voor de 5 aandrijvingen), is ook hier een duidelijke tendenz tot stijging van de verliestijden bij toeneming van het aantal eenheden.

Opmerkelijk gering zijn de stilstanden van de verticale transportrichting in opbraken. De hooge waarde van de 1e maand in geval A is toe te schrijven aan een enkelen langdurigen stilstand als gevolg van een montagefout. Schakelen wij deze waarneming uit, dan resteert voor de andere 5 maanden slechts een gemiddelde verliestijd van 0.66 min. per dienst.

4. *Onderbrekingen van den winningsarbeid als gevolg van stilstanden aan den laadbak komen nog tamelijk veel voor, voornamelijk als gevolg van stagnaties in het vervoer.* Het exceptioneele cijfer van geval A is toe te schrijven aan een minder goeden toestand van het spoor, enkele honderden meters voor den laadbak, zoodat herhaaldelijk ontsporingen voorkwamen. Vooral gedurende de 1e maand was dit cijfer zeer hoog, verbeterde echter geleidelijk, naarmate verbeteringen aan het spoor werden aangebracht.

Stilstanden tengevolge van ontsporing en vervuiling onder den laadbak (als gevolg van overloopen der kolen bij het laden) zijn evenmin geheel te vermijden. Opmerkelijk is, dat in geval C dit cijfer slechts de helft bedraagt van de gevallen A en B; dit is niet toe te schrijven aan den aard en de ligging van den laadbak, integendeel, in de gevallen A en B werd de laadbak juist met de meeste zorg opgesteld, veeleer moeten wij een verklaring van deze afwijking zoeken in de hoeveelheid verladen kool, die respectievelijk bedroeg: geval A 600 ton, geval B 850 ton, geval C slechts 250 ton per dienst. In geval B komen spitsen voor van 3.5 ton per minuut, ofwel 12—14 secunden laadtijd voor een wagen. Het is niet te vermijden, dat bij een dergelijk intensief

bedrijf de minste onachtzaamheid der laders of de minste hapering in het opschuiven der wagens aanleiding geeft tot overloopen van de kolen. Dit euvel zal vermoedelijk alleen te verhelpen zijn, door het gebruik van wagens van grooten inhoud (2.5—3 ton laadvermogen).

* * *

Naast den tijdsduur van de stilstanden, hun frequentie en de oorzaken, waaraan ze zijn te wijten, is het van belang te onderzoeken in hoeverre het rendement van den arbeider, belast met koolwinning, door stilstanden beïnvloed wordt.

Immers niet elke stilstand behoeft een onderbreking van de werkzaamheden te veroorzaken van gelijke grootte als de storingsduur, zooals zal blijken uit de volgende overweging. De werkzaamheden van den kolenhouwer bestaan uit: 1°. het loswerken van de kolen, 2°. het verladen op het transportmiddel, 3°. het ondersteunen van de ontkooldde ruimte.

Indien het transportmiddel in de winningsplaats door een of andere oorzaak stilstaat, is voorloopig alleen het verladen van de kool onmogelijk; afhankelijk van de omstandigheden kunnen de andere werkzaamheden sub 1 en 3 nog tijdelijk vervolgd worden en wel langer, naarmate den arbeider meer ruimte ter beschikking staat. In verband met deze ruimte is het dus van invloed op welk tijdstip van den dienst de stilstand optreedt. In den aanvang van den dienst staat den arbeider weinig ruimte ter beschikking waar de losgewerkte kool kan blijven liggen, plaats voor het aanbrengen van ondersteuning is er nog niet, zoodat reeds na een zeer korten tijd de arbeider zijn werk zal moeten onderbreken. Indien de storing echter optreedt nadat de halve dienst reeds gepasseerd is, heeft hij reeds een zekere ruimte ontkoold, die plaats biedt om losgewerkte kolen te bergen, meestal is hij dan tevens in de gelegenheid om ondersteuning te plaatsen, zoodat een stilstand van de vervoermiddelen reeds langer kan duren, voordat de winningsarbeid moet worden onderbroken.

De daling van het houwersonderbreking op de werkplaats zal in ieder geval *minder* bedragen dan uit de evenredige verdeling van den storingstijd over den totalen effectieven werktijd zou volgen.

Er zijn twee methoden om het verband vast te leggen tusschen den duur van de stilstanden en het bereikte kolenhouwersrendement.

a. *Door directe waarneming ter plaatse.* Tijdens den duur van een stilstand is voor iederen arbeider van de winningsplaats op te nemen, het tijdsverloop van het begin der storing tot het moment, waarop de arbeider gedwongen is zijn arbeid te staken, zoo mogelijk onder noteeren van bijzonderheden, zooals tijdstip waarop de storing voorkwam, ter beschikking staande ruimte e.a. Dergelijke waarnemingen zijn bezwaarlijk.

1. Men dient een groote hoeveelheid opnamen te maken, ten-einde betrouwbare gegevens te verkrijgen.

2. Een vertraagde gang der werkzaamheden met als gevolg eveneens een verminderen van het rendement is bezwaarlijk ter plaatse te meten. Zoo kan het zeer wel voorkomen, dat bij een korten stilstand van het transportmiddel, de kolenhouwer zijn arbeid niet geheel hoeft te onderbreken, maar dat de winning bezwaarlijker wordt en in een vertraagd tempo geschiedt, daar te veel losse kolen in den weg liggen. Ook treedt een onderbreking of vertraagde gang der werkzaamheden soms eerst op, nadat de storing weer is opgeheven, doordat het transportmiddel na de storing te vol met kolen beladen is en een deel der kolenhouwers geen gelegenheid hebben hun kolen naar willekeur te verladen.

3. Voor het gelijktijdig observeeren van alle kolenhouwers zou een groot aantal waarnemers benoodigd zijn.

b. *Door indirecte waarneming:* namelijk door het bereikte houwersrendement van een groot aantal diensten te vergelijken met de overeenkomstige stilstanden.

Aangezien het houwersrendement ook van andere factoren afhankelijk is, kan alleen een betrouwbare relatie verwacht worden door een groot aantal waarnemingen te vergelijken. Deze methode, die het eenvoudigste en het meest betrouwbaar lijkt, is hieronder gevolgd.

In tabel 6 zijn de cijfers vermeld voor drie verschillende lagen, waarvan het geval A weer betrekking heeft op een dikke laag 2.00—2.40 m met slecht dak en zeer slechten, sterk drukkenden

TABEL 6 aangevende het verband tusschen den stilstand van het bedrijf op winningsplaatsen (in minuten) en het houwersrendement (in wagens).

Interval voor den storingstijd	Geval A, één werkplaats gelegen in een dikke laag (2.00 - 2.40 m.) met slecht dak en slechten drukkenden vloer.			Geval B, één werkplaats gelegen in een dikke laag (1.80-2.00 m) met goed dak en goeden vloer.			Geval C, twee werkplaatsen, gelegen in een laag van normale dikte (1.00—1.30 m.) met redelijk goed dak en vloer.		
	Aantal waarnemingen	Gemiddelde waarde van X (storingstijd) in minuten.	Gemiddelde waarde van Y (houwersrendement) in wagens.	Aantal waarnemingen.	Gemiddelde waarde van X (storingstijd) in minuten.	Gemiddelde waarde van Y (houwersrendement) in wagens.	Aantal waarnemingen.	Gemiddelde waarde van X (storingstijd) in minuten.	Gemiddelde waarde van Y (houwersrendement) in wagens.
0—10	41	3,4	27,5	45	3,5	27,0	33	1,5	23,3
10—20	36	13,2	27,7	34	14,3	27,5	14	15,0	22,8
20—30	20	24,5	24,2	30	23,6	26,3	8	24,3	22,4
30—40	30	33,3	27,0	28	34,8	28,0	14	34,0	19,6
40—50	12	45,8	25,5	20	43,4	25,1	5	44,6	22,4
50—60	10	55,5	25,6	12	53,8	25,3	9	53,1	20,3
60—70	8	67,0	25,8	12	63,2	22,2	4	65,2	19,5
70—80	8	73,8	24,9	10	74,3	23,9	3	73,7	21,2
80—90	13	85,3	25,5	5	85,6	23,8	6	83,8	17,9
90—100	6	94,2	20,9	—	—	—	5	94,6	17,1
100—110	5	103,4	22,6	3	104,0	23,3	1	109,0	13,2
110—120	2	114,5	25,1	2	114,5	22,8	2	113,5	13,9
120—130	5	124,6	23,6	—	—	—	4	122,2	16,4
130—140	2	135,5	18,2	2	132,0	20,9	—	—	—
140—150	1	147,0	22,4	1	148,0	16,1	1	144,0	17,1
150—160	1	150,0	16,4	—	—	—	—	—	—
160—170	1	162,0	17,1	—	—	—	1	169,0	16,3
170—180	1	173,0	19,9	—	—	—	—	—	—
180—190	1	187,0	14,9	1	189,0	16,1	1	180,0	16,8
190—200	—	—	—	1	198,0	17,8	—	—	—
200—210	—	—	—	—	—	—	—	—	—
210—220	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220—230	1	230,0	16,9	—	—	—	—	—	—

vloer, geval B op een dikke laag 1.80—2.00 m met gunstig nevingesteente en geval C op twee verschillende werkplaatsen in een laag van normale dikte (1.00—1.30 m) en redelijk goed nevingesteente.

Teneinde het overzicht der cijfers te vereenvoudigen zijn de storingstijden vereenigd tot groepen van 10 min.; voor iedere groep is de gemiddelde waarde van den stilstand en het bijbehorende gemiddelde rendement in wagens, in de tabel vermeld. In elk der drie gevallen is dan uit de cijferreeksen te bepalen de lijn, die de meest waarschijnlijke relatie aangeeft en de bijbehorende correlatiecoëfficiënt.¹⁾

De kenmerkende cijfers voor de drie voorbeelden zijn dan als volgt:

	Geval A.	Geval B.	Geval C.
Vergelijking der lijn, die de meest waarschijnlijke relatie tusschen y en x aangeeft	$y=28.3-0,057x$	$y=28.1-0,059x$	$y=22.6-0,046x$
Theoretisch rendement per dienst indien geen stilstand voorkomt	28.3 wagens	28.1 wagens	22.6 wagens
Correlatiecoëfficiënt	0.859	0.926	0.814
Gemiddelde procentueele vermindering van het houwersrendement voor 1 min. stilstand	0.202 %	0.210 %	0.204 %

Voor het geval B, betrekking hebbende op regelmatige verhoudingen met goed nevingesteente, is de samenhang bepaald goed te noemen, iets minder bevredigend is de correlatiecoëfficiënt voor geval A, waarin de natuurlijke verhoudingen veel ongunstiger waren. In geval C, waar de cijfers betrekking hadden

¹⁾ De lijn, die de meest waarschijnlijke relatie aangeeft, de regressielijn, is gegeven door den vorm $y = a + bx$ waarbij a en b te bepalen zijn uit $\sum(y) = na + b \sum(x)$ en $\sum(xy) = a \sum(x) + b \sum(x^2)$. n = aantal termen van de reëks.

De correlatiecoëfficiënt r_{xy} is te berekenen uit:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \quad \text{waarin} \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum(x^2)}{n} - (M_x)^2}, \quad M_x = \frac{\sum(x)}{n},$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum(y^2)}{n} - (M_y)^2}, \quad M_y = \frac{\sum(y)}{n}.$$

b en n hebben bovengenoemde beteekenis.

op twee verschillende werkplaatsen, was welhaast geen hoogere correlatie te verwachten.

De gemiddelde procentueele vermindering van het houwersonderbreking voor 1 minuut stilstand bedraagt 0,205 % voor de drie gevallen, terwijl het evenredig deel bij een effectieven werktijd van 380 min. zou uitmaken $1/380 = 0,263$ %. Het verlies aan rendement is dus niet proportioneel aan het tijdverlies door storingen, maar bedraagt gemiddeld slechts 78 % van dit laatste.

De beschouwingen van dit hoofdstuk resumeerend, kunnen wij als conclusie stellen, dat een samengesteld schema van vervoermiddelen tusschen werkplaats en laadkast, de stilstanden en het verlies van productie in niet onbelangrijke mate kan verhoogen.

Dit feit vormt, met de beschouwingen over het economisch minimum in hoofdstuk IV en de kostenanalyse van hoofdstuk III convergente aanwijzingen, dat bij den tegenwoordig gebruikelijken graad van concentratie het kostenminimum zeker reeds bereikt is, dat de intensieve toepassing van mechanische vervoermiddelen tusschen winningsplaats en laadbak enkel gerechtvaardigd lijkt onder inachtneming van het kostenbudget en na zorgvuldige overweging van de bedrijfszekerheid.

HOOFDSTUK VI.

§ 1. De wereldproductie en het wereldverbruik van steen- en bruinkolen, aardolie en energie uit waterkracht.

De behoefte aan een op wetenschappelijke basis berustende bedrijfsleiding, die zich bij het productieproces uit in een analyseeren van de voorkomende bewerkingen, in het voorbereiden van de werkwijzen en in een systematische controle daarvan met de bedoeling bij een gegeven stand van de eenheidsprijzen der verschillende kostenelementen den laagst mogelijken kostprijs te verkrijgen, vindt aan de afzetzijde een equivalent in de analyse en beheersching der verkoopskosten, in de bestudeering der verkoopmogelijkheden, van de structureele en conjunctureele veranderingen, die zich in den afzet voordoen, in een onderzoek naar het verband tusschen vraag, aanbod en prijs van het product, en van de factoren, die het verbruik van het product beïnvloeden.

Het is niet te ontkennen, dat een rationeele bedrijfsorganisatie, wat betreft de fabricatie van het product, veel van haar nut verliest, indien de afzetmogelijkheden en de daarin optredende variaties niet aan een grondige studie worden onderworpen, en indien niet de resultaten van dit onderzoek dienen als basis voor het leiden van de productie in den meest economischen zin.

Voor de vroegere bedrijven met beperkte productiecapaciteit, werkende voor een bekende markt of dikwijls alleen op bestelling, was een studie zooals bovengenoemd vrijwel overbodig.

Met de ontwikkeling van de massaproductie, die moet afgezet worden op een voorloopig onbekende, in ieder geval niet scherp omgrensde markt, en de aan deze massaproductie inhaerente mechanisatie en toename van de kapitaalsintensiteit der ondernemingen, wordt het in steeds toenemende mate noodzakelijk de tendenzen dezer markt nauwkeurig te bestudeeren.

Bij deze studie kan men direct een markant verschil constateeren met de onderzoekingen, die ten doel hebben de economie van de productie zelve te verhoogen. Deze laatste groep van onderzoekingen kan namelijk betrekking hebben op een enkele onderneming, het marktanalytisch onderzoek kan echter niet plaats vin-

den dan voor de gezamenlijke groep van ondernemingen, die in een land hetzelfde product ten verkoop aanbieden. Voor goederen, die in belangrijke mate van land tot land verhandeld worden, is het onderzoek zelfs uit te strekken tot de wereldpositie van het betreffende artikel, of tot de positie in een groep van landen met geografische congruentie en gemeenschappelijke economische belangen.

Verder zijn in het onderzoek artikelen met aequivalente gebruikswaarde op te nemen, die als plaatsvervanger kunnen dienen en wier prijs mede maatgevend is voor den afzet van het te onderzoeken product.

De grondstof steenkool, waarvoor wij een onderzoek willen instellen, is wel bij uitstek een internationaal verhandeld product en het verbruik is in belangrijke mate afhankelijk van de andere energievormen zooals bruinkool, aardolie en waterkracht. Het onderzoek zal zich dan ook tot de wereldproductie en consumptie en tevens tot de plaatsvervangende producten moeten uitstrekken en de ontwikkeling van het verbruik in voldoende mate dienen weer te geven.

Ontginningen van steenkool, — zij het op zeer bescheiden schaal — zijn bekend sedert de middeleeuwen. De eerste gegevens omtrent het volume van de productie zijn bekend uit de periode 1801—1820, toen de jaarproductie ongeveer 13 à 14 millioen ton bedroeg, waarvan 10 mln ton werden gewonnen in Groot-Britannië tegen 1 mln ton in Duitschland en 1 mln ton in Frankrijk ¹⁾.

Van een systematische productie op eenigszins belangrijker schaal en een regelmatige stijging van het volume is echter eerst sprake gedurende de laatste eeuw. Het begin dezer ontwikkeling valt ongeveer samen met de opkomst van het spoorwegvervoer, en het gebruik van kolen als reductiemiddel in de metallurgie, voornamelijk van ijzer. Zoo bedroeg de wereldproductie in 1830: 28 mln ton in 1860 reeds 136 mln ton. In de Vereenigde Staten van N. Amerika werden de eerste kolen gedolven in 1810, de productie bedroeg in 1820 nog slechts 3000 ton en steeg tot 6 mln ton in 1850 en 15.2 mln ton in 1860.

Gedurende de geheele 19e eeuw neemt Engeland een overwegende positie in bij de kolenproductie, om gedurende de periode 1895—1900 door de Ver. Staten overvleugeld te worden.

¹⁾ NEUMANN SPALLART: Uebersichten der Weltwirtschaft nader bijgewerkt door JURASCHEK.

TABEL 7. Jaarlijksche productie *) van steen- en bruinkool in mln ton van 1860—heden ¹⁾ (1 ton bruinkool = 0.4 ton steenkool).

Jaar	Productie steenkolen	Productie bruinkolen omge-rekend in steenkolen	Totaal productie	Jaar	Productie steenkolen	Productie bruinkolen omge-rekend in steenkolen	Totaal productie
1860	136		136	1922	1040	72	1112
1885	377.4	8.5	388	1923	1197	64	1261
1890	474	15.2	489	1924	1184	68	1252
1895	536	19.2	555	1925	1185.6	70.4	1256
1900	706	27.6	734	1926	1182	66.5	1249
1905	860	33.2	893	1927	1279	70.5	1350
1910	1056.6	42	1098	1928	1247	72.6	1320
1913	1214.9	50	1265	1929	1324	70	1394
1915	1080	48	1128	1930	1207	69.5	1277
1916	1060	48	1108	1931	1077	72.3	1149
1917	1220	52	1272	1932	957	67.4	1024
1918	1200	52	1252	1933	998	68.9	1067
1919	1040	52	1092	1934	1094	75.4	1169
1920	1165	62	1227	1935	1169	81.1	1250
1921	970	66	1036	1936	1227	89	1316

*) De statistische opgaven van verschillende bronnen vertoonen geringe verschillen.

