

## Co powinien wiedzieć inżynier mechanik o odlewnictwie

Inż. K. Gierdziejewski, SIMP

*Odlewnictwo jest obecnie specjalnością na równi np. z hutnictwem, co wymaga również wyodrębnienia go w nauczaniu; dotychczasowe programy nauczania nie kładą dostatecznego nacisku na tę gałąź wiedzy technicznej. W początkach rozwoju techniki, konstruktor był jednocześnie odlewnikiem; dziś rozdział między konstruktorem a technologiemi posunął się b. daleko. Należy jednak znowu dążyć do jak najściślejszej współpracy, gdyż daje ona b. dobre wyniki, podwyższając jakość wyrobów, a równocześnie prowadząc do oszczędności na czasie i materiale.*

JEDEN z moich odczytów<sup>1)</sup> poświęcony był udowodnieniu twierdzenia, że odlewnictwo w chwili obecnej należy traktować jako zupełnie odrębną specjalność na równi z elektrotechniką, górnictwem, hutnictwem, inżynierią budowlaną itp. Ta nowa gałąź wiedzy technicznej tworzy się na głębokim fundamencie matematyki i mechaniki, teoretycznej fizyki i chemii fizycznej, geometrii wykresłej i metaloznawstwa, ze znacznym zbliżeniem do nauk matematyczno-mechanicznych i stanowi brakujące ogniwo w przejściu od mechaniki i technologii mechanicznej do metalurgii.

Te charakterystyczne cechy współczesnego odlewnictwa wymagają specjalnego traktowania sposobów jego nauczania, czego wyrazem jest zupełnie wyodrębnienie odlewnictwa bądź jako specjalnych wydziałów Politechniki (Niemcy, Z. S. R. R.), nadających absolwentom dyplomy inżyniera odlewnika, bądź w specjalnych wyższych szkołach dla inżynierów (Francja, Anglia, St. Zj. A. P.), udzielających tytułu dyplomowanego inżyniera odlewnika osobom, które w innej uczelni już uzyskały akademicki tytuł inżyniera.

W państwach, w których uprzemysłowienie jest słabiej rozwinięte, odlewnictwo traktowane jest jako przedmiot ogólno-kształcący na wydziałach mechanicznych lub hutniczych wyższych szkół technicznych i na nauczanie jego przeznaczona jest zwykle ograniczona ilość godzin, wystarczająca do encyklopedycznego ujęcia przedmiotu. Pośrednie miejsce zajmują kraje, w których nie ma wyodrębnionej specjalizacji inżynierów odlewników, jednak na wyższych uczelniach istnieje szereg katedr odlewnictwa, umożliwiających łatwą specjalizację w tym kierunku (Czechosłowacja, ostatnio Włochy).

Pomijając kierunki nauczania specjalistów inżynierów odlewników, wyraźnie ustalone na niektórych politechnikach, posiadających wydziały odlewnicze, zastanówmy się nad pytaniem, w jakim zakresie powinien posiadać znajomość odlew-

nictwa inżynier, kończący politechnikę z dyplomem inżyniera mechanika.

Rozróżniamy dwie możliwości: pierwsza, inżynier po ukończeniu politechniki praktycznie zaczyna pracować w odlewnictwie jako wytwórca odlewów, i druga, inżynier specjalizuje się w tych gałęziach, gdzie się tylko styka z odlewami, czy to przy ich obróbce, montażu, odbiorze, czy to jako konstruktor projektujący odlewy lub przyrządy do ich masowej lub seryjnej obróbki. Trzeciej ewentualności — inżynier mechanik zostaje konstruktorem urządzeń i maszyn stosowanych w odlewniach — nie rozpatrujemy, jako nie zachodzącej w naszych obecnych warunkach.