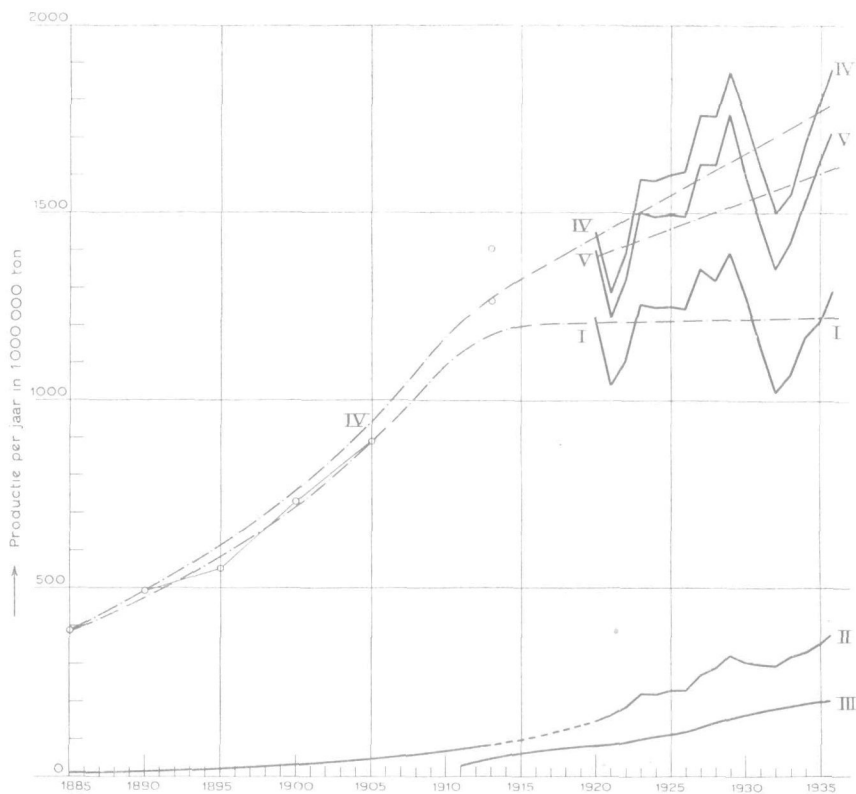
De ontwikkeling der wereldproductie van 1860—heden wordt gegeven in tabel 7. Gezien het nauwe verband tusschen steen- en bruinkolen, is laatstgenoemde grondstof bij de productie van steenkool vermeld onder inachtneming van een correctiefactor (1 ton bruinkool = 0.4 ton steenkool).

De cijfers en de representatieve lijn I van figuur 19 vertoonen een snelle en onafgebroken stijging van 1880 tot 1913. Na 1920 blijft de productie op een vrijwel gelijk niveau, afgezien van de schommelingen tengevolge van de conjunctuur.

Bij het beschouwen van de ontwikkeling van de productie van kolen dringt zich de vraag naar voren of de productie van de andere energievormen een gelijkvormig beeld vertoont, waarvoor dan in de eerste plaats de aardolie in aanmerking komt.

¹⁾ Gegevens ontleend aan: W. L. WOYTINSKI: Die Welt in Zahlen. (IV^o Buch). MEIS: Dr. H.: Der Ruhrbergbau im Wechsel der Zeiten. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Internationale Uebersichten.

Reeds in de vóór-christelijke jaartelling is het gebruik van aardolie bekend. Toepassingen voor medicinale doeleinden dateeren reeds uit de middeleeuwen, maar men mag aannemen, dat de ontgonnen hoeveelheden zeer gering waren. Van industriele betee-



Figuur 19.

Lijn I geeft aan het wereldverbruik aan steen- en bruinkool in mln tonnen.
Trendlijn voor de periode 1920—1936: $Y = 1210.5 + X$.

Lijn II geeft aan de wereldproductie van aardolie omgerekend in steenkool in mln tonnen.

Lijn III geeft aan de wereldproductie van hydro-electriciteit omgerekend in steenkool in mln tonnen.

Lijn IV geeft aan de totale wereldproductie voor steen- en bruinkool, aardolie, waterkracht uitgedrukt in mln tonnen.

Trendlijn voor de periode 1920—1936: $Y = 1456 + 22.17 X$.

Lijn V geeft aan de totale wereldproductie steen- en bruinkool, aardolie, waterkracht, verminderd met het aardolieverbruik voor motorische voertuigen en vaste producten.

Trendlijn voor de periode 1920—1936: $Y = 1388 + 15.23 X$.

kenis wordt de ontginning eerst na het midden der 19e eeuw; tot 1870 is de productie vrijwel uitsluitend geconcentreerd in de Ver. Staten (90% van de wereldproductie), na dit jaar treedt ook Rusland als producent op den voorgrond. De Ver. Staten handhaven echter gedurende de geheele ontwikkelingsperiode hun domineerende positie als producent met meer dan 60% van de totale winning. De fenomenale opbloei van de aardolieexploitatie wordt voldoende weergegeven door onderstaande cijfers en lijn II van figuur 19.

TABEL 8. Jaarlijksche productie ¹⁾ van aardolie in 1000 hl. benevens het aequivalent in steenkolen omgerekend waarbij volgens DUNLOP ²⁾ 1000 hl. aardolie = 137.6 ton steenkool.

Jaar	Productie aardolie in 1000 h.l.	Aequivalent in kolen 1000 ton	Jaar	Productie aardolie in 1000 h.l.	Aequivalent in kolen 1000 ton
1860	788	107	1925	1.697526	233700
1885	58200	8008	1926	1.746219	240404
1890	121313	16693	1927	2.004854	276010
1895	163503	22498	1928	2.103140	289541
1900	237090	32640	1929	2.360058	324912
1905	340933	46912	1930	2.241459	308584
1910	518622	71362	1931	2.164830	298034
1913	613043	84398	1932	2.148959	295849
1920	1.106950	152395	1933	2.310030	318024
1921	1.217633	167633	1934	2.394914	329710
1922	1.365494	187989	1935	2.582422	355525
1923	1.614803	222312	1936	2.824286	388822
1924	1.612312	221969			

In de laatste vijf decennien stijgt de wereldproductie van aardolie gemiddeld met 5.9% per jaar. De kolenproductie neemt met 3.8% per jaar toe in de periode 1885—1913, en fluctueert na den oorlog om het niveau van 1913. De aardolieproductie blijft echter ook na dit jaar regelmatig groeien met een gemiddelde van 5.6% per jaar.

¹⁾ Annuaire statistique de la France 1924, blz. 295. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. MEIS Dr. H.: Entwicklung und Stand der Weltkohlenwirtschaft Glück Auf 1930, blz. 121.

²⁾ DUNLOP: Power resources of the world in World Power Conference, Londen 1929 blz. 81.

Een ander in het oog vallend verschijnsel is, dat de aardolie-industrie minder conjunctuurgevoelig is dan de kolenproductie.

Wat betreft de wereldvoorziening van energie door waterkracht opgewekt, volgens gegevens van de Geolog. Survey for U.S.A. ¹⁾ en andere ²⁾ zou in exploitatie zijn in:

1911: 8 mln pk	1926: 33.0 mln pk
1913: 14.2 „ „	1928: 40.25 „ „
1921: 22.8 „ „	1930: 45.6 „ „
1923: 28.9 „ „	1935: 55.0 „ „

Voor de berekening van de hoeveelheid kolen, die verdrongen is, door de energie, opgewekt met behulp van waterkracht, dient bekend te zijn:

- 1e. De verhouding tusschen het gemiddeld aantal bij volle belasting van de waterkrachtcentrale per tijdseenheid af te geven elektrische eenheden en het in de geëxploiteerde waterhoeveelheden aanwezige vermogen. Deze verhouding hangt af van de variaties in den watertoevloed en van het rendement van de centrale.
- 2e. Het gemiddelde aantal bedrijfsuren per jaar.

In de berekeningen van de wereldkrachtconferenties ³⁾ wordt voor het eerste getal als gemiddelde voor de geheele wereld aangenomen 83%, terwijl het aantal bedrijfsuren per jaar 6000 bedraagt en aangenomen wordt, dat 1 kWh. overeenkomt met 1 kg. kolen. Van de in de geëxploiteerde waterkracht aanwezige energie wordt dus $0,83 \times \frac{6000}{24 \times 365} = \pm 57\%$ omgezet in elektrische energie.

Rekening houdende met deze cijfers is voor de achtereenvolgende jaren een tabel op te stellen (gedeeltelijk door interpolatie) voor het equivalent in kolen van de door waterkracht opgewekte energie.

¹⁾ Water power of the world in World Atlas of commercial geology.

²⁾ Die Elektrizitätserzeugung der Welt im Jahre 1935 Glück Auf 1937, no. 9. blz. 200 Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Internationale Uebersichten.

³⁾ DUNLOP: Power resources of the world: World Power Conference Londen 1929 blz. 81.

TABEL 9. Door waterkracht opgewekte energie, uitgedrukt in kolenaequivalent (1000 ton).

1911:	29.280	1928:	147.200
1913:	51.900	1929:	157.000
1921:	83.400	1930:	166.800
1922:	94.600	1931:	173.680
1923:	105.800	1932:	180.560
1924:	110.200	1933:	187.440
1925:	115.500	1934:	194.320
1926:	120.700	1935:	201.170
1927:	133.900		

Uit de genoemde cijfers is te concludeeren, dat de aardolie en de waterkracht gedurende de laatste 25 jaren de kolen als energiebron in belangrijke mate verdrongen hebben.

Terwijl de jaarproductie van kolen gedurende de periode 1920—1936 slechts enkele malen boven de jaarproductie van 1913 stijgt, is de productie van aardolie in 1936, vergeleken bij 1913, tot $\pm 450\%$ toegenomen, de waterkracht is vermeerderd van 100 in 1913 tot 387 in 1935.

Wat betreft de verdringing van kolen door aardolie moet echter een restrictie gemaakt worden in dier voege, dat de aardolie en haar derivaten een voornaam aandeel hebben in de enorme vlucht, die het motorisch verkeer heeft genomen.

Verder is te overwegen, dat een gedeelte van de aardolieproducten dient als smeerolie (3.7—3.8%) ¹⁾ en dat de aardolie bij distillatie een vast residu achterlaat. Het percentage hiervan wisselt belangrijk en hangt af van het uitgangspproduct en de wijze van bewerking der aardolie (gemiddeld 6—7%) ²⁾.

Rekening houdende met het aantal motorische voertuigen, en een gemiddeld verbruik van 25 hl per voertuig en per jaar ³⁾, en in aanmerking nemende het verbruik van aardolieproducten voor smeerolie en in vasten vorm, kan de volgende tabel worden opgesteld voor de hoeveelheid aardolie, die geen steenkolen verdrong.

¹⁾ The science of petroleum, Volume IV, Oxford University Press 1938, blz.2393.

²⁾ GRAETZ, ANDRÉ: Pétroles Naturels et Carburants de synthese Paris 1931, blz. 22. Deze cijfers veranderen tusschen 1914 en 1936 niet noemenswaard. (Energiequellen der Welt, Sonderheft 44, Schriften des Instituts für Konjunkturforschung, blz. 27).

³⁾ The science of petroleum, Volume IV, blz. 2395 en 2408.

TABEL 10. Het aantal motorische voertuigen, het verbruik aan vloeibare brandstoffen en andere aardolieproducten, uitgedrukt in 1000 ton kolen.

Jaar	Aantal motorische ¹⁾ voertuigen ²⁾ in mln	Verbruik vloeibare brandstof in 1000 ton kolen	Verbruik voor andere doeleinden 10 % van de productie in 1000 ton kolen	Totaal in 1000.000 ton kolen
1914	2	6880	8440	15.32
1920	11.2	38528	15240	53.77
1921	13	44720	16760	61.48
1922	14.7	50568	18800	69.37
1923	18	61920	22230	84.15
1924	21.5	73960	22200	96.16
1925	24.7	84968	23370	108.34
1926	27.9	95976	24040	120.01
1927	30.0	103200	27600	130.80
1928	32.1	110424	28950	139.37
1929	35.0	120400	32490	152.89
1930	35.6	122636	30860	153.49
1931	35	120400	29800	150.20
1932	35	120400	29580	149.98
1933	35	120400	31800	152.20
1934	35	120400	32970	153.30
1935	37	127280	35550	162.83
1936	39	134200	38880	173.08

De gezamenlijke wereldproductie van energie als 1e reeks, is te bepalen uit de som van de drie genoemde componenten, onder verwaarlozing van de energie, opgewekt door wind, natuurgas en hout.

Een 2e reeks werd vastgesteld voor de wereldproductie van energie verminderd met het verbruik van aardolieproducten voor motorisch verkeer en andere doeleinden.

De ontwikkeling van de twee reeksen wordt weergegeven door de volgende tabel.

¹⁾ DEMARET E.: Le développement des transports par Automobiles. Revue Universelle des Mines. 1 Mei 1934.

²⁾ Het aantal motorische voertuigen is bij benadering opgegeven, aangezien de gegevens nogal belangrijke verschillen vertoonen.

TABEL 11. Wereldproductie van energie, in- en exclusief het verbruik voor motorische voertuigen en andere doeleinden, herleid tot mln ton steenkool.

Jaar	1 Productie steen- en bruinkolen	2 Productie aardolie	3 aardolie na aftrek voorauto's en vaste producten	4 Energie opgewekt door waterkr. herleid tot kolen	Som van 1, 2, 4	Som van 1, 3, 4
1885	388	8			396	
1890	489	16.7			505.7	
1895	555	22.5			577.5	
1900	734	32.6			766.6	
1905	893	46.9			939.9	
1910	1093	71.4		29.3	1193.7	
1913	1265	84.4	69.1	51.9	1401.3	
1920	1227	152.4	98.6	73.0	1452.4	1398.6
1921	1036	167.6	106.1	83.4	1287.0	1225.5
1922	1112	188.0	118.6	94.6	1394.6	1325.2
1923	1261	222.3	138.1	105.8	1589.1	1504.9
1924	1252	222.0	125.8	110.2	1584.2	1488.0
1925	1256	233.7	125.4	115.5	1605.2	1496.9
1926	1249	240.4	120.4	120.7	1610.1	1490.1
1927	1350	276.0	145.2	133.9	1759.9	1629.1
1928	1320	289.5	150.1	147.2	1756.7	1617.3
1929	1394	324.9	172	157.0	1875.9	1723.0
1930	1277	308.6	155.1	166.8	1752.4	1598.9
1931	1148.7	298.0	147.8	173.7	1620.4	1470.2
1932	1024	295.8	145.8	180.6	1500.4	1350.4
1933	1067.3	318.0	165.8	187.4	1572.7	1420.5
1934	1169.4	329.7	176.4	194.3	1693.4	1540.1
1935	1249.9	355.5	192.7	201.3	1806.6	1643.8
1936	1315.7	388.8	215.7	206.7	1911.2	1738.1

In figuur 19 geven de lijnen IV en V, die betrekking hebben op de genoemde reeksen, nog een beter beeld dan de cijfers. In de eerste plaats valt op, dat de daling in de totale energieproductie tusschen de jaren 1929 en 1932 vrijwel geheel ten laste van de kolen komt en nadat in 1932 het diepste punt bereikt is, de opgaande beweging voor de totale energieproductie in een sneller tempo geschiedt, dan die voor kolen; deze verschijnselen wijzen er op, dat de productie van de overige energievormen minder conjunctuur-gevoelig is dan de productie van vaste brandstoffen.

Hierbij is echter te overwegen, dat de lijnen productiecijfers voorstellen en dat voor aardolie in verband met de conjunctuur van jaar tot jaar vrij belangrijke verschillen kunnen bestaan tusschen productie en consumptie

Van belang bij dergelijke onderzoeken is het bepalen van de ontwikkeling der productie op langen termijn, met uitschakeling van de conjunctuurinvloeden; daartoe werd voor de lijnen I, IV en V van fig. 19 een rechtlijnige regressielijn bepaald voor de periode 1920—1936.

Voor de productie van kolen (lijn I) luidt de regressievergelijking:

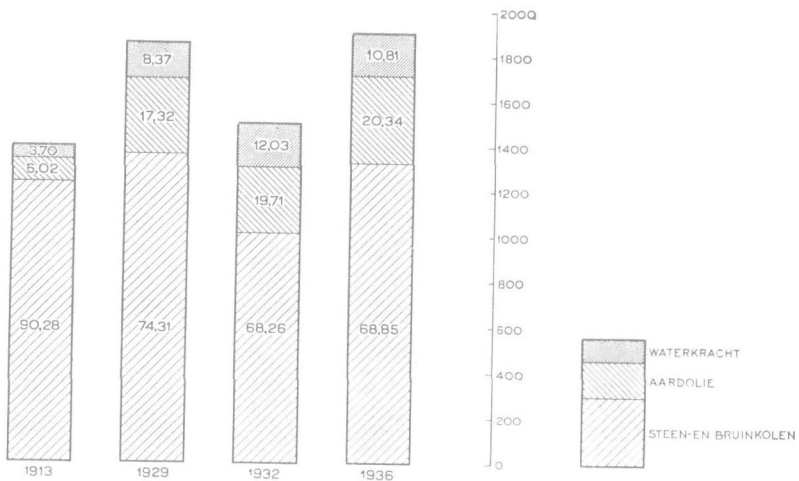
$$Y = 1210,5 + 1,08 X.$$

Voor de totale energieproductie (lijn IV): $Y = 1456 + 22,17 X.$

Voor de totale energieproductie, verminderd met het verbruik van aardolie voor motorvoertuigen en andere doeleinden:

$$Y = 1388 + 15,23 X.$$

De vergelijkingen wettigen de volgende conclusie: terwijl de wereldproductie van energie, afgezien van de conjunctuurinvloeden nog met $\pm 1,5\%$ per jaar stijgt en indien men het motorisch verkeer en de andere aardolieproducten uitschakelt, nog met rond $1,1\%$, blijft de gemiddelde wereldproductie van kolen (met uitschakeling van de conjunctuurinvloeden) vrijwel constant op een niveau, 50 mln ton lager, dan in 1913.



Figuur 20. Aandeel van de verschillende energievormen in de wereld-energievoorziening, omgerekend in mln ton kolen.

Sedert 1913 is een belangrijke structureele verandering in de energieproductie waar te nemen ten koste van de kolen en ten bate van de aardolie en de hydro-electriciteit. De blokdiagrammen van figuur 20, waarbij het procentueele aandeel van ieder der energieproducenten voor de verschillende jaren is aangegeven, doen dit duidelijk uitkomen.

Terwijl in 1913 nog ruim 90% van de geheele wereldenergie door kolen werd geleverd, daalt nadien dit cijfer voortdurend en bereikt in de laatste 10 jaar nog slechts 70%. Het procentueele aandeel van de aardolie in de energievoorziening van de wereld blijft voortdurend stijgende, ook gedurende de jaren van economische depressie. Het procentueele aandeel van de waterkracht schijnt gedurende de laatste jaren iets af te nemen.

Naast het feit van de verschuiving van het energieverbruik van kolen naar aardolie en hydro-electriciteit, is als ander belangrijk verschijnsel te constateeren, dat na den wereldoorlog de stijging van het totale energieverbruik niet meer in die mate plaats vindt, zooals voordien. Terwijl in de periode 1885—1913 de totale productie met gemiddeld 4.5% per jaar stijgt, is dit cijfer voor 1920—1936 nog slechts 1.5%.

Teneinde hiervoor een verklaring te vinden, dient een lijn bepaald te worden, die het volume van de productie over een langen termijn aangeeft, met uitschakeling van de variaties in de productie als gevolg van de periodieke crises.

Daartoe is in figuur 19 voor de periode 1885—1913 de productie voor intervallen van vijf jaar aangegeven, en aansluitende aan deze punten een vloeiend verloopende lijn getrokken. Door deze lijn te verbinden met de reeds bekende, vroeger bepaalde regressielijnen voor de periode 1920—1936, vindt men voor I, IV en V een lijn, aangevende de behoefte aan kolen en totaalenergie in de laatste 50 jaren, indien geen conjunctuurschommelingen plaats vonden.

In de onderzoeksperiode van 50 jaren is de bevolking belangrijk toegenomen, zoodat het wenschelijk lijkt, hiermede rekening te houden, door voor de verschillende energievormen het verbruik per hoofd te bepalen.

In tabel 12 zijn de cijfers berekend, waarbij als energieverbruik niet de jaarproductiecijfers, maar de waarden genomen zijn van de lijnen, die het verloop op langen termijn aangeven.

TABEL 12. Wereldproductie van energie per hoofd der bevolking.

Jaar	Wereldbevolking in mln ¹⁾	Lijn I Wereldproductie kolen		Lijn IV Wereldproductie kolen, aardolie en waterkracht omgerekend in kolen		Lijn V Wereldprod kolen, aardolie, waterkracht verminderd met het verbruik van auto's en vaste prod. omgerekend in kolen	
		absoluut in mln ton	per hoofd in ton	absoluut in mln ton	per hoofd in ton	absoluut in mln ton	per hoofd in ton
1885	1400	388	0.277	396	0.283	396	0.283
1890	1437	489	0.340	500	0.348	500	0.348
1895	1487	590	0.398	620	0.416	620	0.416
1900	1537	734	0.478	766	0.498	766	0.498
1905	1600	893	0.558	940	0.588	940	0.588
1910	1698	1093	0.644	1193	0.703	1193	0.703
1913	1755	1140	0.677	1300	0.741	1300	0.741
1920	1788	1210	0.677	1456	0.814	1390	0.777
1922	1818	1212	0.666	1500	0.825	1420	0.781
1924	1848	1214	0.656	1545	0.836	1450	0.785
1926	1879	1216	0.646	1590	0.846	1480	0.787
1928	1936	1218	0.629	1634	0.843	1510	0.780
1930	1988	1220	0.613	1678	0.842	1540	0.775
1932	2031	1222	0.601	1722	0.848	1570	0.773
1934	2077	1224	0.589	1766	0.850	1600	0.770

De figuur 21 toont met de lijnen I, IV en V duidelijk, het, tusschen 1885 en 1913 steeds groeiende verbruik van energie per hoofd der bevolking en hoe na 1920 deze groei tot stilstand komt. Voor kolen daalt het specifiek verbruik zelfs van 1913—1934 met 14.5%.

Indien men à priori geneigd zou zijn aan te nemen, dat in een periode van ongebreidelde ontwikkeling der techniek en der economische potentie, in een tijd, waarin voor den beschaafden mensch de stoutste droomen niet alleen werkelijkheid werden, maar zelfs werden overtroffen, waarin zelfs voor de minder beschaafde volken een zekere mate van welstand begint te heerschen, de belangrijke stijging van de goederenproductie ter bevrediging van de in onbepaalde mate aanwezige behoeften zou gepaard gaan met een evenredige stijging van het verbruik aan energie, dan blijkt uit bovenstaande cijfers, dat dit allerminst het geval is.

¹⁾ Office permanent de l'institut international de statistique.

Increase in the population of the earth and of the continents since 1650.

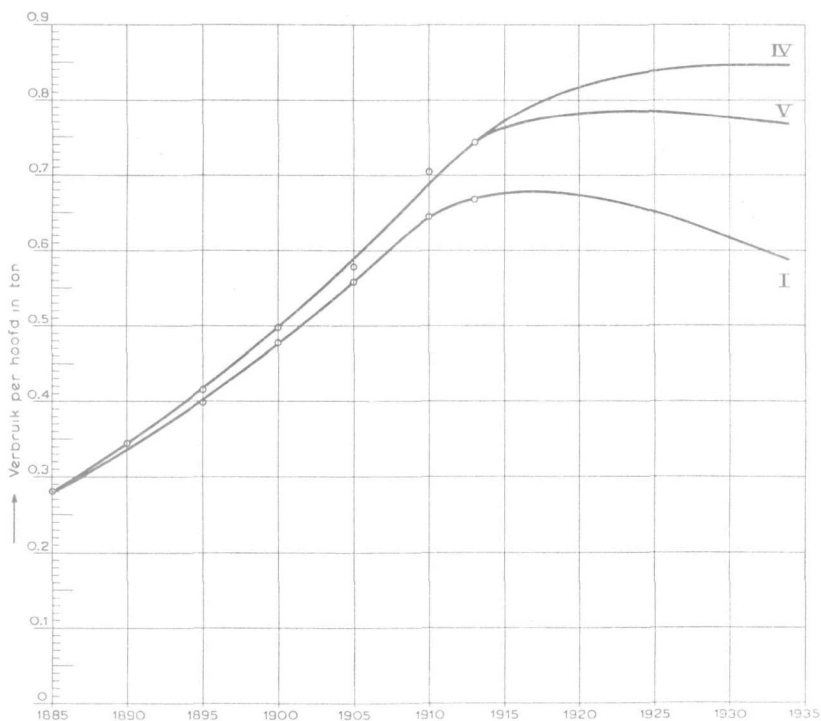


Fig. 21. Energieverbruik der wereld per hoofd der bevolking.

Een nader onderzoek naar het verband tusschen het volume van geproduceerde goederen en het energieverbruik brengt deze tegenstelling nog duidelijker naar voren.

Wanneer onderstaand getracht is, de relatie tusschen deze grootheden vast te leggen, dient vooraf opgemerkt te worden, dat:

- 1e. Over een periode van 80 jaren geen index van de wereldgoederen productie bestaat, zoodat aan de hand van de productie-indices voor meerdere goederen een algemeen geldige te bepalen is.
- 2e. Dat afgezien van een meer rationeel verbruik, de benodigde energie voor de voortbrenging van goederen niet noodzakelijk proportioneel behoeft te zijn met het volume der productie. Een onevenwichtige ontwikkeling van de productie van die goederen, voor wier vervaardiging in belang-

rijke mate energie verbruikt wordt, kan belangrijke verschuivingen in het totale energieverbruik veroorzaken.

Teneinde den algemeenen productie-index van 1850—1930 te bepalen werd gebruik gemaakt van de indices voor:

- de bedragen in milliarden gulden van den internationalen handel.
- de bruto waarde der industriele productie in de Ver. Staten.
- het volume van de productie van een aantal belangrijke grondstoffen.
- het volume van de industriele productie in de Ver. Staten van 1899—1930.

De indices zijn omgerekend op de waarde 1890 = 100. We vinden dan voor de achtereenvolgende jaren:

Wereldhandel				Bruto waarde van de industriele productie in de Ver. Staten. ²⁾			
	absoluut bedrag in milld. gulden ¹⁾	index groothandelsprijzen in Engel. en Ver. St. 1901—1910 = 100 ³⁾	index voor wereldhandel na correctie 1890 = 100		absoluut bedrag in milld. \$	index groothandelsprijzen in de Ver. Staten 1901—1910 = 100 ³⁾	index voor productie na correctie 1889 = 100
1850	9	103	18	1879	5.37	95	56
1870	22	135	34	1889	9.37	93	100
1880	37	113	69	1899	11.41	84	135
1890	45	95	100	1904	14.79	96	153
1905	60	97	129	1909	20.67	109	189
1912	100	113	187	1914	24.25	110	220
				1919	62.42 ⁴⁾	231	269
				1923	60.56	173	347
				1925	62.71	177	351

¹⁾ GENECHTEN: Dr. R. van. Kapitalisme in Waar gaan wij heen, blz. 33.

²⁾ WOYTINSKI W. L.: Die Welt in Zahlen, blz. 8 en 10.

³⁾ TINBERGEN Prof. Dr. J.: De Konjunktuur, blz. 182 tabel 1. Zie ook voor de Ver. Staten; Warren en Pearson. Prices, blz. 85.

⁴⁾ KUCZYNSKI J. en M.: Der Fabrik-arbeiter in der Amerikanischen Wirtschaft, Leipzig 1930 blz. 9.

Wereldproductie kolen			Wereldproductie ruwijzer ¹⁾		
	Absoluut bedrag	Index 1890 = 100		Absoluut bedrag in 1000 ton	Index 1890 = 100
1860	136 mln. ton	29	1870	12749 ²⁾	50
1872	260 „ „	55	1890	25568	100
1875	283 „ „	60	1895	31667	124
1880	310 „ „	65	1901	41282	161
1885	377 „ „	80	1907	60965	234
1890	474 „ „	100	1913	78809 ³⁾	308
1895	536 „ „	113	1920	62876	246
1905	858 „ „	180	1924	68337	267
1913	1215 „ „	257	1926	79200	309
1915	1128 „ „	240	1928	88740	347
1925	1256 „ „	265	1930	80070	313
1930	1277 „ „	270			

Wereldproductie lood ²⁾			Zink ²⁾		
	absoluut in 1000 ton	index		absoluut in ton	index
1846—1850	136	25	1846—1850	40410	12
1876—1880	356	69	1876—1880	212000	68
1886—1890	518	100	1886—1890	322000	100
1896—1900	800	154	1896—1900	455000	141
1913	1228	234		—	
1920	883	170	1920	762000	234
1924	1220 ³⁾	234	1924	1000000 ³⁾	310
1928	1762	340	1928	1401000	435
1930	1697	327	1930	1394000	433

Tin ²⁾					
	absoluut in 1000 ton	index			
1841—1850	10.8	18	1913	136	226
1871—1880	31.3	52	1920	124	207
1881—1890	48.2	83	1924	149 ³⁾	226
1890	60.0	100	1928	183	305
1891—1901	85.0	140	1930	176	293

¹⁾ WOYTINSKI W. L.: Die Welt in Zahlen, blz. 167 en 168.

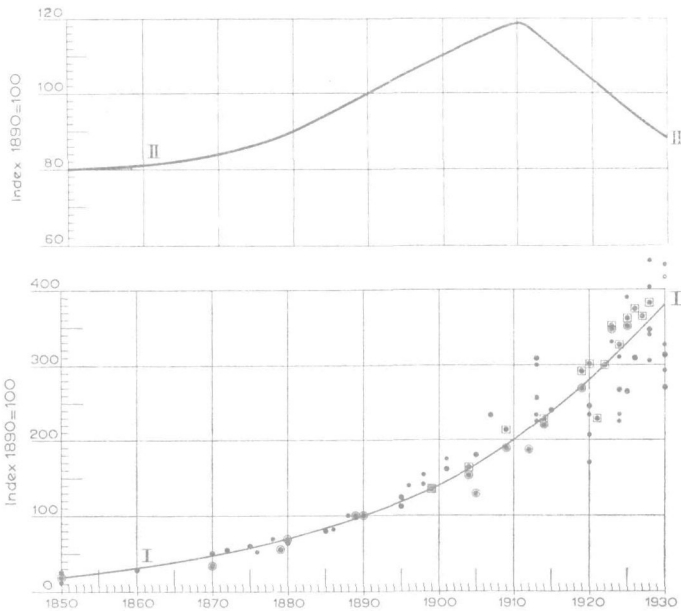
²⁾ „ „ „ „ „ „ „ blz. 169—186.

³⁾ Annuaire Statistique de la Société des Nations.

Wereldproductie suiker absoluut in 1000 ton			Index voor het volume van de industriële productie ²⁾ in de Ver. Staten (1890 = 100).			
absoluut in 1000 ton	index					
1852	1463 ¹⁾	23	1899	135	1922	300
1880	3846	61	1904	164	1923	351
1890	6277	100	1909	214	1924	326
1901	10880	175	1914	228	1925	363
1913	18923	300	1919	291	1926	375
1923	20553	330	1920	301	1927	365
1925	24791	390	1921	229	1928	383
1928	25394	404				
1930	26119	416				

Een aantal grondstoffen zoals aardolie, aluminium, rubber, waarvan de productie in de verschillende jaren bekend is, zijn voor de bepaling van een algemeen indexcijfer niet te gebruiken, aangezien de ontwikkeling der productie van recenten datum is, zoodat abnormale waarden voor de indices ontstaan (voor aardolie zou vergeleken bij 1890, de index in 1930 bedragen 1850).

Door de bovengenoemde cijfers uit te zetten in figuur 22 en een



Figuur 22.

¹⁾ WOYTINSKI W. L.: Die Welt in Zahlen, blz. 265.

²⁾ KUCZYNSKI J. en M.: Der Fabrik-arbeiter in der Amerikanischen Wirtschaft, Leipzig 1930, blz. 15.

lijn door deze punten te construeeren, is bij benadering een index voor de wereldproductie te bepalen en aangezien het energieverbruik (met uitschakeling van de conjunctuurinvloed) bekend is kan de index voor het energieverbruik per eenheid van productie vastgesteld worden. (Tabel 13).

Het behoeft geen nader betoog, dat de aldus bepaalde cijferreeksen slechts te beschouwen zijn als een poging tot oriëntatie en dat de getallen slechts onder dit voorbehoud mogen gebruikt worden. Dit geldt vooral voor de jaren 1850—1890 waar het verloop van de lijn, gezien het geringe aantal punten onzeker is.

TABEL 13. Aangevende de indices voor de wereldgoederenproductie, de energieproductie en het verbruik van energie per eenheid van productie.

Jaar	Index voor goederenproductie 1890 = 100	Index voor energieproductie 1890 = 100	Index voor verbruik-energie per eenheid van productie
1850	20	16	80
1860	33.5	27.2	81
1870	50	42	84
1880	70	63	90
1885	83	79.2	95
1887	90	88	98
1890	100	100	100
1892	106	109	103
1895	111	124	106
1897	122	133	109
1900	142	155.2	109
1902	150	164	109
1905	166	188	113
1917	180	206	115
1910	200	238.6	119
1912	217	251	116
1923	252	260	116
1920	280	292	105
1902	302	300	100
1925	333	314	94
1927	355	323	91
1928	370	327	88

De lijn II van figuur 22, die de getallen van kolom 3 weergeeft, vertoont een regelmatige stijging van 1870—1910, in welk jaar het culminatiepunt bereikt wordt, en een ononderbroken daling aanvangt, zoodat het verbruik van energie per eenheid van productie in 1928 gelijk is te stellen aan dat van 1880.

Bij het zoeken naar een verklaring voor het karakteristiek verloop dezer lijn, dienen wij aan te nemen, dat de stijging tot 1910 is toe te schrijven aan het streven, de industrieele productie in steeds toenemende mate te mechaniseeren. Deze ontwikkeling werd echter na 1910 zeker niet vertraagd, zoodat de daling na dit jaar alleen te verklaren is, door aan te nemen, dat de ontwikkeling van de warmtetechniek — mede als gevolg van den kolennood gedurende den oorlog — tot besparingen heeft geleid die belangrijker waren dan het verbruik van de nieuw geïnstalleerde machines.

Enkele voorbeelden mogen dit nader illustreeren:

Voor het hoogovenproces in Duitschland werden in 1913 verbruikt 1.14 ton cokes of 1.63 ton kool per ton ruwijzer, in 1927 was dit cijfer gedaald tot 1,017 ton cokes overeenkomende met 11% besparing. In de Ver. Staten zou in ditzelfde tijdsverloop per ton ruwijzer de vermindering van het brandstofverbruik zelfs 14% bedragen ¹⁾. Niet minder markant is de besparing bij de opwekking van elektrische energie. Bedroeg het verbruik in 1913 per kilowattuur nog 0.8—0.9 kg kolen, de moderne centrale kan volstaan met 0.5 kg per kilowattuur. De besparing aan brandstof op de Deutsche spoorwegen bedroeg tusschen de jaren 1913 en 1928 rond 18.6% per mln. bruto tkm. ¹⁾.

In Engeland werd in 1913 uit 1 ton kolen 11.925 cub. voet gas gewonnen, in 1930 was dit gestegen tot 14.34 cub. voet. Het verbruik van kolen voor de opwekking van 1 kWh daalde van 4.95 lbs in 1913 tot 1.83 lbs in 1930. Tusschen de twee genoemde jaren daalde het kolenverbruik in genoemd land voor 1 ton ruwijzer van 42 cwts. op 37.8 cwts. en voor 1 ton staal van 30 cwts. op 23.2 cwts. Het verbruik voor huisbrand verminderde in genoemde periode van 0.968 ton op 0.895 ton per hoofd der bevolking²⁾.

Vervolgens is te bedenken, dat bij de voortschrijdende concentratie van bedrijven, de mechanische installaties beter belast worden,

¹⁾ MEIS H.: *Entwicklung und Stand der Welt-Kohlen-Wirtschaft*, Glück Auf 1930, blz. 121.

²⁾ Veranderingen in het kolenverbruik in Gr. Britannië: *De Ingenieur* 1932, M 40.

waardoor het rendement verbetert, en kleine energieverbruikers uit economische overwegingen steeds meer ertoe overgaan hun energie van een centrale bron te betrekken.

De verbeteringen in de warmtetechniek, waren voor den afzet van kolen niet uitsluitend nadeelig, ze bevorderden gelijktijdig het concurrentie-vermogen van de kolen tegenover de nieuwe energievormen, en de oplossing van het probleem in hoeverre de kolen in de toekomst hunne plaats kunnen handhaven of nog verder zullen moeten afstaan aan de olie en de hydro-electriciteit, zal mede in verband met de energievoorraden, die den mensch nog ter beschikking staan, gezocht moeten worden in de chemische verwerking van kolen en de verder gaande verbetering van de warmtetechniek.

§ 2. De wereldvoorraden van steen- en bruinkolen en aardolie.

In aansluiting aan de in § 1 van dit hoofdstuk geschetste ontwikkeling van het relatieve aandeel van elk der componenten in de productie van de gezamenlijke wereldenergie, is het van belang na te gaan, hoe het staat met de nog op of in den aardbodem aanwezige energievoorraden.