Otóż stwierdzić trzeba, że istniejące możliwości nauczania odlewnictwa na naszych politechnikach, w zakresie potrzeb pierwszej grupy inżynierów, tj. kierujących się do pracy w przemyśle odlewniczym, są bardzo małe; stan ten spowodowany jest brakiem katedr odlewnictwa, niedostateczną ilością godzin wykładowych przeznaczonych na ten przedmiot oraz układem planów nauczania. Jasne jest więc, że podobny stan rzeczy hamująco wpływa na rozwój przemysłu odlewniczego w kraju i pociąga szereg poważnych trudności w ogóle dla przemysłu metalowego przetwórczego. Niestety jednak z faktem tym liczyć się trzeba i młodemu inżynierowi pozostaje narazie tylko droga samodzielnego doksztalcania się i specjalizowania się w obranym kierunku.

Zakres wiadomości z odlewnictwa, jakie posiadać powinna druga grupa inżynierów mechanicznych jest znacznie węższy, charakterystyczną zaś cechą ich powinna być pogłębiona znajomość wpływu kształtu odlewu na możliwości jego wykonania i własności wytrzymałościowe odlanej części z jednej strony, a doskonała znajomość charakterystycznych cech tworzyw stosowanych w odlewnictwie z drugiej strony. Niestety obecne plany nauczania nie uwzględniają tych konieczności i przeważająca większość kończących inżynierów mechanicznych ogranicza się do encyklopedycznego zapoznania z podstawowymi czynnościami w odlewni jak: topienie, przygotowanie formy, budowa modelu itd., nie mając możliwości wniknięcia w najważniejszą bodaj dla nich dziedzinę — sto-

<sup>1)</sup> „Charakterystyczne cechy współczesnego odlewnictwa“. Referat wygłoszony na posiedzeniu Stow. Hutników w Katowicach w r. 1936; patrz *Hutnik* 1936, str. 427.

sunku między konstrukcją i warunkami wykonania odlewu. Spowodowane to jest nie tylko niewystarczającą ilością godzin wykładowych przeznaczonych na nauczanie odlewnictwa, lecz i przeciążaniem programów na średnich semestrach, uniemożliwiającym wprowadzenie wykładów z odlewnictwa w czasie, kiedy student jest już przygotowany do zrozumienia wpływu konstrukcji na możliwości wykonawcze odlewnika.

Stan taki bardzo niekorzystnie odbija się na dalszej współpracy inżyniera z odlewni z inżynierem z warsztatu mechanicznego lub z biura konstrukcyjnego, utrudnia postęp techniczny, podnosi koszty wytwarzania, powoduje marnotrawstwo materiału i czasu. Tylko względnie nieliczna grupa studiujących na wydziale mechanicznym a specjalizujących się w kierunku technologicznym, ma możliwość zapoznania się z podstawowymi postulatami odlewnika w odniesieniu do konstruktora, większość zaś musi braki te uzupełnić później, już w okresie stażu praktycznego.

Szybki rozwój techniki w ostatnim sześćdziesięcioleciu zmienił zupełnie warunki pracy technicznej i wprowadził daleko idącą specjalizację. Jeszcze w latach 1870 — 1880, wg prof. A. Thuma, konstruktor był jednocześnie i wykonawcą modelu i odlewnikiem. Przeważnie intuicyjnie, nie opierając się na żadnych teoretycznych obliczeniach, wykonywał model nowej części maszyny, sam dobierał najwłaściwszy metal, prowadził jego przetwarzanie, wykonywał przy pomocy formierzy formę i w odlewie realizował swój pomysł konstruktorski. Nie inną drogą szli wytwórcy słynnych kling damasceńskich, nie inaczej powstawały skrzypce Stradivariusa, w ten sam sposób powstawały cenne dzieła sztuki rzeźbiarskiej, wypełniające obecnie galerie muzealne.

*Pierwszym, podstawowym warunkiem stworzenia rzeczy rzeczywiście wartościowej było, jest i pozostanie: głęboka i wyczerpująca znajomość materiału, z którego przedmiot ma być wykonany, oraz sposobów realizacji powstałego pomysłu.* Nie do pomyślenia jest, aby Stradivarius lub któryś z jego uczniów nie posiadał osobiście dostatecznej znajomości materiału przeznaczonego na wykonanie skrzypiec, nie mógł odróżnić gatunku drzewa lub nie potrafił sam sporządzić najodpowiedniejszego lakieru do pokrycia skrzypiec. Czy można sobie wyobrazić artystę-rzeźbiarza, któryby nie potrafił dobrać sobie surowego bloku, w którym ma zamiar odtworzyć w kształcie materialnym swoje wizje?

Niewiele ponad pięćdziesiąt lat upłynęło dopiero od tego czasu kiedy konstruktor był jednocześnie i metaloznawcą i odlewnikiem, a szereg starych maszyn, oglądanych obecnie w Muzeach technicznych, wykazuje jak głęboko wyczuwali twórcy ich łączność między swoimi pomysłami, a tworzywem z którego je realizowali. Lecz rozwój techniki, metody produkcji wielkoprzemysłowej itp. spowodowały, że powstało zróżniczkowanie między konstruktorem a technologiemi, i powstały dwie gałęzie wiedzy technicznej — konstrukcja i technologia.

Daleko idący rozdział między nimi znalazł najwybitniejszy wyraz na odcinku odlewnictwa, jako

najtrudniejszym dziale technologii i spowodował naturalną reakcję w kierunku nawiązania ścisłej współpracy między konstruktorem a odlewnikiem. Powszechne zrozumienie konieczności tej współpracy skryształizowało się dopiero w okresie wojennym, lecz korzyści takiej współpracy uważni obserwatorowie życia technicznego dostrzegli na długo przed wojną. Dr inż. K. Sipp, — wybitny inżynier niemiecki, twierdzi, że uważna analiza nadzwyczajnego rozwoju szeregu firm niemieckich, które uzyskały światową sławę dla swoich konstrukcji i bezkonkurencyjność pod względem jakości i ceny, wykazała, że były to wytwórnie maszyn, posiadające własne odlewnie i których kierownictwo techniczne spoczywało w ręku bądź to kierownika odlewni, bądź osoby, która przeszła techniczny staż w odlewni. Ten fakt uważa on za wysoce godny podkreślenia i tłumaczy wyjątkowy rozwój budowy maszyn w ten sposób, że już wtedy nawiązana była ścisła współpraca konstruktora i warsztatu mechanicznego z odlewnią i przez to zmniejszone zostało poważnie marnotrawstwo czasu i środków, tak często spotykane w przemyśle.

Przy należycie ustalonej współpracy między konstruktorem a odlewnikiem rola odlewnika nie może ograniczać się do spóźnionej krytyki wykończonych rysunków. Ekonomia czasu i środków wymaga, aby konstruktor traktował odlewnika jako przyjaciela, pomocnika i doradcę, aby rozumieli oni, że wzajemnie się uzupełniają, że powinni ponownie stworzyć warunki pracy z tych czasów, gdy jedna myśl i jeden intelekt były twórcami i realizatorami nowych pomysłów.

Prof. E. Roncera y mówi, że najważniejszym sposobem realizacji takiej współpracy są tygodniowe, jeżeli już nie codzienne, regularne konferencje między szefem biura konstrukcyjnego a odlewnikiem; na tych konferencjach powinny być rozpatrywane nie tylko sprawy konstrukcji, lecz również sprawy odpowiedniego doboru materiałów, wyszukiwanie nowych, potrzebnych stopów, ustalanie metod termicznej obróbki; posunąć się należy aż do analizy szczegółowych metod produkcji w odlewni i obróbki w warsztacie mechanicznym, ponieważ często może się okazać potrzeba lepszego przystosowania rozwiązań konstrukcyjnych do możliwości fabrykacyjnych. Konstrukcja łana, która znajdzie wspólną aprobatę i konstruktora i odlewnika, napewno będzie ekonomiczniejszą i da się wykonać z większą oszczędnością czasu i środków materialnych.

### **Sur l'enseignement des ingénieurs à la science de fonderie**

#### **Résumé:**

L'auteur souligne que la science de fonderie s'est tellement développée qu'elle exige un enseignement séparé et spécial de l'ingénieur, comme p. ex. la métallurgie, et que les programmes des Ecoles polytechniques polonaises ne sont pas encore assez vartes en ce qui concerne la formation des ingénieurs fondeurs. Ensuite l'auteur indique qu'autrefois le constructeur était en même temps le fondeur, tandis que maintenant le travail du bureau de construction s'est éloigné beaucoup de celui de la fonderie. Après avoir montré les inconvénients de cet état de choses, il accentue la nécessité de la collaboration aussi proche que possible entre les représentants de ces deux domaines du travail de l'ingénieur mécanicien.