Bij een dergelijke begrooting dient een duidelijk onderscheid gemaakt te worden tusschen energiebronnen, zooals kolen en aardolie, wier levensduur door de aanwezige voorraden in verband met het jaarlijksch verbruik bepaald is, en die alleen verlengd kan worden door de ontdekking van nieuwe velden, en tusschen die energiebronnen, die voortdurend door de natuur vernieuwd worden, zooals de waterkracht, die alleen geografisch en technisch begrensd is. In het laatste geval kan niet van een bepaalde voorraad gesproken worden, maar is enkel te vermelden dat de gezamenlijke op de wereld aanwezige waterkracht, die volgens oudere opgaven op 444.5 mln pk. ¹⁾ en volgens de nieuwere gegevens op 472 mln pk ²⁾ berekend wordt, indien zij volledig in exploitatie werd gebracht, jaarlijks een hoeveelheid kolen, zou kunnen vervangen. Bovendien moet worden aangestipt, dat iedere schatting van de voorraden kolen en aardolie, alleen bij benadering kan gelden; vervolgens, dat de exploitatiemogelijkheden voor de aanwezige voorraden in belangrijke mate beïnvloed worden, door de ontwikkeling

¹⁾ DUNLOP: Power resources of the World, Londen 1929, blz. 42.

²⁾ Die Elektrizitätserzeugung der Welt im Jahre 1935, Glück Auf 1937, blz. 200

van de techniek, verder dat de mogelijkheid van nieuwe vindplaatsen steeds openstaat, zoodat de voorraadsbegrotingen lager zullen zijn dan de werkelijkheid.

Een eerste schatting van 5.834.394 mln tonnen kolen voor den wereldvoorraad werd in 1913 gegeven door het 12e Internationale Geologen congres te Toronto. Deze cijfers werden op de verschillende wereldkrachtconferenties herzien. Volgens de meest recente begrooting door DUNLOP bewerkt en dateerende uit 1936 ¹⁾ zouden de tegenwoordig bekende wereldvoorraden bedragen:

TABEL 14.

Zekere en waarschijnlijke steen- en bruinkolen voorraden tot 2000 meter diepte in mln tonnen. ²⁾

	zekere en waarschijnlijke voorraden		waarvan zekere voorraden	
	steenkol	bruinkool	steenkol	bruinkool
<i>Europa.</i>				
Duitschland	228721	56758	87330	28837
Engeland	200261	—	138183	—
Nederland	4402	5	585	—
België	11000	—	—	—
Frankrijk	16611	1614	5803	1614
Spanje	8001	767	5826	394
Portugal	20	—	20	—
Italië	144	181	3	49
Oostenrijk	31	2938	13	608
Hongarije	113	1604	3	176
Joegoslavië	45	4679	4	2088
Tsjecho-Slowakije	28410	12393	2966	3097
Polen	138128	17326	9600	973
Roemenië	48	2747	7	717
Bulgarije	140	3860	30	358
Griekenland	—	40	—	10
Europeesch Rusland	74790	5940	13196	350
Zweden	114	—	106	—
Denemarken	—	50	—	—
Spitsbergen	8750	—	—	—
Totaal	779629	110902	263675	39271

¹⁾ MEIS Dr. H.: Die Kohlenvorräte der Welt. Glück Auf 1936, blz. 489.

²⁾ In „Energiequellen der Welt“ (Sonderheft 44, Schriften des Instituts für Konjunkturforschung blz. 10) wordt de wereldvoorraad geschat op:
 zekere en waarschijnlijke voorraad steenkolen: 4650 mld. ton
 waarvan zekere „ „ 303 „ „
 zekere en waarschijnlijke „ bruinkolen: 2887 „ „
 waarvan zekere „ „ 393 „ „

N. en Z. Amerika	2251238	2723894	29164	349247
waarvan Ver. Staten	1975205	1863452	.	.
Azië	1344230	13722	32187	498
Australië	134157	35298	2373	12106
Afrika	66577	1054	345	154
Totaal wereld	4575831	2884870	327744	401276

Indien bruinkool omgerekend wordt in de verhouding: een ton bruinkool = 0.4 ton steenkool, bedraagt de kolenvoorraad, uitgedrukt in mln tonnen steenkool:

	Zekere en waarschijnlijke voorraad.	Zekere voorraad.
voor Europa	826.207	279.461
voor de wereld	5.735.548	489.057
(in de Ver. Staten bevindt zich 58.3% van den wereldvoorraad).		

Bij de tegenwoordige productie is de zekere en waarschijnlijke kolenvoorraad voldoende voor 4552 jaren, de zekere voorraad voor 388 jaren. Voor Europa is de zekere en waarschijnlijke voorraad voldoende om gedurende 1486 jaren in de tegenwoordige Europeesche behoefte te voorzien, terwijl de zekere voorraad voor 503 jaren toereikend is.

Het is natuurlijk bezwaarlijk te voorspellen welk gedeelte van de thans als waarschijnlijk opgegeven voorraden, in de toekomst als zeker te beschouwen is. In elk geval zijn de steenkoolvoorraden van dien aard, dat het tegenwoordige verbruik zelfs beduidend zou kunnen stijgen zonder dat dit op de voorraden voorloopig merkbaar van invloed zou zijn, terwijl als zeer belangrijke factor mag aangestipt worden, dat de voornaamste cultuurlanden van West-Europa nog in eigen bodem voor een geruimen tijd van kolen voorzien zijn (± 1000 jaren).

Een geheel ander beeld vertoonen de gepubliceerde gegevens over de tegenwoordig bekende reserves aan aardolie. Volgens een recente publicatie in de *Moniteur du Pétrole Roumaine* zouden deze aanvang 1936 bedragen in 1000 ton ¹⁾.

¹⁾ Glück Auf 1937, blz. 18.

Dezelfde cijfers worden gegeven in: *Energiequellen der Welt*, Sonderheft 44, blz. 11.

TABEL 15. Bekende reserves aan aardolie in 1000 ton.

<i>Europa.</i>	Aardolie gewonnen tot einde 1935 in 1000 ton.	Olievoorraad aanvang 1936 in 1000 ton.	Idem in $\frac{0}{0}$ van den totalen voorraad.	Levensduur bij de tegenwoordige productie.
Rusland	471038	550658	13.54%	22 jaren
Roemenië	91092	113133	2.78 „	13 „
Polen	34142	68956	1.70 „	13 „
Frankrijk	2050	1343	0.03 „	18 „
Duitschland	3635	1261	0.03 „	3 „
Oostenrijk	12	991	0.02 „	150 „
Albanië	21	990	0.02 „	198 „
Tsjecho-Slowakije	285	945	0.02 „	45 „
Overige landen	315	3844	0.09 „	21 „
Totaal	602592	742121	18.25 „	22 „
<i>N. Amerika.</i>				
Ver. Staten	2410457	2029283	49.91%	15 jaren
Mexico	243540	49281	1.21 „	9 „
Canada	5017	1171	0.03 „	6 „
Totaal	2658713	2079735	51.15%	15 „
<i>Z. Amerika</i>	250253	329173	8.10%	11 „
<i>Azië.</i>				
Irak	5480	395040	9.71%	110 jaren
Iran	87385	298962	7.35 „	39 „
Japan	9842	59514	1.46 „	23 „
Br. Indië	34128	12484	0.31 „	10 „
Overige landen	2857	3000	0.08 „	5 „
Totaal	139692	769000	18.91 „	58 „
Indische Archipel	101571	143626	3.53	21 „
Afrika	4091	2345	0.06	13 „
Totaal wereld	3756912	4066000	100%	18 jaren

De bekende, en voorloopig alleen als zeker te beschouwen wereldvoorraad aan aardolie is bij de tegenwoordige productie voldoende voor slechts 18 jaar. Het aardolieverbruik zal echter met groote

waarschijnlijkheid nog belangrijk stijgen, voornamelijk door de verdere uitbreiding van het automobilisme.

Indien men voor de toekomst rekening houdt met een jaarlijksche stijging, die gelijk is aan de gemiddelde toename gedurende de periode 1920—1936 (8600000 ton per jaar), terwijl de jaarproductie in 1936 225 942 880 ton bedroeg, is met behulp eener rekenkundige reeks te bepalen, dat de *bekende* voorraad nog voldoende zal zijn om gedurende 14.3 jaar in de behoefte te voorzien.

Dergelijke verontrustende cijfers zijn niet nieuw en algemeen wordt dan ook aangenomen, dat bij verdere verkenning nog voldoende *nieuwe velden* zullen gevonden worden, terwijl tevens in aanmerking moet worden genomen, dat bij de tegenwoordige wijze van exploitatie een belangrijk grootere hoeveelheid aardolie aan den bodem wordt onttrokken, dan vroeger.

In overeenstemming met de Internationale Londensche conferentie voor energiebronnen van 1924, aannemende, dat de *onbekende reserves* van aardolie nog het viervoud zouden bedragen van de *bekende*, zou deze hoeveelheid voldoende zijn om bij de bovengenoemde stijging van het jaarverbruik, gedurende 47,6 jaar de wereld van aardolie te voorzien. Verder dient men te bedenken, dat niet alle vindplaatsen gelijktijdig zullen uitgeput raken, en dat het om praktische en staatkundige redenen niet mogelijk zal zijn de productie van aardolie op de resterende velden te concentreren, met gevolg, dat reeds lang voor dat de aardolievoorraden volledig uitgeput zijn, een tekort zal optreden.

Afgezien van eventueele *onbekende reserves*, kan men vaststellen, dat de *bekende wereldvoorraad* aan aardolie slechts voldoende is voor 14—15 jaar, tegen de *bekende kolenvoorraad* voor 388 jaren en wat veel belangrijker is, de *West-Europeesche cultuurlanden* hebben allen groote *bekende voorraden kolen* in eigen bodem, practisch echter geen aardolie, zoodat zij wat de voorziening van laatstgenoemde grondstof betreft, afhankelijk zijn van andere landen en kwetsbare verbindingswegen.

Hoewel het niet te ontkennen is, dat het gebruik van vloeibare brandstoffen op verschillend gebied, wezenlijke voordeelen biedt boven de kolen, kan met het oog op de voorraden en de verdeling dezer voorraden over de verschillende landen niet aangenomen worden, dat de verdringing van kolen door aardolie algemeen zou worden. Aangezien verder de hydro-electriciteit aan plaats gebon-

den is, is het waarschijnlijk te achten, dat ook in de toekomst de kolen de voornaamste bron voor de energieverzorging van de wereld zullen blijven vormen.

§ 3. Het absolute en specifieke verbruik van kolen in Nederland mede in vergelijking met de omringende landen.

Hoewel het volume der Nederlandsche kolenproductie en het verbruik van deze grondstof in ons land ongeveer in evenwicht zijn, wil dit allermint beteekenen, dat bovengenoemde productie ook geheel op de binnenlandsche markt zou afgezet worden. Tegenover een belangrijken invoer van buitenlandsche kolen heeft steeds een belangrijken uitvoer der Nederlandsche kolen gestaan. Per saldo resulteerde meestal (met uitzondering van de jaren 1931, 1932, 1936 en 1937) een invoeroverschot dat daalde, naarmate de productie onzer mijnen steeg, zoodat het Nederlandsche product een grooter deel der markt kon veroveren. ¹⁾

Jaar	Invoer saldo in ton rekening houdende met bunkerkolen	Jaar	Invoer saldo in ton rekening houdende met bunkerkolen
1921	+ 3.182329	1929	+ 1.584635
1922	+ 3.968044	1930	+ 736321
1923	+ 3.219279	1931	— 59019
1924	+ 3.677524	1932	— 1545
1925	+ 3.185340	1933	+ 159128
1926	+ 1.500629	1934	+ 501540
1927	+ 1.833866	1935	+ 112915
1928	+ 927857	1936	— 601918

Omtrent de beweging dezer in- en uitgevoerde kolen, de landen van herkomst en bestemming, geven de jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen meer uitvoerige cijfers. Hierbij zij opgemerkt, dat na de belangrijke verschuivingen in den buitenland-schen kolenafzet, ingetreden na invoering van de handelsbeperken-de maatregelen van medio 1931, de uitvoer absoluut en procentueel minder gedaald is dan de invoer, zij het dan ook, dat dit resultaat

¹⁾ Jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen.

slechts kon bereikt worden, doordat onze kolen doordrongen in landen zooals Italië en Zwitserland, waar voordien weinig Nederlandsche kolen geleverd werden.

Al is sinds de conjunctuuropleving, die medio 1936 zich ook voor de kolen krachtig ontwikkelde, wel een beduidende verbetering te bespeuren in de handelspolitiek der ons omringende landen — getuige het uitvoersaldo van 1936 en 1937 — deze verandering dient niet te hoog te worden aangeslagen. Ze is voor een deel toe te schrijven aan de invoering van den verkorten arbeidstijd in Frankrijk, terwijl verder de conjunctuur van 1936 beïnvloed is door meerdere factoren van „kunstmatigen” aard. Het is begrijpelijk, dat mettertijd de verschillende landen er naar zullen streven hun eigen productie aan te passen aan een eventueel blijvend hooger verbruik, mede als stimulans tot liquidatie van hun werkeloosheidsproblemen.

Al is dus de uitvoer een belangrijke factor in de ontwikkeling onzer mijnindustrie, de betreffende quantiteiten zijn wisselvallig.

De afzet op de binnenlandsche markt is echter volkomen bekend en waar onze kolenindustrie in staat is vrijwel het geheele soortengamma te produceeren is het van groot belang de afzetmogelijkheden op de binnenlandsche markt aan een nauwkeurige analyse te onderwerpen, door achtereenvolgens te onderzoeken:

- a. De factoren, die het specifieke verbruik in ons land beheerschen.
- b. Het verbruik per eenheid van goederenproductie, in overeenstemming met de geschetste ontwikkeling voor het wereldenergie verbruik.
- c. Het verbruik per hoofd in Nederland, vergeleken bij andere landen.
- d. De verdeling van het verbruik over de verschillende belangrijke verbruiksgroepen, in vergelijking met andere landen.

Omtrent het verbruik van kolen per hoofd der bevolking in Nederland zijn gegevens te vinden in de jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen. Als verbruik is aangenomen de productie der mijnen, vermeerderd met het verschil tusschen in- en uitvoer. Deze cijfers geven echter niet geheel juist het jaarverbruik per hoofd der bevolking aan, daar zij geen rekening houden met de voorraadvorming op de mijnen en elders.

In de genoemde jaarverslagen zijn in bijlage V echter cijfers

vermeld van den afzet aan derden en het verbruik in eigen bedrijven, waaruit in verband met de bekende productiecijfers te bepalen is, de variatie in de jaarlijksche voorraden op de mijnen.

TABEL 16. Het absolute jaarverbruik van kolen in Nederland en per hoofd der bevolking.

Jaar	Jaarverbruik ¹⁾	Correctie voor voorraad ²⁾ toe of afname in 1000 ton	Werkelijk verbruik in 1000 ton	Bevolking ³⁾ in 1000.000	Verbruik per hoofd der bevolking in ton
1922	8834	+ 91,327	8925	7,03	1,270
1923	8815	— 48,389	8767	7,15	1,226
1924	9858	— 84,068	9774	7,26	1,346
1925	10302	—106,339	10196	7,37	1,383
1926	10343	+102,141	10445	7,47	1,398
1927	11322	— 57,452	11265	7,58	1,486
1928	11848	— 27,342	11821	7,68	1,539
1929	13166	+123,547	13289	7,78	1,708
1930	12947	—156,526	12790	7,89	1,621
1931	12842	— 85,206	12757	8,01	1,592
1932	12755	—374,507	12380	8,12	1,525
1933	12733	—303,265	12430	8,24	1,508
1934	12842	— 28,500	12814	8,34	1,536
1935	11991	+308,629	12300	8,44	1,457
1936	12201	+191,825	12392	8,52	1,454

Voor de verklaring van de wisselende waarden van de cijfers van het specifiek verbruik, zijn voornamelijk twee factoren van betekenis:

- 1e. de gemiddelde wintertemperatuur.
- 2e. de productie-index.

Of er nog andere factoren een rol spelen, zullen de resultaten van het onderzoek moeten uitmaken. Het dient hier opgemerkt te worden, dat de invloed van de temperatuur grooter is, dan uit het bekende verbruik van huisbrandkolen zou volgen, immers het verbruik van vele fabrieken voor verwarming valt buiten den huisbrandafzet, terwijl particulieren ook gebruik maken van gas of electrischen

¹⁾ Jaarverslagen Hoofdingenieur der Mijnen.

²⁾ Gegevens uit bijlage V van de jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen.

³⁾ Tabellen en grafieken samengesteld door het C.B.S. bladz. 42.

stroom voor het op temperatuur houden van hun woning. Het onderzoek strekt zich uit over de periode 1922—1936; hoewel ook voor vroegere jaren het specifiek verbruik bekend is, zijn de cijfers vooral gedurende de oorlogsjaren, door de bijzondere omstandigheden, waarin onze kolenvoorziening verkeerde, onbetrouwbaar, zoodat het beter werd geacht met een kleine reeks van betrouwbare cijfers te werken. Alvorens de berekening aan te vangen dienen de cijfers van de te verklaren reeks en van de verklarende reeksen herleid te worden tot afwijkingen van de trendwaarde (voor specifiek verbruik en productie-index) of van de gemiddelde waarde (temperatuur).

TABEL 17. Kolenverbruik per hoofd der bevolking, de productie-index en temperatuur, mede in afwijking van de trend- en gemiddelde waarde.

Jaar	I Verbruik per hoofd in ton ¹⁾			II Gemiddelde temperatuur v. d. maanden Jan., Febr., Mrt, Apr., Oct., Nov., Dec. ²⁾			III Productieindex ³⁾			
	absoluut	trend-waarde	afwijking van de trend	absoluut in graden	gemiddeld in graden	afwijking van gemiddelde in decigraden	absolute index	index per hoofd bev. 1925/27 = 100	trend-waarde	afwijking van de trend
			x_1			x_2				x_3
1922	1.270	1.3305	-0,060	4°,08	5°,02	- 9.4	59	80	91.93	-11.9
1923	1.226	1.3521	-0,126	5°,08	"	+ 0.6	62	82	93.41	-11.4
1924	1.346	1.3738	-0,028	4°,26	"	- 7.6	69	90	94.88	- 4.9
1925	1.383	1.3954	-0,012	4°,87	"	- 1.5	75	97	96.35	+ 0.6
1926	1.398	1.4170	-0,019	5°,97	"	+ 9.5	78	99	97.83	+ 1.2
1927	1.486	1.4386	+0,047	4°,88	"	- 1.4	83	104	99.31	+ 4.7
1928	1.539	1.4602	+0,079	5°,93	"	+ 9.1	95	118	100.78	+17.2
1929	1.708	1.4819	+0,226	3°,54	"	-14.8	100	122	102.26	+19.7
1930	1.621	1.5035	+0,117	5°,76	"	+ 7.4	102	123	103.73	+19.3
1931	1.592	1.5251	+0,067	4°,61	"	- 4.1	92	109	105.21	+ 3.8
1932	1.525	1.5467	-0,022	4°,90	"	- 1.2	80	94	106.68	-12.7
1933	1.508	1.5683	-0,060	4°,41	"	- 6.1	86	99	108.16	- 9.2
1934	1.536	1.5900	-0,060	6°,37	"	+13.5	92	105	109.63	- 4.6
1935	1.457	1.6116	-0,155	5°,56	"	+ 5.4	88	99	111.11	-12.1
trendlijn $y=1,3089+0,02162x$							trendlijn $y=90.46+1,4748x$			

¹⁾ Waarden overgenomen uit de vorige tabel.