## Produkcja spirytusu napędowego

Dr inż. L. Kowalczyk

Zastosowanie spirytusu do napędu silników spalinowych. — Znaczenie spirytusu odwodnionego. — Metody odwadniania spirytusu. — Produkcja spirytusu odwodnionego w Europie. — Koszty odwadniania. — Zastosowanie zjawiska azeotropii w przemyśle odwadniania spirytusu. — Opis metod technicznych: metody azeotropowe (met. Usines de Melle, met. drawinolowa, met. Mercka pod ciśnieniem) oraz metody postępujące się statymi środkami odwadniającymi (met. Hiag, met. Mercka za pomocą wapna palonego pod ciśnieniem, met. odwadniania za pomocą gipsu).

### Wstęp

**Z**ASTOSOWANIE spirytusu do napędu na wielką skalę datuje się dopiero od czasu wielkiej wojny. Mianowicie wielkie zapotrzebowanie materiałów pędnych pod koniec wojny oraz utrudniony dowóz tych materiałów z ropy naftowej, zwróciły uwagę Niemiec na możliwość zastosowania do napędu spirytusu pod postacią mieszanek z benzyną lub benzolem. Drugi impuls do prac w tym kierunku dały wielkie zapasy spirytusu, nagromadzone we Francji do wyrobu materiałów wybuchowych, które po wojnie trzeba było w jakikolwiek sposób zużytkować. Okazało się jednak, że spirytus uwodniony (surowka, rektyfikat) nie jest całkowicie przydatny do napędu ponieważ:

- 1) nie miesza się z benzyną we wszystkich stosunkach, wskutek czego paliwo łatwo ulega rozwarstwieniu,
- 2) woda, zawarta w spirytusie, powoduje pewne niedokładności w pracy silnika oraz przyczynia się do korozji jego części.

Dalsze badania pozwoliły na ustalenie, że zastosowanie spirytusu wysokoprocentowego (99,6—99,9%) usuwa całkowicie niedomagania w pracy silnika oraz zezwala na używanie mieszanek benzynowo-spirytusowych, benzolowo-spirytusowych lub potrójnych o dowolnym składzie, ponieważ węglowodory te mieszają się ze spirytusem odwodnionym w każdym stosunku. Niezależnie od tego stwierdzono, że spirytus jest środkiem uszlachetniającym benzynę, gdyż zwiększa odporność paliwa na wyższe sprężanie w silniku, a więc działa jako środek przeciwstukowy.

Wyniki tych prac rozwiązały w sposób ostateczny sprawę stosowania spirytusu do celów napędowych i dały podstawę nowej dziedzinie przemysłu spirytusowego — o d w a d n i a n i u. Równocześnie z rozpowszechnianiem zastosowania spirytusu do celów napędowych rozwijały się i metody odwadniania, przy czym za kolebkę przemysłu odwadniania spirytusu należy uznać Francję, gdzie powszechne stosowanie spirytusu do napędu sięga r. 1922, a przymus mieszania spirytusu do mieszanek napędowych (tzw. carburant national) wprowadzony został już w r. 1923. Zastosowanie spirytusu do napędu, szybko rozszerzyło się na Niemcy i inne kraje europejskie oraz pozaeuropejskie, dając początek licznym pracom zarówno w dziedzinie odwadniania spirytusu, jak i napędu silników mieszankami o różnym składzie.

Zastosowanie spirytusu do napędu silników stworzyło szerokie możliwości dla państw o charakterze wybitnie rolniczym, nie mówiąc już o państwach, które nie posiadają złóż ropy na własnym terenie. Również jednak duże znaczenie posiada spirytus w gospodarce materiałami napędowymi

wymi w państwach, które posiadają własne źródła ropy naftowej, bowiem zastosowanie do napędu wszelkich środków zastępczych (spirytus, benzol) opóźnia wyczerpywanie się zasobów ropy. O ile bowiem źródła ropy naftowej, aczkolwiek powoli, ale systematycznie się wyczerpują, to źródła otrzymywania spirytusu są tak duże, że zaledwie niewielki ich procent jest do tej pory wyzyskiwany, a możliwość wynalezienia i zastosowania nowych źródeł i surowców jest wprost nieograniczona.

### I. Metody odwadniania spirytusu

Owadnianie spirytusu dokonane być może za pomocą różnych metod i środków odwadniających. Istniejące obecnie liczne patenty w tej dziedzinie można podzielić z grubsza na grupy następujące:

- a) odwadnianie spirytusu w stanie ciekłym za pomocą środków odwadniających stałych, jak potaż, wapno palone, gips, siarczan miedzi itp.;
- b) odwadnianie spirytusu w postaci pary za pomocą środków stałych, jak wapno palone, chlorek wapnia na różnych nośnikach, węglík wapnia (karbid) itp.;
- c) odwadnianie spirytusu wskutek absorpcji wody przez pewne ciecze lub roztwory soli, np. przez przepuszczanie par alkoholu przez glicerynę lub roztwory chlorków wapnia i cynku, potażu itp. w glicerynie;
- d) odwadnianie za pomocą roztworów pewnych soli (np. chlorku wapnia, octanów sodu i potasu, chlorku magnezu, azotanów wapnia, sodu i potasu, mleczanów itd.) w spirytusie bezwodnym;
- e) odwadnianie na drodze destylacji azeotropowej przez odpędzanie ze spirytusu wody z dodatkową cieczą organiczną, tworzącą z całkowitą ilością wody i nieznaczną częścią alkoholu mieszaninę azeotropową, w temperaturze niższej od alkoholu absolutnego. Jako środki azeotropujące mogą być używane: benzol, mieszanina benzolu z benzyną w różnych stosunkach, specjalnie stabilizowany trójchloroetylen, czyli tzw. *tri* (w Niemczech — *drawinol*), trójchlorometan, czterochlorek węgla, bromek etylu, dwusiarczek węgla, octan etylu, chlorek butylu, cykloheksan itp. Ostatnie trzy środki mogą być używane nawet do odwadniania spirytusu konsumpcyjnego, gdyż nie psują smaku alkoholu;
- f) odwadnianie mieszanin alkoholowo-wodnych przez destylację pod zmniejszonym ciśnieniem. Metoda opiera się na zjawisku, że z obniżeniem ciśnienia podczas destylacji, ilość wody w parze stopniowo maleje i pod ciśnieniem 70 mm słupa rtęci zawartość wody w parze wynosi zero, czyli pod tym ciśnieniem alkohol nie tworzy już z wodą zespołu azeotropowego;
- g) odwadnianie spirytusu za pomocą metod elektrolitycznych, katalitycznych oraz na drodze atmolizy, czyli eksomozy.

Nie wszystkie z wymienionych metod odwadniania znalazły zastosowanie techniczne, większość ich wymieniają tylko patenty, które nigdy w skali fabrycznej zrealizowane nie były. Nie mniej jednak niektóre z nich znalazły wielkie zastosowanie i pod względem technicznym nie wzbudzają żadnych zastrzeżeń.

Do najbardziej rozpowszechnionych na świecie metod odwadniania należą trzy:

1) azeotropowa <sup>1)</sup> koncernu francuskiego „Usines de Melle“ stosuje jako środek odwadniający mieszaninę benzolu i wąskofrakcyjnej benzyny;

2) metoda firmy Hiag, Holzverkohlungsindustrie A. G. (Frankfurt nad Menem), która do odwadniania spirytusu w pewnym stopniu oczyszczonego stosuje roztwory octanów sodu i potasu w spirytusie odwodnionym;

3) azeotropowa Monopolu Niemieckiego (Reichsmonopolverwaltung für Branntwein) odwadnia spirytus za pomocą stabilizowanego trójchloroetyleny (drawinolu).

Poza tym pewne ilości spirytusu odwodnionego prawie, wyłącznie w Niemczech, otrzymuje się za pomocą następujących metod:

4) firmy E. Merck (Darmstadt) przy zastosowaniu wapna palonego pod ciśnieniem,

5) azeotropowej E. Mercka przy zastosowaniu podwyższonego ciśnienia,

6) firmy I. G. Farbenindustrie A. G. za pomocą gipsu.