²⁾ Gegevens van het Meteorologisch instituut De Bilt.

³⁾ TINBERGEN, Dr. J. Prijsdispariteit en handelsbeweging, de Ned. Conj. Mei 1936 blz. 13.

Indien wij aannemen, dat het verband tusschen het verbruik per hoofd en de temperatuur en de productie-index van lineaire aard is, wordt de betrekking in het algemeen aangeduid door den vorm: $x_1 = f(x_2, x_3) = b x_2 + c x_3$ (de constante factor a vervalst, omdat x_1 , x_2 en x_3 in afwijkingen van de trendwaarde zijn aangegeven).

b en c zijn nu zoodanig te bepalen, dat de som van de gequadrateerde afwijkingen, tusschen de werkelijke waarde van x_1 en de berekende waarde (x_1') een minimum is. Voor b en c voeren wij de gebruikelijke notatie in $b_{12.3}$ en $b_{13.2}$ waarbij b in het algemeen de regressiecoëfficiënt voorstelt en de index het verband van de afhankelijke en de onafhankelijk variabele. Aan bovenstaande voorwaarde is voldaan, indien:

$$\sum (x_1 x_2) = b_{12.3} \sum (x_2)^2 + b_{13.2} \sum (x_2 x_3)$$

en

$$\sum (x_1 x_3) = b_{12.3} \sum (x_2 x_3) + b_{13.2} \sum (x_3)^2.$$

$10^3 \cdot x_1$	$10 \cdot x_2$	$10 \cdot x_3$	$10^6 \cdot x_1^2$	$10^2 \cdot x_2^2$	$10^2 \cdot x_3^2$	$10^4 \cdot x_1 x_2$	$10^4 \cdot x_1 x_3$	$10^2 \cdot x_2 x_3$
- 60	- 94	- 119	3600	8836	14161	+ 5640	+ 7140	+ 11186
- 126	+ 6	- 114	15876	36	12996	- 756	+ 14364	- 684
- 28	- 76	- 49	784	5776	2401	+ 2128	+ 1372	+ 3724
- 12	- 15	+ 6	144	225	36	+ 180	- 72	- 90
- 19	+ 95	+ 12	361	9025	144	- 1805	- 228	+ 1140
+ 47	- 14	+ 47	2209	196	2209	- 658	+ 2209	- 658
+ 79	+ 91	+ 172	6241	8281	29584	+ 7189	+ 13588	+ 15652
+ 226	- 148	+ 197	51076	21904	38809	- 33448	+ 44522	- 29156
+ 117	+ 74	+ 193	13689	5476	37249	+ 8658	+ 22581	+ 14282
+ 67	- 41	+ 38	4489	1681	1444	- 2747	+ 2546	- 1558
- 22	- 12	- 127	484	144	16129	+ 264	+ 2794	+ 1524
- 60	- 61	- 92	3600	3721	8464	+ 3660	+ 5520	+ 5612
- 60	+ 135	- 46	3600	18225	2116	- 8100	+ 2760	- 6210
- 155	+ 54	- 121	24025	2916	14641	- 8370	+ 18755	- 6534
						+ 27719	- 55884	+ 138151
			130178	86442	180383		- 28165	+ 137851
								+ 8230

Deze waarden, gesubstitueerd in bovenstaande vergelijkingen geeft:

$$- 2.8165 = 864,42 b_{12.3} + 82,3 b_{13.2}$$

$$\text{en } 13,785 = 82,3 b_{12.3} + 1803,8 b_{13.2}$$

$$- 0,003258 = b_{12.3} + 0,0952 b_{13.2}$$

$$\text{en } 0,1675 = b_{12.3} + 21,9174 b_{13.2}$$

waaruit volgt:

$$b_{12:3} = -0,00399 \quad b_{13:2} = +0,00782$$

en de correlatiecoëfficiënt

$$R = \sqrt{\frac{b_{12:3} \sum (x_1 x_2) + b_{13:2} \sum (x_1 x_3)}{\sum (x_1)^2}}$$

$$R = \sqrt{\frac{-0,00399 \times -2,8165 + 0,00782 \times 13,785}{0,130178}}$$

$$R = \sqrt{\frac{0,0112378 + 0,1077987}{0,130178}} = \sqrt{0,914412} = 0,956$$

De vergelijking $x_1 = b_{12:3} x_2 + b_{13:2} x_3$ is in den vorm te schrijven $x_1 = \bar{b}_{12:3} x_2 + \bar{b}_{13:2} x_3$ waarin

$$\bar{b}_{12:3} = \frac{b_{12:3}}{R} \quad \text{en} \quad \bar{b}_{13:2} = \frac{b_{13:2}}{R}$$

$$\bar{b}_{12:3} = -\frac{0,00399}{0,956} = -0,00417 \quad \text{en} \quad \bar{b}_{13:2} =$$

$$+\frac{0,00782}{0,956} = +0,00818.$$

De vorm voor de berekende waarden van het specifieke verbruik in afwijking van de trend luidt dus:

$$x_1 = -0,00417 x_2 + 0,00818 x_3,$$

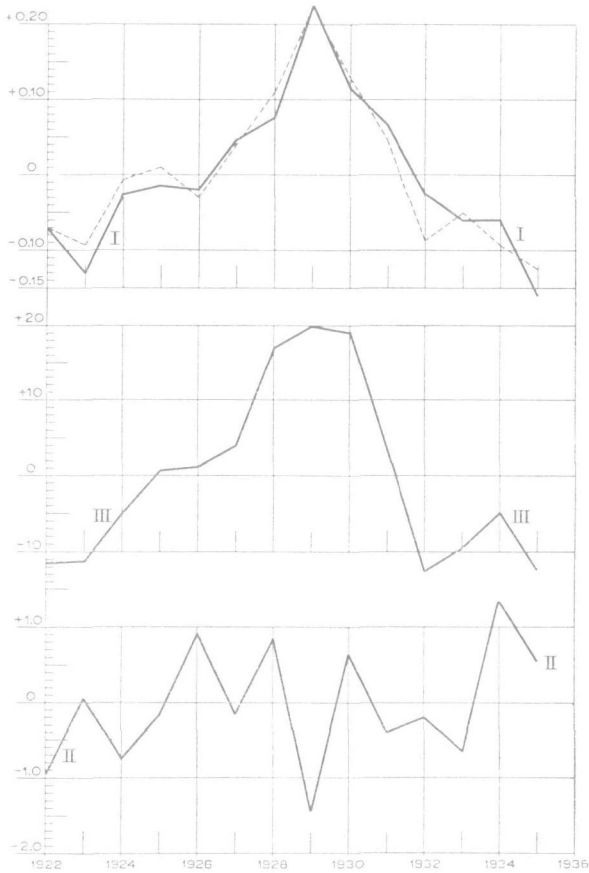
zoodat voor de achtereenvolgende jaren te berekenen is de afwijkingen tusschen de berekende en de werkelijke waarde van x_1 , $(x_1 - x_1')$ en dus ook de standaardfout volgens

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - x_1')^2}{n-2}}$$

Jaar	$10^5 \cdot \bar{b}_{12:3}$	$10 \cdot x_2$	$10^4 \cdot \bar{b}_{12:3} \cdot x_2$	$10^5 \cdot \bar{b}_{13:2}$	$10 \cdot x_3$	$10^4 \cdot \bar{b}_{13:2} \cdot x_3$	$10^3 \cdot x_1'$	$10^3 \cdot x_1$	$10^3 (x_1 - x_1')$	$10^6 (x_1 - x_1')^2$
1922	- 417	× - 94	= + 392	+ 318	× - 119	= - 976	- 58	- 60	- 2	4
1923	"	+ 6	= - 25	"	- 114	= - 933	- 96	- 126	- 30	900
1924	"	- 76	= + 317	"	- 49	= - 399	- 8	- 28	- 20	400
1925	"	- 15	= + 63	"	+ 6	= + 53	+ 11	- 12	- 23	529
1926	"	+ 95	= - 396	"	+ 12	= + 96	- 30	- 19	+ 11	121
1927	"	- 14	= + 58	"	+ 47	= + 384	+ 44	+ 47	+ 3	9
1928	"	+ 91	= - 379	"	+ 172	= + 1408	+ 103	+ 79	- 24	576
1929	"	- 148	= + 617	"	+ 197	= + 1615	+ 223	+ 226	+ 3	9
1930	"	+ 74	= - 309	"	+ 193	= + 1576	+ 127	+ 117	- 10	100
1931	"	- 41	= + 171	"	+ 38	= + 310	+ 48	+ 67	+ 19	361
1932	"	- 12	= + 50	"	- 127	= - 1037	- 99	- 22	+ 77	5929
1933	"	- 61	= + 254	"	- 92	= - 749	- 49	- 60	- 11	121
1934	"	+ 135	= - 563	"	- 46	= - 379	- 94	- 60	+ 34	1156
1935	"	+ 54	= - 225	"	- 121	= - 991	- 122	- 155	- 33	1089
									$\sum (x_1 - x_1')^2 = 0,011304$	

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{0,011304}{14 - 2}} = \sqrt{0,000942} = 0,0307$$

In figuur 23 zijn de genoemde reeksen voorgesteld. De getrokken lijn I geeft aan het waargenomen verbruik per hoofd in afwijking van de trend, de gestippelde lijn het volgens $\bar{b}_{1:2:3} x_2 + \bar{b}_{1:3:2} x_3$ berekende verbruik.



Figuur 23.

Lijn II en lijn III stellen voor, respectievelijk de temperatuur in afwijking van de gemiddelde waarde en de productie per hoofd der bevolking in afwijking van de trend.

Uit de figuur blijkt de goede overeenkomst tusschen de getrokken en gestippelde lijn. Een belangrijke afwijking komt voor in het jaar

1952, toen door de plotseling inkrimpende afzetmogelijkheden voor de Nederlandsche mijnindustrie groote voorraadvormingen plaats hadden. Ze wettigt het vermoeden dat buiten de op de mijnen gevormde voorraden, die in de berekening zijn opgenomen, nog belangrijke hoeveelheden elders werden opgeslagen.

Uit de gevonden waarden voor $\bar{b}_{12:3}$, $\bar{b}_{13:2}$ en \bar{S} kunnen de volgende conclusies getrokken worden (bij de tegenwoordige bevolking in Nederland van rond 8.5 miljoen):

1. Bij één decigraad stijging of daling van de gemiddelde temperatuur gedurende de maanden Januari, Februari, Maart, April, October, November en December, zal het kolenverbruik met gemiddeld $8500000 \times 0.00417 \text{ ton} = 35445 \text{ ton}$ stijgen of dalen.

2. Bij een verandering van den index voor de industrieele productie per hoofd der bevolking in ons land ($1925/27 = 100$) van één punt zal het kolenverbruik met 69530 ton varieeren. De val van dezen index met 29 punten tusschen de jaren 1930—1932 veroorzaakte een achteruitgang van het verbruik in Nederland van $8100.000 \times 29 \times 0,00818 = 1.921000 \text{ ton}$ kolen. Het hoogtepunt van het specifiek verbruik in 1929 is niet enkel aan de gunstige conjunctuur van dat jaar toe te schrijven, maar voor een zeer belangrijk gedeelte aan den zeer strengen winter, die vergeleken bij 1928 een hooger verbruik van 775400 ton kolen veroorzaakte.

3. Bij een standaardfout van 0,0307 is er een waarschijnlijkheid van 0,683, dat het werkelijke verbruik niet meer dan $0,0307 \times 8500.000 \text{ ton} = 260950 \text{ ton}$ van het berekende verbruik zal afwijken.

Uit de vergelijkingen voor de trendlijnen van het verbruik aan kolen per hoofd en de specifieke industrieele productie over de genoemde onderzoeksperiode, blijkt, dat beide lijnen in gelijke verhouding stijgen, in tegenstelling met de resultaten van het onderzoek naar het wereldverbruik van energie per eenheid van productie.

Aangezien de cijferreeks voor de industrieele productie in Nederland slechts bekend is vanaf 1921, en dan nog slechts betrekking heeft op een deel der industrie en oudere cijfers geheel ontbreken, is het niet mogelijk het onderzoek voor ons land over een langere periode dan 1922—1935 uit te strekken.

Indien wij voor deze reeks van jaren het cijfer, aangevende den index van de industrieele productie, deelen op het voor voorraadvorming gecorrigeerde cijfer van het kolenverbruik en van de resulterende reeks, de jaren $1925/27 = 100$ stellen, vinden wij onder-

staande tabel, waarbij in de tweede kolom ten overvloede de cijfers vermeld zijn voor het energieverbruik per eenheid van grondstof, zooals deze in de officieele statistiek zijn vastgelegd ¹⁾.

TABEL 18. Index van het verbruik van kolen per eenheid van productie (I) en van het energieverbruik per eenheid van grondstof (II).

Jaar	1925/27 = 100		Jaar	1925/27 = 100	
	Index I	Index II		Index I	Index II
1922	112		1931	103	100
1923	105	112	1932	114	110
1924	105	107	1933	107	106
1925	101	102	1934	103	104
1926	99	100	1935	103	105
1927	100	98			
1928	92	93			
1929	98	94			
1930	93	91			

Uit de waarden der beide reeksen, die goed met elkaar overeenstemmen, kan geconcludeerd worden, dat in ons land, in tegenstelling met de overeenkomstige cijfers geldende voor de wereldproductie, in de onderzochte periode nog geen sprake is van daling in het verbruik van steenkool per eenheid van productie. Wel zijn belangrijke schommelingen van jaar tot jaar te constateeren in verband met de conjunctuur en die vermoedelijk wel zullen zijn toe te schrijven aan den meer of minderen graad van belasting der bedrijven. Indien men dezen invloed uitschakelt, door de waarden van de trendlijnen voor het kolenverbruik per hoofd en de specifieke industrieele productie die een gemiddelde stijging van respectievelijk 1.66% en 1.63% per jaar vertoonen, te vergelijken, dan is de resulterende lijn een zuiver horizontale. Als bovendien nog rekening wordt gehouden met de energie, opgewekt door aardolie (waterkracht is in Nederland niet aanwezig), dan vertoont de lijn, die het specifieke totale energieverbruik aangeeft, zelfs een beduidende stijging.

* * *

¹⁾ Tabellen en grafieken samengesteld door het C.B.S. bladz. 43.

Op de vraag, aan welke oorzaken het is toe te schrijven, dat de genoemde cijferreeks in ons land een beeld vertoont, afwijkend van het gemiddelde wereldcijfer, is bezwaarlijk in kort bestek een bevredigend antwoord te geven. Is het, omdat het zwaartepunt van de nationale industriële productie zich verplaatst naar die industrieën, die relatief veel energie verbruiken per eenheid van verwerkte grondstof? Is het, omdat de mechanisatie in ons land in een nog sneller tempo geschiedt dan elders, of neemt het koopkrachtinkomen en de daarmee in verband staande welstand in ons land in een sneller tempo toe dan elders?

Eenig inzicht in deze verscheidenheid van ontwikkeling is wellicht het beste te verkrijgen, door een vergelijking te maken tusschen de voor ons land geldende specifieke verbruikscijfers met de absolute waarde en de ontwikkeling van deze reeksen in de voornaamste omringende landen, waarbij dan tevens in de vergelijking wordt opgenomen de verdeling van de kolenconsumptie over de verschillende grootverbruikers.

TABEL 19. Het absolute *) (in mln ton) en specifieke verbruik (in ton) van steenkool, cokes briketten en bruinkool, benevens het aantal inwoners (in mln) in de voornaamste Europeesche landen.

Jaar	1913	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Engeland												
absoluut verbruik	192.3	185.9	174.7	118.4	184.8	168.9	178.9	171.8	160.4	154.4	153.2	166.8
aantal inwoners	46.03	47.36	47.62	47.88	48.14	48.40	48.66	48.92	49.18	49.44	49.7	49.96
verbruik p. hoofd	4.18	3.93	3.67	2.48	3.84	3.49	3.68	3.51	3.26	3.12	3.08	3.34
Duitsland												
absoluut verbruik	179.6	132.1	136.0	132.4	153.7	157.3	168.1	135.0	121.3	111.1	117.8	133.1
aantal inwoners	66.29	62.82	63.18	63.54	63.89	64.25	64.50	64.86	65.22	65.67	66.03	66.39
verbruik p. hoofd	2.71	2.10	2.15	2.09	2.40	2.45	2.61	2.08	1.86	1.70	1.79	2.00
Frankrijk												
absoluut verbruik	62.30	74.30	81.2	84.1	86.9	84.9	93.8	94.9	86.5	74.8	76.1	76.2
aantal inwoners	40.2	41.79	41.80	41.81	41.82	41.83	41.84	41.85	41.86	41.87	41.88	41.89
verbruik p. hoofd	1.55	1.77	1.94	2.01	2.08	2.03	2.24	2.27	2.06	1.79	1.82	1.82
België												
absoluut verbruik	26.40	32.1	30.8	30.8	36.0	34.1	37.5	36.1	32.0	25.5	27.7	28.6
aantal inwoners	7.60	7.72	7.78	7.84	7.91	7.97	8.03	8.09	8.15	8.22	8.27	8.33
verbruik p. hoofd	3.47	4.16	3.96	3.93	4.55	4.28	4.67	4.46	3.92	3.10	3.35	3.43
Nederland												
absoluut verbruik	8.8	9.8	10.2	10.4	11.3	11.8	13.3	12.8	12.8	12.4	12.4	12.8
aantal inwoners	6.11	7.26	7.37	7.47	7.58	7.68	7.78	7.89	8.01	8.12	8.24	8.34
verbruik p. hoofd	1.45	1.35	1.38	1.40	1.49	1.54	1.71	1.62	1.59	1.53	1.51	1.54

*) Als jaarverbruik (v. BEUNINGEN: Dr. H. A. De steenkoleneconomie der voornaamste Europeesche productielanden tabel 8 blz. 280) is aangenomen de productie + invoer - uitvoer in mln tonnen. Voor Nederland, het in verband met de voorraadvorming gecorrigeerde jaarverbruik.

Het aantal inwoners is ontleend aan gegevens uit het „Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich (Internationale Uebersichten) en voor de aldaar niet genoemde jaren door interpolatie bepaald, rekening houdende met het in genoemde Jahrbuch vermelde percentage der bevolkingstoename in de verschillende landen.