Jeśli chodzi o zdolność produkcyjną zakładów odwadniających, pracujących wg poszczególnych metod, to dają się one wyrazić następującymi ilościami spirytusu odwodnionego <sup>2)</sup>:

L. p.	Metoda	Ilość zakładów	Ogólna zdolność produkcyjna spirytusu odwodn. w l/dobę
1	Usines de Melle . . . . .	161	3 498 000
2	Hiag . . . . .	65	1 449 000
3	Drawinolowa . . . . .	45	1 027 000
4	E. Merck, wapniowa . . . . .	10	—
5	„ azeotropowa . . . . .	1	36 960
6	I. G. Farbenindustrie . . . . .	1	67 000

Pewną ilustracją rozwoju metod odwadniania dają również ilości spirytusu odwodnionego, produkowane za pomocą tych metod. Dane dla niektórych z nich podaje poniższa tabela:

L. p.	Metoda	Produkcja spirytusu odwodnionego l./rocznie
1	Azeotropowa Usines de Melle . . . . .	525 000 000 *)
2	Octanowa Hiag . . . . .	397 500 000 *)
3	Drawinolowa . . . . .	300 000 000 **)
4	E. Mercka za pomocą wapna pod ciśnieniem . . . . .	12 000 000 ***)

\*) Dane za rok 1936.

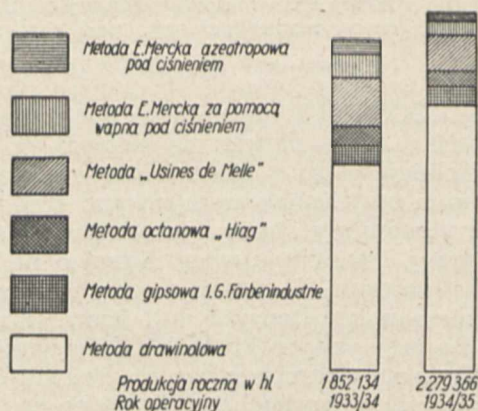
\*\*\*) Zdolność produkcyjna.

\*\*\*\*) Zeitschrift f. Spiritusindustrie, 1931, str. 180.

<sup>1)</sup> Azeotropowe metody odwadniania połączone są z częściowym oczyszczaniem przerabianego spirytusu.

<sup>2)</sup> Zwracam uwagę, że nazwy: spirytus absolutny albo bezwodny nie są właściwe produktowi technicznemu, który mimo swojej wysokiej mocy (99,9%) zawiera zawsze pewne ilości obcych domieszek, jak uboczne produkty fermentacji (aldehydy, wyższe alkohole, kwasy, estry), ślady wody i środka azeotropującego. Najwłaściwsza nazwa spirytus odwodniony jest konsekwentnie stosowana przez Państwo Monopol Spirytusowy.

Państwem, w którym do odwadniania spirytusu na wielką skalę stosuje się aż sześć różnych metod, są Niemcy. Wzajemny stosunek pomiędzy produkcją wg poszczególnych metod przedstawia poniższy wykres <sup>3)</sup>:



Należy tu podkreślić, że niektóre z metod odwadniania (azeotropowa Usines de Melle) powstały już przed kilkunastu laty i przeszły szereg udoskonaleń; inne natomiast powstały stosunkowo niedawno (drawinolowa, Hiag) i nie ukończyły jeszcze swoich faz rozwojowych.

Duży wpływ na rozwój metody wywierają również fabryczne koszty produkcji. Koszty te odnoszące się do pięciu z wymienionych wyżej metod odwadniania w źródle niemieckich <sup>4)</sup> kształtują się w sposób następujący:

L. p.	Metoda	Koszt odwadniania RM/hl	Wysokość kosztów odwadniania w porównaniu z metodą Usines de Melle
1	Usines de Melle . . . . .	0,877	100,0
2	Drawinolowa . . . . .	0,977	111,4
3	Gipsowa I. G. Farbenindustrie . . . . .	0,790	90,1
4	Octanowa Hiag . . . . .	0,941	107,3
5	Mercka za pomocą wapna pod ciśnieniem . . . . .	1,722	196,4

Należy jednak zwrócić uwagę, że koszty odwadniania dwu pierwszych metod nie mogą być porównane bezpośrednio z pozostałymi, ponieważ podczas odwadniania spirytusu metodami azeotropowymi zachodzi równocześnie jego oczyszczanie od ubocznych produktów fermentacji (aldehydy, fusle).