Een andere opgave ¹⁾ voor 1928 geeft voor Engeland en Duitschland cijfers, die iets afwijken, vermoedelijk als gevolg van de wijze, waarop de cokes, briketten en bruinkolen werden omgerekend. Deze luidt:

Verbruik per hoofd in 1928.

Vereenigde Staten	4.16 ton.	
Duitschland	2,30 „	
Engeland	3.76 „	
Frankrijk	2.06 „	
Tsjecho-Slowakije	1.82 „	
België-Luxemburg	4.34 „	
Canada	2.59 „	
Nederland	1.54 „	
Italië	0.33 „	(belangrijke energievoorziening door waterkracht).
Spanje	0.41 „	
Zweden	1.05 „	(de geëxploiteerde waterkracht bedraagt bovendien nog het equivalent van 0.51 ton per hoofd).

Uit deze tabellen zijn de volgende conclusies te trekken:

- 1e. Met uitzondering van de Zuidelijke landen is in Nederland het verbruik aan steenkool het laagste, terwijl in Nederland waterkracht als energiebron onbekend is.
- 2e. Terwijl in de voornaamste ons omringende landen het verbruik per hoofd over de periode 1924—1935, met uitschakeling van conjunctuurinvloeden, eenigszins daalt, is in Nederland, zooals reeds meerdere malen vermeld, een stijging te constateeren.

De vergelijkingen van de representatieve lijnen voor het verbruik op langen termijn luiden:

$$\begin{array}{ll}
 \text{voor Engeland:} & Y = 3.646 - 0.041 X \text{ ton.} \\
 \text{„ Duitschland:} & Y = 2.36 - 0.0414 X \text{ „} \\
 \text{„ Frankrijk:} & Y = 2.02 - 0.006 X \text{ „} \\
 \text{„ België:} & Y = 4.51 - 0.088 X \text{ „} \\
 \text{„ Nederland:} & Y = 1.39 + 0.02 X \text{ „}
 \end{array}$$

¹⁾ MEIS H.: Entwicklung und Stand der Weltkohlen-wirtschaft Glück Auf 1930, blz. 122.

Tevens kan men vaststellen, dat het hoogste specifieke verbruik, maar ook de grootste achteruitgang in dit verbruik, geconstateerd wordt in die landen, die een belangrijke metallurgische industrie voor ijzer en staal bezitten. Indien wij de productie van 1928 aan ruwijzer en staal als basis nemen en aannemen, dat per ton ruwijzer benodigd zijn 1.5 ton kolen voor het metallurgisch proces, dan komt ten laste van deze industrie een verbruik voor:

Vereenigde Staten.	1.12 ton per hoofd der bevolking.
België en Luxemburg:	2.47 „ „ „ „ „
Duitschland:	0.65 „ „ „ „ „
Engeland:	0.57 „ „ „ „ „
Frankrijk:	0.73 „ „ „ „ „

In dit verband is het van belang na te gaan het procentueele aandeel in de totaal-consumptie van de grootverbruikers van enkele landen.

Voor de geheele wereld wordt aangenomen, dat bij een productie van 1350 miljoen ton kolen, de verdeling van het verbruik ongeveer zal bedragen ¹⁾:

voor huisbrand	200—250 mln	ton = 16.7 %
„ gasfabrieken	70 „	„ = 5.2 %
„ electriciteitsopwekking	80 „	„ = 5.9 %
„ spoorwegen	300—330 „	„ = 23.3 %
„ bunkercolen	40 „	„ = 3.0 %
„ hoogovens	130 „	„ = 9.6 %
„ staalfabricage en andere metallurgische industrieën	100 „	„ = 7.4 %
„ machines in de industrie	350—430 „	„ = 28.9 %
Totaal	1350 „	„ = 100 %

¹⁾ WOYTINSKY W. L.: Die Welt in Zahlen blz. 128.

Voor Engeland zien de cijfers er als volgt uit:

	1913 ¹⁾	1923 ¹⁾	1924 ¹⁾	1930 ²⁾
huisbrand	18.2 %	19.9 %	18.7 %	24.0 %
kolen aan mijnarbeiders	3.2	3.8	3.7	}
gasfabrieken	9.1	9.1	9.2	
electriciteit	2.7	4.3	4.3	5.8
spoorwegen	7.2	7.9	7.5	7.8
bunkerkolen	1.0	0.7	0.7	0.7
verbruik v.d. mijnen	9.8	10.0	9.2	8.1
hoogovens	11.5	8.5	7.8	7.0
overige industrieën	37.3	35.8	38.9	36.4
Totaal	100 %	100 %	100 %	100 %

Volgens een recente en gedetailleerde Duitse opgave bedroeg het verbruik van kolen aldaar in 1935 ³⁾.

Voor huisbrand, landbouw en huisindustrie	30.5%
Gas- en electriciteitsfabrieken	12.4%
Verkeer	12.1%
Gezamenlijke industrie	45 %
	<hr/>
	100%

Het verbruik van de gezamenlijke industrie is onderverdeeld in:

Ijzer- en metaalwinning	45.4%
Chemische bedrijven	12.0%
Glas, porcelein, steenen en aardewerk	13.7%
Textielindustrie	6.5%
Papier en cellulose industrie	6.2%
Industrieën v. voedingsmid. en luxe artikelen	7.5%
Leer-, rubber-, en andere industrieën	8.7%
	<hr/>
	100,0%

¹⁾ Report of the Royal commission in the coal industry blz. 11.

²⁾ Veranderingen in het kolenverbruik van Gr. Britannië De Ingenieur 1932 M 40.

³⁾ RAISZ W.: Der Energiewirtschaftliche Wettbewerb in der Wärmeversorgung des Kleinabnehmers. Zeitschrift V.D.I. 1937, No. 11, blz. 310.

Overeenkomstige cijfers voor Nederland worden niet gepubliceerd. Het verbruik aan kolen voor huisbrand en huisindustrie bedraagt ongeveer 5.0 mln. ton, voor spoorwegen 0.75 mln. ton, voor gas en electriciteitsfabrieken 2.2 mln. ton, zoodat voor het verbruik der industrie slechts overblijft \pm 4.0 mln. ton ofwel rond een derde gedeelte van het geheele verbruik, tegen 45% in Duitschland, 48,1% in Engeland, 42% in de Ver. Staten van Amerika en rond 45.9% voor de geheele wereld. Dit verschil schuilt in hoofdzaak in het verbruik voor metallurgische doeleinden, en verklaart voor een groot deel de afwijkende ontwikkeling in Nederland, daar de wereldproductie van metalen gedurende de laatste twee decennien ten achter bleef bij de gezamenlijke productie en juist op dit gebied belangrijke warmte-technische verbeteringen werden bereikt.

Een andere plausible verklaring van het hooge specifieke verbruik in een land zooals Engeland, is te zoeken in de verkwistende wijze, waarop vroeger in dit land de brandstof werd verbruikt. Een bekend verschijnsel is, dat de Engelschman gaarne vetkolen gebruikt voor huishoudelijke doeleinden, waardoor een laag rendement van de brandstof verkregen wordt. De versplintering van de Engelsche mijnindustrie heeft deze verkwisting sterk in de hand gewerkt; de ondernemingen waren van zulke geringe afmetingen, dat zij, mede in verband met kapitaalgebrek, niet konden overgaan tot het bouwen van cokesovens. Nadat in de laatste 15 jaren de amalgamatie van mijnondernemingen in belangrijke mate is voortgeschreden, is hierin verandering gekomen en wordt allerwege overgegaan tot de chemische verwerking der kolen, teneinde op deze wijze een hooger rendement te verkrijgen. In Nederland daarentegen is bij de ontwikkeling der mijnindustrie onmiddellijk de cokesfabricage op de meest moderne wijze ter hand genomen, zoodat een optimum rendement van de calorische waarde bij de verbranding bereikt werd.

Een derde belangrijk verschilpunt met het buitenland, hetwelk vermoedelijk ook als verklaring zal kunnen dienen, is het relatief lage electriciteitsverbruik per hoofd in Nederland. De verbruikscijfers bedroegen in 1935 voor de volgende landen ¹⁾ per hoofd der bevolking in kWh.

¹⁾ Die Elektrizitätserzeugung der Welt im Jahre 1935. Glück Auf 1937 no. 9 blz. 200.

Noorwegen	2500 kWh	Finland	532 kWh
Canada	2203	Frankrijk	371
Zwitserland	1371	Italië	309
Zweden	1107	Nederland	262
Ver. Staten	779	Tsjecho-Slowakije	197
België	587	Rusland	155
Duitschland	547	Spanje	133
Engeland	547	Polen	83

In deze rangorde neemt Nederland slechts een zeer bescheiden plaats in. Nu moge het waar zijn, dat in landen zooals Noorwegen, Zweden, Italië, Finland, Zwitserland en Canada de electricische energie voor een overwegend deel als hydro-electriciteit wordt opgewekt, maar daar staat tegenover, dat in de Ver. Staten nog 477 kWh per hoofd werd verkregen uit kolen, tegen 461 kWh in Duitschland ¹⁾. In Engeland en België speelt de hydro-electriciteit geen rol van beteekenis en bedraagt het specifieke stroomverbruik ongeveer het tweevoud van ons land. Dit beteekent, dat in deze landen rond 0,3 ton kolen per hoofd per jaar verbruikt wordt in den vorm van electriciteit tegen 0.157 ton in Nederland.

Het is aan te nemen, dat niet *alle* stijging van het verbruik van electricische energie een evenredige stijging van het energieverbruik aan kolen gemeten zal meebrengen; immers door het intensieve stroomgebruik wordt aan energie gespaard die direct uit kolen gewonnen is, daarentegen is de toepassing van den electricischen energievorm om meerdere redenen zoo aantrekkelijk, dat ongetwijfeld bij een aan de behoefte aangepaste tarievenpolitiek, een hooger specifiek verbruik van totaalenergie zal resulteren.

§ 4. De ontwikkeling van het kolenverbruik in Nederland.

Onderzoekingen, betreffende den afzet van producten, ontleenen haar waarde aan het doelbewuste streven, om met de gegevens van de analyse de toekomstige mogelijkheden tot afzet van het product zoal niet met *mathematische zekerheid* vast te stellen, dan toch te peilen en te verkennen, teneinde de productie op economische wijze te leiden.

Al is het niet te ontkennen, dat de afgeleide wet voor het verleden niet steeds met *mathematische zekerheid* zal opgaan voor de

toekomst, dat ieder kunstmatig ingrijpen van hoogerhand de afgeleide wetten uit de voorafgegane periode buiten werking kan stellen of in het omgekeerde kan doen omslaan, toch is het evenmin te ontkennen, dat het duidelijke inzicht, verkregen door de bestudeering van de economische verhoudingen in het verleden, waardevolle aanwijzingen kan geven voor de toekomst, dat de leiding van de onderneming behoed wordt voor overdreven verwachtingen, veroorzaakt door een korte periode van bloei, dat een pressie wordt uitgeoefend tot zelfcritiek en erkenning van gemaakte fouten en dat de leiding beter is voorbereid en meer doelbewust de plannen voor de toekomst kan opstellen. Indien dan ook in de volgende regels getracht wordt uit de tot heden afgeleide gegevens voor de Nederlandsche kolenmarkt aanwijzingen voor de toekomst te putten, dan is steeds te bedenken, dat aan de voor de toekomst genoemde cijfers geen dogmatische waarde mag gehecht worden, en dat ze met voorbehoud moeten worden aanvaard en gehanteerd.

Een der belangrijkste factoren voor het bepalen van de in de toekomst te verbruiken absolute hoeveelheid kolen op de Nederlandsche markt is de te verwachten toeneming der bevolking.

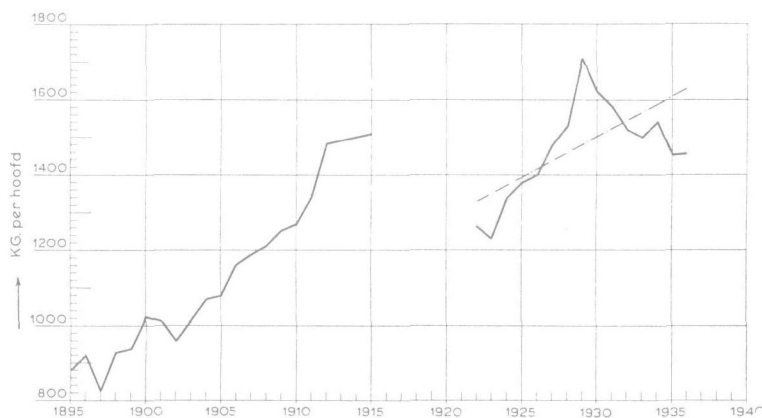
Volgens een recente publicatie ¹⁾ wordt aangenomen, dat in de komende jaren het geboortecijfer nog meer zal afnemen en dat de sterftecurve spoedig haar laagste punt zal bereiken. Na een periode van horizontaal verloop, zal de laatste lijn gaan stijgen, door de dichtere bezetting van de hoogere-leeftijdsklassen. Voor Nederland zal in verband met de ontwikkeling dezer twee lijnen de gemiddelde toeneming van de bevolking in de volgende 30 jaren \pm 50000 per jaar bedragen, en een totaal bereiken van 9.801.000 inwoners in 1955 en 10.370.000 in 1975.

Indien wij een oogenblik aannemen, dat de tendenzen, die op langen termijn het kolenverbruik per hoofd der bevolking in ons land bepalen, constant blijven werken, m.a.w. dat de trendlijn, die voor dit verbruik berekend werd, rechtlijnig en met dezelfde stijging zal blijven verlopen, dan is hieruit het toekomstige absolute verbruik aan kolen in ons land te bepalen. Dit zou dan in 1955 onder genoemde voorwaarden bij 9.801.000 inwoners en 2,0440 ton specifiek gebruik, rond 20.000.000 ton bedragen.

¹⁾ METHORST PROF. MR. H. W.: Leeftijdspyramide de spil van het bevolkingsvraagstuk. Tijdschrift voor Sociale geneeskunde, Aug. 1937 blz. 20.

Naarmate de bevolking en de absolute consumptie van steenkolen toeneemt, veranderen vanzelfsprekend ook de afwijkingen van de trendwaarde, tengevolge van de variaties in de wintertemperatuur en de economische bedrijvigheid. Deze bedroegen voor een bevolking van rond 8,5 mill. zielen 35445 ton per decigraad en 69530 ton per indexpunt van de hoofdelijke productie. In 1955 zullen deze cijfers bedragen: respectievelijk 40870 ton en 80170 ton.

Dat de trendlijn in de gegeven verhouding zal blijven stijgen gedurende de eerstvolgende decennia is echter onwaarschijnlijk, immers waarom zou ons land gespaard blijven voor een probleem, hetwelk in de ons omringende landen een der voornaamste zorgen van de naoorlogsche regeeringen vormde. Bovendien is de onderzoeksperiode 1922—1936 te kort, om over de geconstrueerde trendlijn een bindend oordeel te vellen; teneinde de ontwikkeling op langeren termijn te onderzoeken werd het onderzoek mede uitgestrekt over de jaren 1895—1914¹⁾. De betreffende figuur 24 toont reeds meer overeenkomst met de lijnen voor het wereldverbruik aan gezamenlijk energie per hoofd der bevolking. Vooral in de periode 1900—



Figuur 24. Kolenverbruik per hoofd der bevolking in Nederland.

1914 is de stijging belangrijk, ze wordt onderbroken door de oorlogsjaren; wanneer de normale toestand in 1922 weer hersteld is, begint de nieuwe ontwikkeling op een lager niveau. Gedurende de volgende periode stijgt voor de geheele wereld het specifieke

¹⁾ WATERSCHOOT VAN DER GRACHT Mr. Dr. Ir. W. A. J. M. van: Veertig jaar Limburgsche mijnbouw.

verbruik niet meer, terwijl dit in Nederland wel het geval is, zij het ook in mindere mate dan vòòr 1914. De loop, van de twee gedeelten van de lijn voor Nederland vergeleken met die voor het wereldverbruik wijst erop, dat ook in ons land reeds symptomen van een verzadiging te bespeuren zijn, en dat de trendlijn voor het specifieke kolenverbruik in de eerstvolgende decennia vermoedelijk geleidelijk zal gaan ombuigen en meer horizontaal zal gaan verlopen, tenzij de ontwikkeling door doelbewust ingrijpen in een andere richting geleid wordt.

Bij het overwegen van middelen en wegen, die tot dit doel kunnen voeren, is naast enkele punten van ondergeschikt belang, te denken aan de factoren, die als verklaring voor het hogere specifieke verbruik in andere landen dienden, voornamelijk den graad en den aard der industrialisatie en de electrificatie.

In de eerste plaats zou ter bereiking van het gestelde doel de industrialisatie in ons land krachtig moeten bevorderd worden, vooral in de richting van de metallurgische industrieën, die gemeenlijk per eenheid van product een hoog energieverbruik eischen. Of, en in welke mate dit mogelijk is, is een vraagstuk van algemeenen aard met zoodanige aspecten, dat het te ver zou voeren in kort bestek hierop in te gaan.

De tweede mogelijkheid is de stimuleering van het electriciteitsverbruik, in de verwachting, dat dit meerdere verbruik voor een belangrijk gedeelte primair zal zijn, d.w.z. dat nieuwe *energieconsumptie* zal geschapen worden.

De geleidelijke ontwikkeling van het electriciteitsverbruik in Nederland wordt gegeven door onderstaande tabel, waarin tevens volledigheidshalve de productie van gas gedurende 1926—1936 is aangegeven

Ondanks het feit, dat in ons land, het elektrische energieverbruik per hoofd der bevolking onverwacht laag is, zijn reeds nu de electriciteitsfabrieken belangrijke afnemers van kolen (in 1936 $\pm 1.400.000$ ton), zoodat bij een verhooging van het stroomverbruik een belangrijk nieuw afzetgebied voor kolen mag verwacht worden. Het stroomverbruik is van 1921 tot 1936 tot $\pm 350\%$ gestegen, ofwel met rond 10% per jaar, tegen 1.3% stijging van het kolenverbruik, wat het vermoeden wettigt, dat een belangrijk deel van het stroomverbruik inderdaad in nieuwe energiebehoefte heeft voorzien. Bovendien blijkt deze energievorm veel minder conjunctuur-

TABEL 20. Electriciteits- en gasverbruik in Nederland.

Jaar	Aantal kWh door electriciteitsfabrieken aan het net afgegeven in mln kWh ¹⁾	Idem per hoofd der bevolking in kWh	Aantal m ³ gas door gasfabrieken en hoogovens opgewekt in mln m ³ ²⁾	Idem per hoofd der bevolking in m ³
1921	550	78		
1922	629	89		
1923	—	—		
1924	836	115		
1925	945	128		
1926	1066	143	639	86
1927	1238	163	729	96
1928	1403	183	756	98
1929	1604	206	946	122
1930	1817	230	1004	127
1931	1979	247	942	118
1932	2040	251	887	109
1933	2082	253	935	113
1934	2158	259	953	114
1935	2207	261	966	114
1936	2336	274	970	114
1937	2580	300	1032	120

gevoelig te zijn dan de andere. Op grond van deze overwegingen mag het stimuleeren van het electriciteitsverbruik beschouwd worden als een effectief en op korten termijn werkzaam middel tot verhooging van het kolenverbruik, en kan een onderzoek van de afzetmarkt van stroom als zeer belangrijk beschouwd worden.

Over de factoren, die den stroomafzet in ons land beheerschen en de grootte van hun invloed, zijn gedurende de laatste jaren meerdere publicaties verschenen. HAGA ³⁾ toonde aan, dat de opbrengst per kWh. van gemiddeld 6,72 cts in 1934, voor gemiddeld 2,57 cts uit winst bestaat, die bij het heerschende exploitatiestelsel voor het overgrootste deel ten bate van de gemeentefinanciën komen. Hij stelt verder in het licht, de grootte ongebondenheid, die in ons land bestaat wat betreft de electriciteitsproductie en meent uit een opgestelde rechtlijnige prijs-verbruikslijn te kunnen constateeren, dat bij een verlaging van den prijs tot 1,5 cts het verbruik tot het 2 à 3 voud zou kunnen stijgen.

¹⁾ De electriciteitsstatistiek van het C.B.S.

²⁾ Het cijfer omvat het gas afgeleverd door 25 groote gasfabrieken, de cokesovens en hoogovens; wat de laatsten betreft, zonder de hoeveelheid gebruikt in eigen bedrijf.

³⁾ HAGA Ir.: De Electriciteitsstatistiek van Nederland over 1934.

Uitvoerige en zorgvuldig gedocumenteerde onderzoeken werden gepubliceerd namens het Centraal-Bureau voor de Statistiek, waarvan we, gezien het belang ook voor de kolenmarkt, de resultaten hieronder zullen weergeven. Een eerste studie van 1935¹⁾ heeft betrekking op het particulier verbruik, met uitschakeling van het krachtverbruik en omvat 36 gemeenten met 3.597.700 inwoners — dus iets minder dan de helft van ons land — en 423.005.000 kWh verbruik. Als prijs werd aangenomen, de gemiddelde prijs, betaald door particuliere verbruikers met uitschakeling van speciale tarieven voor krachtverbruik en openbare verlichting. Teneinde het verband tusschen prijs en verbruik vast te leggen, werden verschillende geografische gebieden, meestal gemeenten onderling vergeleken. De op dit onderzoek betrekking hebbende grafische voorstelling toont, dat er een zekere tendenz is tot hooger verbruik bij lageren prijs, doch de verschillen in verbruik zijn bij eenzelfde prijs dikwijls aanzienlijk. Deze spreiding van de waarnemingen kan men verminderen door een correctie in te voeren in verband met de verschillen in de gemiddelde inkomens der aangeslagenen in de onderzochte gemeenten. De resultaten zijn dan als volgt in cijfers om te zetten: Bij een gemiddeld verbruik van 60 kWh. per jaar per inwoner en een gemiddelden prijs van 17 cts, komt een stijging van f 100 voor het gemiddelde inkomen overeen met een hooger verbruik van 3 kWh. per inwoner of ± 15 kWh. per aangesloten verbruiker. Na correctie van het inkomen wordt het verband tusschen prijs en verbruik in groote trekken weergegeven door de relatie: ± 1 cts per kWh. $= \pm 7$ kWh. per hoofd der bevolking of ± 30 kWh. per aangesloten verbruiker. Een samenhang met het prijsverloop van een substitueerenden energievorm zooals gas, was niet vast te stellen.

Als resultaat van dit onderzoek is dus vastgelegd een rechtlijnig verband tusschen prijs en verbruik. Zeer belangrijk wijken echter van deze lijn af: Amsterdam met 210 kWh. per hoofd (tegen gemiddeld 60 kWh.) en 's-Gravenhage met 162 kWh. Dit verbruik, dat samenvalt met een negatieve prijsafwijking van respectievelijk 7.9 cts en 6.5 cts van het gemiddelde (17 cts), doet reeds vermoeden, dat het rechtlijnig verband slechts bij benadering en voor een kort interval geldt en een te ongunstig beeld geeft voor het verbruik bij prijzen, die sterk van het gemiddelde afwijken.

¹⁾ De vraag naar elektrische energie: De Ned. Conj. Mei 1935, blz. 26.

In een volgende publicatie van het C. B. S. ¹⁾ is bewezen, dat het verband als kromlijinig moet beschouwd worden. Dit onderzoek, dat zich uitstrekt over de jaren 1929—1935 in 19 gemeenten met meer dan 50000 inwoners, heeft weer enkel betrekking op het verbruik van huishoudelijke doeleinden, licht en eventueele verwarming. De gemiddelde relatie voor de onderzochte jaren is van den vorm

$$A = 2,63 B^{-1.15} C^{+1.12}, \text{ waarin:}$$

A = aantal kWh per woning per jaar.

B = prijs in cts/kWh.

C = gemiddeld jaarinkomen per aangeslagene in guldens.

De elasticiteit van de vraag is 1.45, d.w.z. indien het gemiddelde inkomen onveranderd blijft, correspondeert met een daling van 10% van den prijs, een stijging van het verbruik voor licht, huishoudelijke doeleinden en verwarming van 14.5%.

Deze stijging komt nog meer tot uitdrukking, indien wij in de formule concrete waarden invullen. Stel het inkomen onveranderd op f 2000, dan zou bij een stroomprijs van 10 cts het verbruik per woning bedragen 465 kWh., bij 3 cts echter reeds 2660 kWh.

Ook voor het verband tusschen prijs en verbruik voor industrieele doeleinden werden onderzoekingen verricht, ²⁾ met onderstaande resultaten:

Indien A = het totale kWh. verbruik voor de groep van onderzochte overeenkomstige industrieën (gekochte stroom) in 10⁶ kWh.

B = gemiddelde prijs in cts/kWh.

C = productieindex van genoemde industrieën (1921—1930 = 100), dan is voor:

I. Machinefabrieken

$$A = 10,16 - 1,39 B + 0,127 C.$$

met een partieele elasticiteit van 0.341 voor den prijs en 0.750 voor den productieindex.

II. Constructie-werkplaatsen

$$A = 3,62 - 0,30 B + 0,028 C.$$

partieele elasticiteit resp. 0,354 en 0,577.

¹⁾ Statistische bepaling van de vraagfunctie voor elektrische energie voor licht en huishoudelijk verbruik en verwarming. De Ned. Conj. Aug. 1937 blz. 83.

²⁾ De vraag naar electriciteit: De Ned. Conj. November 1937, blz. 127.

III. Fabrieken voor bouten en moeren

$$A = 3.69 - 0.506 B + 0.018 C.$$

partieele elasticiteit resp. 0.994 en 0.610.

IV. IJzergieterijen

$$A = 11.54 - 1.65 B + 0.023 C.$$

partieele elasticiteit resp. 0.952 en 0.328.

V. Katoennijverheid

$$A = 42.5 - 6.35 B + 0.137 C.$$

partieele elasticiteit resp. 0.838 en 0.432.

VI. Wolnijverheid

$$A = 6.40 - 0.96 B + 0.078 C.$$

partieele elasticiteit resp. 0.420 en 0.822.

De invloed van prijsverlaging van stroom voor industrieele doeleinden (de gemiddelde stroomprijs voor de onderzochte industrieën is overigens niet meer dan 3 cts) is veel geringer dan voor huishoudelijke doeleinden.

Bovenstaande cijfers toonen duidelijk aan, dat in ons land nog een belangrijke mogelijkheid tot afzet van electrischen stroom, vooral voor particulier verbruik, onontgonnen ligt. Indien het stroomverbruik slechts zou kunnen verdubbelen en de helft hiervan uit primaire energiebehoefte bestond, zou dit voor den kolenafzet 650.000 ton jaarproductie uitmaken, en het ware te overwegen, of de ontwikkeling niet zoodanig is te leiden, dat een belangrijk deel van het toekomstige meerdere stroomverbruik op de vindplaats der kolen wordt opgewekt.

Vermoedelijk zal uit een dergelijke ontwikkeling weinig voordeel resulteren, wat betreft de economie der afzonderlijke electriciteitsfabrieken, daar de meeste in bedrijf zijnde centrales reeds van groote capaciteit zijn en den stroom met hoog rendement opwekken. Het voordeel zou moeten gezocht worden in de mogelijkheid, om op de mijnen de minderwaardige kolen en tusschenproducten voor dit doel te gebruiken.

Een derde mogelijkheid, het vloeibaar maken van kolen, waarvoor groote hoeveelheden verbruikt worden, kan terzijde gesteld worden, aangezien het procédé — hoewel technisch interessant — bij de in ons land geldende prijzen van aardolie en haar derivaten, moet geacht worden niet rendabel te zijn, en er voorloopig ook geen

uitzicht bestaat, dat de productie van synthetische olie en benzine in de nabije toekomst economisch zou kunnen geschieden.

De perspectieven voor een verdere ontwikkeling van het Limburgsche mijn-district zullen dan ook voornamelijk beheerscht worden door de twee eerste factoren.

Bij de beoordeeling van het industrialisatieprobleem moge een belangrijke rol spelen het feit, dat ons land een ruime, hoewel niet onuitputtelijke reserve van goede kolen bezit, geschikt voor vrijwel alle doeleinden en dat de doelbewust geleide industrialisatie, niet alleen voor de nieuwe bedrijven arbeidsgelegenheid scheidt, maar tevens voor de arbeidsintensieve mijnbedrijven, en dat het van belang is voor de mijnindustrie om, bij voorkeur in eigen omgeving, de beschikking te hebben over enkele groote afnemers.

De verdere electricatie van ons land dient krachtig bevorderd te worden door een tarievenpolitiek, die gericht is op ruime voorziening met redelijke winsten.

In de ontwikkeling van deze twee factoren, in de eerstvolgende decennien, liggen de mogelijkheden van de Limburgsche mijnen.

SUMMARY.

The Netherlands mining industry, which has existed only forty years, had a remarkable development, especially in the post-war years. During that period the output of coal rose from 4.243 million tons in 1921 uninterruptedly to 12.9 tons in 1931. Then the figure fell on account of the economic depression. Since the year 1935 the development of the production again tends upwards, amounting to 14.2 million tons in the year 1937.

The number of workers employed reached its culminating point in 1931 with a total of 38291, and then it fell to 28994 hands in 1936. In 1937 this figure showed a slight improvement. A remarkable development is shown by the curve which represents the output per man and per shift. Supposing the output for 1926 to be 100, the figures for 1921 and 1936 amount to 57 and 193 respectively. The absolute amount of the daily output per underground worker is also high. (2670 kg. for 1936.) Taking this high output into account, the financial results must be considered as somewhat disappointing. The average yield of the invested capital was only 3.5% for the years 1926—1935, and the average depreciation of immovable assets was 6.34% for that same period. In addition the purchasing power of the workers' wages hardly rose.

In order to be able to maintain the position attained, the Netherlands mining industry will also in the future have to unfold a very great energy. This may be done on the one hand by means of a high degree of efficiency, as far as working-methods are concerned, and on the other hand by a thorough study of all possibilities in connection with the sale of products.

Valuable and indispensable help is given to the efforts made to arrive at a rational method of production by a detailed cost accounts permitting a sound judgment in regard of the economy of management.

By means of the results obtained by a time study it is possible to settle the dimensions of a working-face in such a way that the aggregate cost of development, winning, transport and maintenance will be reduced to a minimum.

Supposing the distance of the cross-cuts or main roads to be $2x$ m. this condition will be satisfied, if

$$x = \sqrt{\frac{100 L \cos a + 100 M \sin a}{\frac{d}{1000} (1.3 I + K)}}$$

In this equation L = the cost of 1 m. of cross-cut.

M = the cost of 1 m. of underground shaft or staple.

a = the dip of the seam.

I and K = the cost of transport of coal and stowing-material.

d = the thickness of the seam.

The length (y) and the daily advance of the face (z) are shown by:

$$y = \sqrt{\frac{\frac{a}{z} + \beta}{P + Qz d}} \quad z = \sqrt{\frac{\frac{a}{y} + \gamma}{T_1 + T_2 + Qy d}}$$

a and γ are the cost of the work at face.

β = the cost of driving and maintenance of gate roads; T_1 and T_2 are factors in connection with the cost of the scooping of coal and stowing-material.

P = the cost of transport at working face.

Q = is a factor indicating the cost resulting from the suspension of work at face.

The level distance for which the total cost of development, winning and transport will be reduced to a minimum, is shown by:

$$v = \sqrt{\frac{\frac{100 D}{A B} + \frac{100 L}{2 x A}}{a (E + G)}}$$

D = the cost of the construction of the level;

A = is the coal content in % of the geological profile.

B = the area of the concession in m².

L = the cost of driving of 1 m. of cross-cut or main-road.

$a(E + G)$ = the cost of the transport of coal to the main level and of hoisting. With the method of long-wall working with a large output per working-face, the economy of the method is influenced to a considerable extent by the security of the working-order. Investigations in this respect have shown the following results:

1. Interruptions of the work occur frequently. The loss due to these interruptions amounts to 9% of working hours,

2. Natural conditions here exercise a certain influence.
3. Whenever the number of driving-units for means of transport is increased, the suspension of work due to interruptions equally increases.
4. The loss of output by workers at face is not in proportion with the length of time taken up by the interruptions, but only amounts to 78⁰/₀ of the amount of work done usually in that length of time.

The development of an industry will mainly be determined by the possibilities in connection with the sale of the product. In order to find out what these possibilities are, investigations have been made as regards the world output of hard coal and lignite, petroleum and water power from 1860 until now. The output of coal, which grew considerably until 1913, has not increased since then, in contrast with the production of petroleum and water power. In this connection investigations have been made in regard of the consumption of coal and total power per head of the population. It appears that the consumption of coal per head of the population fell by 14.5⁰/₀ in the years 1913-1934, and that after the war the consumption of total power per head has hardly increased. In this connection inquiries have been made for the years 1850-1930 concerning the power consumed per unit of production. There was an increase in the years 1850-1910, and then followed a fall until 1930. This is to be attributed to the important improvements attained in heat savings after the war.

As far as the Netherlands are concerned, inquiries have been made into the consumption of coal per head of the population, in connection with the average winter temperature and industrial activity. The results showed that a change of 0.1 degree in the average winter temperature corresponds to a contrary change in the consumption of coal of 0.00417 ton per head, i.e. 35445 tons per annum for a population of 8.5 millions.

Whenever the index number for industrial output per head rises by 1 unit, this rise corresponds to an increase of 69530 tons of the annual consumption of coal.

It is remarkable to note that in the Netherlands the consumption of coal per head of the population has still risen for the last 15 years, in contrast with the neighbouring countries which all show a fall of the figure of this consumption. The consumption of coal per unit of production does not decrease either in the

Netherlands, but has, with the exception of slight fluctuations, remained on the same level.

We may mention the following causes to which this deviating development in the Netherlands is due :

1. The absence of important metallurgic industries, as the greatest economies are obtained in this branch of production, as far as heat saving is concerned.
2. The chemical process of turning coal into coke which, with the development of mining industry, was undertaken according to the most modern methods in the Netherlands, thus ensuring a high effect from coal.
3. The comparatively low consumption of electricity which in the Netherlands is still in a stage of development; it amounts to only half of the consumption of this kind in Germany, England and Belgium.

The development of the absolute consumption of coal in the Netherlands must be due to the growth of the population and the consumption per head. As regards this former figure we may assume that in the next few decades the average annual increase will amount to about 50.000. The specific consumption will probably rise less in the future, and will then remain stable. This development depends mainly on the possibilities of industrialisation and the stimulation of the consumption of electricity.

LITTERATUUR-OPGAVE.

Het romeinsche cijfer geeft het hoofdstuk aan, waarop de
litteratuur betrekking heeft.

- Arnhold, R. C.** Die Heranbildung eines Hochwertigen Bergarbeiternachwuchses. Glück Auf, 1926, blz. 357 (II).
- Arps, Ir. J. J.** Het verband tusschen de concessiegrootte en jaarproductie bij moderne steenkolenmijnen, De Ingenieur, 1932, No. 26 (IV).
- Barnitzke, Dr. J. E.** Das Anlernen von Bergarbeitern. Glück Auf, 1921, blz. 194 (II).
- Beuningen, Dr. H. A. van.** De steenkoleneconomie der voornaamste Europeesche productielanden.
- Blitek.** Versuche und Verbesserungen im Polnisch-Oberschlesischen Bergwerksbetriebe, Zeitschrift des Obersch. Berg und Hüttenm. Vereins zu Katowice. (Z. O. S.), 1927, blz. 29 (II).
- Bornitz, Dr. Ing.** Die vereinigte Kosten- und Leistungsstatistik für den Kohlenbergbau. Glück Auf, 1931, blz. 1453 (III).
- Conference in Mining education.** Colliery Guardian, 1927, 22 Juli, blz. 214 (II).
- Demaret, E.** Le développement des transports par Automobiles, Revue Universelle des Mines. 1 Mei 1934 (VI 1).
- Deutsche (die) Aktiengesellschaften.** Glück Auf, 1936, blz. 566 (I).
- Dill, W.** Die zweijährige Ausbildung von Bergschülinge Uebertage. Glück Auf, 1927, blz. 77 (II).
- Dunlop, D. N.** Power resources of the world in World Power Conference. Londen, 1929 (VI 1).
- Eckhardt, A.** Betriebsüberwachung im Bergbau. Glück Auf, 1915, blz. 343 (II).
- Elektrizitätserzeugung (die) der Welt im Jahre 1935.** Glück Auf, 1937, blz. 200 (VI 3).
- Fickler, E.** Lehrkameradschaften. Glück Auf, 1921, blz. 2 (II).
- Fritzsche, Prof. Dr. Ing. C. H.** Die Gliederung der Betriebsvorgänge in Steinkohlengruben. Glück Auf, 1928, blz. 1669 (III).
- Fritzsche, Prof. Dr. Ing. C. H.** Die Betriebsvorgänge als Gliederung in der Betriebskostenrechnung und der Betriebsstatistik. Glück Auf, 1929, blz. 1 (III).
- Fryckowski.** Welche Organisation der Entlohnung soll auf den Steinkohlengruben in der Gegenwart angewand werden. Z. O. S., 1925, blz. 481 (II).
- Genechten, Dr. R. van.** Kapitalisme in Waar gaan wij heen (VI 1).
- Graetz, A.** Pétroles naturels et Carburants de Synthèse. Paris 1931 (VI 1).
- Griese, A.** Zeitstudien im Mansfelder Kupferschieferbergbau. Glück Auf, 1928, blz. 1048 (II).

- Haga, Ir.** De electriciteitsstatistiek van Nederland over 1934 (VI 4).
- Haldane, J. S.** Physiological problems in Mining. *Colliery Guardian*, 1924, deel I, blz. 1507 (II).
- Hilgenstock, Dr.** Untersuchungen über wechselnde Kohlenfestigkeit und ihren Einfluss auf das Lohnwesen. Ein Beitrag zur Frage der Lohn-tarife im Steinkohlenbergbau. Diss. Aken, 1909 (II).
- Herbig, Dr. E.** Schwierigkeiten des Lohnwesens im Bergbau. *Zeitschrift für Soziale Praxis*, 1907, No. 9 (II).
- Herbig, Dr. E.** Taylor's Wissenschaftliche Betriebsführung und der Bergbau. *Glück Auf*, 1917, No. 10 e.v. (II).
- Increase in the population of the earth and of the continents since 1650** (VI 1).
- Influence of atmospheric conditions upon the working capacity of miners.** *Colliery Guardian*, 1928, blz. 195 (II).
- Jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen** (I, II, VI).
- Jaschke, W.** Angewandte Zeitstudien im Braunkohlenbergbau. *Braunkohle XXV*, blz. 511 (II).
- Kiekebusch, W.** Betriebswirtschaftliche Ueberwachung einer Steinkohlen-grube. *Glück Auf*, 1929, blz. 101 (III).
- Kornfeld, K.** Zeitstudien auf Steirischen Braunkohlengruben. *Glück Auf*, 1925, blz. 1421 (II).
- Kuczynski, J. en M.** Der Fabrik-arbeiter in der Amerikanischen Wirtschaft. Leipzig 1930 (VI 1).
- Lowens, Dr. Ing. H.** Bestimmung des günstigen Streckenquerschnittes unter Berücksichtigung der Wetterführung. *Glück Auf*, 1937, blz. 793 (IV).
- Maitland, L. C.** Some notes on Machine mining. *Colliery Guardian*, 1926, deel II, blz. 1053 (II).
- Meis, Dr. H.** Der Ruhrbergbau im Wechsel der Zeiten. Festschrift zum 75-jährigen Bestehen des Vereins für die bergbaulichen Interessen. Essen, 1933 (VI 1).
- Meis, Dr. H.** Entwicklung und Stand der Weltkohlen-wirtschaft. *Glück Auf*, 1930, blz. 121 (VI 1).
- Meis, Dr. H.** Die Kohlenvorräte der Welt. *Glück Auf*, 1936, blz. 489 (VI 2).
- Methorst, Prof. Mr. H. W.** Leeftijdspyramide de spil van het bevolkings-vraagstuk. *Tijdschrift voor Sociale geneeskunde*. Aug. 1937, blz. 20.
- Neumann Spallart.** Uebersichten der Weltwirtschaft (VI 1).
- Nes, C. L. van en Groothoff, CH. Th.** Over de invoering van gedetailleerde bedrijfsplannen op de Staatsmijnen. *Verhandelingen van het Geol. Mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën. Mijnb. Serie*, 1921, blz. 319 (II).
- Nes, Prof. C. L. van.** De wenschelijkheid van tijdstudies bij den ondergrond-schen arbeid. Inaugureele rede, Delft (II).
- Nijsten, Dr. W.** Die Ueberprüfung des Bergbaubetriebes durch Zahlenmäßige und Zeichnerische Statistik. Diss. Aken, 1922 (II).
- Raisz, W.** Der Energiewirtschaftliche Wettbewerb in der Wärmeversorgung des kleinabnehmers. *Zeitschrift Ver. Deutscher Ing. (V. D. I.)*, 1937, blz. 310 (VI 1).

- Report of the Royal Commission on the Coal industry, Colliery Guardian, 1925, blz. 1099 (VI 1).**
- Richter-Altschäffer, H.** Theorie und Technik der Korrelations-analyse. Berlin, 1932 (V, VI 2).
- Roelen, Dr. W.** Die Planmäßige Erfassung und Auswertung der Betriebsvorgänge im Steinkohlenbergbau. Diss. Aken, 1922 (II).
- Schmalenbach, E.** Grundlagen der Selbstkostenberechnung und Preispolitik. Leipzig, 1925 (III).
- Science (the) of petroleum, Volume IV, Oxford University, Press, 1938 (VI 1).**
- Sieben, Dr. Ing. K.** Grundplan der Wissenschaftliche Betriebsführung im Bergbau (II).
- Sieben, Dr. Ing. K.** Richtlinien für eine wissenschaftliche Betriebsführung im Bergbau. Glück Auf, 1923, blz. 909 (II).
- Sieben, Dr. Ing. K.** Betriebsuntersuchungen von Steinkohlengruben. Glück Auf, 1926, blz. 793 (II).
- Sieben, Dr. Ing. K.** Betriebsuntersuchungen auf einer Oberschlesischen Steinkohlenzeche. Z. O. S., 1925, blz. 212 (II).
- Simon, K. G.** Kostprijsberekening en administratieve fabrieksorganisatie (III).
- Sogalla, W.** Über die Grenzen der Anwendbarkeit und die Auswertung von Zeitstudien im Oberschlesischen Steinkohlenbergbau (II).
- Stapff, M.** Ergebnisse der Wärmebekämpfung auf der Zeche Radbod. Glück Auf, 1922, blz. 893 (II).
- Tabellen en grafieken, samengesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek (I, VI 1, 3, 4).**
- Statistische bepaling van de vraagfunctie voor elektrische energie voor licht en huishoudelijk verbruik en verwarming. De Ned. Conj., Aug. 1937, blz. 83 (VI 4).**
- Tinbergen, Prof. Dr. J.** Grondproblemen der theoretische statistiek. Haarlem, 1936 (VI 3).
- Tinbergen, Prof. Dr. J.** Prijsdispariteit en handelsbeweging. De Ned. Conj., Mei 1936, blz. 13 (VI 3).
- Tinbergen, Prof. Dr. J.** De Konjunktuur (VI 1).
- Townsend Harley, G.** Time study methods for mining operations. Engineering and Mining Journal, 30 April 1927, blz. 722 (II).
- Veranderingen in het kolenverbruik in Groot-Brittannië. De Ingenieur, 1932, M 40 (VI 1, 3).**
- Vraag (de) naar elektrische energie. De Ned. Conj., Mei 1935, blz. 26 (VI 4).**
- Vraag (de) naar electriciteit. De Ned. Conj., Nov. 1937, blz. 127 (VI 4).**
- Wagemann, Prof. Dr. E.** Energiequellen der Welt. Sonderheft 44. (Schriften des Instituts für Konjunkturforschung) (VI 1).
- Walther, H.** Betriebsuntersuchungen mit Hilfe von Zeitstudien auf Steinkohlengruben des Ruhrbezirks (II).
- Warren en Pearson. Prices (VI 1).**
- Water-power of the world in World Atlas of commercial Geology (VI 1).**

- Waterschoot van der Gracht, Mr. Dr. Ir. W. A. J. M. van.** Veertig jaar Limburgsche mijnbouw (VI 4).
- Wesemann, Dr. Ing. K.** Die planmäßige Bewirtschaftung der Betriebsstoffe im Steinkohlenbergbau. Glück Auf, 1928, blz. 814 (II).
- Wesemann, Dr. Ing. K.** Unkostenermittlung und Unkostenverrechnung im Bergbau. Voordracht 1929 (III).
- Wesemann, Dr. K.** Zeitstudien unter Tage (Vortrag im Zeitstudienausschusz der Vereinigte Stahlwerke) (II).
- Wintermeyer, Dr. Ing.** Die Beleuchtungsfrage in Bergwerksbetriebe. Der Bergbau, 1921, blz. 1509 (II).
- Witte, H. U.** Beiträge zur Zeitstudienfrage im Steinkohlenbergbau. Diss. Berlijn, 1927 (II).
- Woytinski, W. L.** Die Welt in Zahlen, 4e deel (IV 1, 3).
-

ALPHABETISCH REGISTER.

- Aantal arbeiders 12
 Aardolieexploitatie 115
 Afschrijving 15, 17
 Afstand steengangen 72 e.v.
 Arbeidsbesparende werkmethoden 32
 Arbeidsgelegenheid 14
 Arps 52
 Bedrijfsstoringen 68, 98 e.v.
 Bedrijfszekerheid 52, 57, 80
 Bekende aardolievoorraad 133
 België 143, 144, 145, 148
 Binnenlandsche kolenafzet 135
 Brittannië (Groot) zie Engeland
 Centraal-Bureau voor de statistiek 11, 53
 Cokesfabrieken 147
 Concentratie-tendenz 29, 33, 98, 110, 128
 Conjunctuurinvloed 120
 Correlatie-coëfficiënt 109, 139
 Dagelijksche productie 53, 84
 Deviatie 105
 Discontinu verband 54, 55, 60, 86
 Duitschland 128, 143, 144, 146, 148
 Dunlop 115, 130
 Economische eenheid 50
 Effectieve werktijd 61, 76
 Elasticiteit 154
 Electriciteitsverbruik 147, 148, 152
 Electriciteitsverbruik per hoofd der bevolking 148, 152, 153
 Electrificatie 151
 Energiebronnen 129
 Energieverbruik van de Nederlandsche mijnen 30
 Energieverbruik per hoofd der bevolking 122
 Energieproductie 119 e.v.
 Engeland 112, 143 e.v.
 Europa 131
 Extra-comptabele kostenberekening 36
 Frankrijk 112, 143, 144, 145
 Frequentie van storingen 98, 99
 Fritzsche 36
 Frontlengte 51 e.v.
 Gasfabrieken 145, 146
 Gasverbruik 152
 Gedifferentieerde kostenopstelling 35, 36, 37
 Geological Survey for U.S.A. 116
 Geologische gesteldheid 50
 Graad van belasting 46 e.v.
 Groothandelsprijzen 124
 Haga 152
 Honigmann-de Vooy's (boormethode) 22
 Houwersrendement 107, 108, 109
 Huisbrandkolen 145
 Hydro-electriciteit 121, 129, 133, 148
 Individueel loon 32
 Industrialisatie 151
 Industriele productie 124, 128, 141
 Inter-comptabele kostenberekening 37
 Internationale handel 124

- Invoersaldo 134
 Jaarinkomen mijnarbeiders 17
 Jaarverslagen van den Hoofdingenieur der Mijnen 11, 134
 Kapitaalsrendement 15
 Koopkrachtige loonen 19
 Kostenelementen 53 e.v.
 Kostenfunctie 53 e.v.
 Kosten van levensonderhoud 18, 19
 Kostenminimum 50, e.v., 110
 Kostenvariaties 50, 54
 Kostenvergelijking 40 e.v.
 Londense Conferentie 133
 Loonstelsels 32
 Loon (uitbetaald loon) 12
 Lowens 51
 Manminuut 56 e.v.
 Marktanalytisch 111
 Mechanisatie 29, 128, 143
 Mechanische transportmiddelen 99 e.v.
 Metallurgische industrieën 128, 145, 147
 Motorisch verkeer 117, 118
 Nes (van) 32
 Normalkostenrekening 37, 39
 Onbekende aardolievoorraad 133
 Onderbrekingen 99 e.v.
 Opbrengst per arbeider 12
 Productie van aardolie 114 e.v.
 Productie-index 123, 124, 127, 136, 137
 Productie van steenkolen 112 e.v.
 Productie van steenkolen in Nederland 12, 134
 Productie van waterkracht 116 e.v.
 Rationalisatie 11, 32, 33
 Regressie-coëfficiënt 138
 Regressielijn 120, 121
 Staatsmijnen 15, 33
 Standaardfout 139, 141
 Stilstanden 99 e.v.
 Stroomafzet 152
 Stroomverbruik 151 e.v.
 Techniek van het mijnbedrijf 22
 Tijdstudie 32, 56
 Toeneming der bevolking in Nederland 149
 Toronto (Geologen-congres) 130
 Trend 137, 139, 140
 Trendlijn 150
 Trendwaarde 138, 150
 Variaties in kosten 37
 Verbruik per hoofd der bevolking 122, 134, 136, 137, 144, 145, 150
 Verdiepingsafstand 87, 91 e.v.
 Vereenigde Staten van Noord-Amerika 112, 115, 124, 128, 144, 145, 148
 Verkoopprijs 15
 Verzuimdiensten 14, 18
 Voorraden aardolie 132
 Voorraden energiebronnen 129 e.v.
 Voorraden kolen 129
 Voorraadvorming 14, 135, 141
 Waarschijnlijke kolenvoorraad 130
 Warmtetechniek 128, 147
 Waterkracht 116 e.v., 129
 Wereldhandel 124
 Wereldkrachtconferentie 130
 Wereldproductie: zie productie
 Werkplannen 32
 Wetenschappelijk beheer 29
 Winningsarbeid 51
 Winningsplaats 51, 52 e.v. 77, 78
 Wintertemperatuur 136, 137
 Zekere kolenvoorraad 130

STELLINGEN

I.

Teneinde de omgrenzingen van de toekomstige ontginningszetsels in het Peelmijneveld zooveel mogelijk in overeenstemming te brengen met de tectonische elementen, is een nadere verkenning van de juiste ligging der verschuivingen gewenscht.

Het verdient aanbeveling na te gaan, of bij deze verkenning de gravimetrische methode met succes zal kunnen worden toegepast.

II.

Voor de ontginning der Peelmijnvelden zijn exploitatie-eenheden van groote afmetingen (2.5—3.0 miljoen ton jaarcapaciteit) en velden van 2000—2500 ha. oppervlakte per zetel vereischt; in verband met de aanmerkelijke diepte der kolenlagen en de afmetingen der velden is te overwegen de aanleg van peripherische lucht- en personeelschachten.

III.

Indien de Peelmijnen worden ingericht, zooals in stelling II omschreven, mag met eenige zekerheid dezelfde rentabiliteit als in het Z.-Limburgsche mijnveld verwacht worden, voor minstens het halve Peelveld.

IV.

Het verdient aanbeveling, een Peelmijnonderneming den vorm te geven van een gemengd bedrijf, waarin naast den Nederlandschen Staat eventueel locale bestuursorganen participeeren (provincie, gemeente); het restant van de kapitaalbehoefte ware te verkrijgen door een beroep op de vrije kapitaalmarkt. In ruil voor hare vinderechten zal de Staat preferent winstaandeel en medezeggenschap verkrijgen, voornamelijk in zake de finantieele gestie, de arbeidsvoorwaarden en den afzet.

V.

Ten onrechte worden dikwijls enkele sociaal ongewenschte gevolgen van het streven naar mechanisatie en rationalisatie te veel

op den voorgrond gesteld. In het algemeen zullen genoemde tendenzen een positief maatschappelijk nuttig effect dragen.

VI.

De reguleerende werking van het vrije spel van vraag en aanbod door middel van den prijs, wordt in de moderne productiewijze steeds minder effectief door het grooter wordend aandeel der vaste kosten in den kostprijs en door de toenemende nivelleering der kostprijzen binnen éézelfde economisch gebied.

VII.

Conjunctuurgevoelige ondernemingen met een geringe elasticiteit van den vraag (verkeersondernemingen, steenkolenmijnen) zullen in het algemeen een maximum geldelijk rendement kunnen bereiken, door een prijsverhoging in tijden van goede conjunctuur en een prijsverlaging in tijden van zeer diepe depressie.

VIII.

Het in eenigszins belangrijke mate financieren van conjunctuurgevoelige overheidsbedrijven met obligatiekapitaal, maakt perioden van verliesgevendheid onvermijdelijk.

IX.

Maatregelen van de overheid, die ten doel hebben de rentabiliteit van ondernemingen door „ordening” te bevorderen, zijn eerst dan gerechtvaardigd, indien een redelijke mate van zekerheid bestaat, dat de interne organisatie van deze ondernemingen een hoogen graad van efficiency bereikt heeft, en dat deze in de toekomst behouden blijft; in het tegenovergestelde geval is van de voornoemde maatregelen eerder een contra-rationeel effect te vreezen.

X.

Voor het met vrucht leiden eener moderne onderneming van eenige afmeting, is naast een technische-, een grondige bedrijfs- en sociaaleconomische vooropleiding gewenscht.

XI.

Ondergrondse werkzaamheden, welker tijdsduur uit hoofde van hunne variabiliteit slechts door tijdroovende en kostbare tijdmetingen kan worden bepaald, kunnen dikwijls op bevredigende wijze in causaal verband met de verklarende factoren gebracht worden met behulp van een enkel- of meervoudig correlatie-onderzoek.

XII.

Ten onrechte wordt de elektrische aandrijving van ondergronds opgestelde machines weinig benut. In het algemeen is deze wijze van energie-overbrenging economisch en voldoende veilig.

XIII.

Bij de waarneming van oppervlaktebewegingen als gevolg van kolenontginning werden tot heden in hoofdzaak de verticale componenten der verplaatsingen gemeten. Voor een volledig inzicht van de optredende bewegingen verdient het aanbeveling de horizontale componenten meer te meten, dan tot nu toe geschiedde. Een eenvoudige methode voor deze waarnemingen is aangegeven door BRIGGS en FERGUSON.

(Briggs en Ferguson: Investigation of Mining Subsidence: Transactions Institute of Mining Eng. 1933 blz. 303/334).

XIV.

Bij het vaststellen van schadevergoeding voor door de mijnontginning veroorzaakte schade aan gebouwen en terreinen, is het redelijk rekening te houden met den nauwen samenhang, die bestaat tusschen de welvaart van de bewoners en de welvaart van de mijnindustrie. Daarom zal het gewenscht zijn de schadevergoeding te beperken tot een bedrag groot genoeg, om den toestand van het gebouw of terrein in zoodanigen staat te brengen, dat van het betreffende mijnschadegeval geen hinder wordt ondervonden; voor eventueelen achteruitgang in verkopwaarde behoort geen vergoeding te worden gegeven.

Voor die gevallen, waarbij tusschen beide partijen in onderling overleg geen overeenstemming inzake de schade bereikt kan worden, is een vereenvoudiging van de thans gevolgde procedure gewenscht.

XV.

De bewijsvoering van BERNARD (*Revue de l'industrie Minérale* 11e Année-1931, première partie blz. 369) voor de overeenstemming, die er zou bestaan tusschen, de gedurende den arbeidsdag afnemende prestatie van de gezamenlijke groep van arbeiders eener ondergrondse winningsplaats en de vermoeidheidskrommen volgens Mosso, moet als onjuist beschouwd worden.

XVI.

Bij de toenemende behoefte aan zeer zuivere kolen (met minder dan 1 % asch) voor industrieele doeleinden, dient de technische scheiding van kolen in hare componenten verder ontwikkeld en toegepast te worden.

XVII.

De verklaring van UGLOW (*Economic Geology* Vol. VIII bl. 19) voor het ontstaan der N. Amerikaanse secundaire silicaatzônes moet als onbevredigend beschouwd worden.