Dla dokładnego porównania kosztów odwadniania metodami azeotropowymi z innymi metodami, należałoby do tych ostatnich wprowadzić odpowiednie poprawki, uwarunkowane kosztami oczyszczania surowki przed odwadnianiem lub spirytusu po odwodnieniu, które to poprawki kształtują się różnie w zależności od sposobu wyzyskiwania źródeł energii, urządzeń aparatury odpędowej i rektyfikacyjnej, sposobu pracy itd.

<sup>3)</sup> Zeitschrift f. Spiritusindustrie, 1936, Nr 21—22.

<sup>4)</sup> M. Klar, Fabrikation von absolutem Alkohol zwecks Verwendung als Zusatzmittel zu Motor-Treibstoffen, wyd. II, 1937, str. 70—71.

## II. Zastosowanie zjawiska azeotropii w przemyśle odwadniania spirytusu

Aby szczegółowy opis azeotropowych metod odwadniania, wg których otrzymuje się dziś większość spirytusu odwodnionego, był całkowicie zrozumiały, należy poświęcić kilka słów samemu zjawisku azeotropii.

Na zasadzie doświadczeń stwierdzono, że niektóre mieszaniny cieczy nie dają się rozdzielić na drodze rektyfikacji (mimo dostatecznie dużych różnic temperatur wrzenia), ponieważ w pewnych warunkach posiadają stałą temperaturę wrzenia, tzn. wydobywające się z cieczy opary mają tę samą temperaturę i ten sam skład, co wrząca ciecz. Występowanie takiego zjawiska nazwano azeotropią, a odpowiednie mieszaniny cieczy — zespołami azeotropowymi lub wprost azeotropami.

Z tego względu nie można otrzymać np. alkoholu bezwodnego na drodze zwykłej rektyfikacji, ponieważ tworzy on z wodą azeotrop o składzie 95,57% wag. alkoholu i 4,43% wody.

Oprócz zespołów dwuskładnikowych znane są również azeotropy trójskładnikowe, wrzące w temperaturze niższej od temperatury wrzenia poszczególnych składników pod tym samym ciśnieniem. Jako przykład takiego azeotropu może służyć mieszanina alkohol - woda - benzol, zbadana i praktycznie zastosowana do odwadniania spirytusu przez S. Younga<sup>5)</sup>. Autor ten frakcjonował na zwykłym aparacie rektyfikacyjnym spirytus zmieszany z benzolem. Przy destylacji takiej mogą występować następujące zespoły azeotropowe:

		Alkohol	Woda	Benzol	Temper. wrzenia °C
		% wagi			
1	Alkohol-woda . . .	95,57	4,43	—	78,15
2	Benzol-woda . . .	—	8,83	91,17	69,25
3	Alkohol-benzol . .	32,4	—	67,6	68,25
4	Alkohol-benzol-woda	18,5	7,4	74,1	64,85

Z zestawienia tego wynika, że dodając pewną ilość benzolu do uwodnionego spirytusu, można na drodze rektyfikacji otrzymać spirytus odwodniony, który posiada najwyższą temperaturę wrzenia (78,32°).

Doświadczenia Younga dały podstawę dzisiejszym fabrycznym metodom azeotropowym, odwadniania spirytusu na drodze destylacji, przy czym obok benzolu (w mieszaninie z benzyną) b. duże zastosowanie techniczne znalazł trójchloroetylen (drawinol), który daje azeotrop w temp. wrzenia 67,25° o składzie:

drawinol . . . . .	79,2% wagi
alkohol . . . . .	13,5% „
woda . . . . .	7 % „

## III. Opis metod technicznych

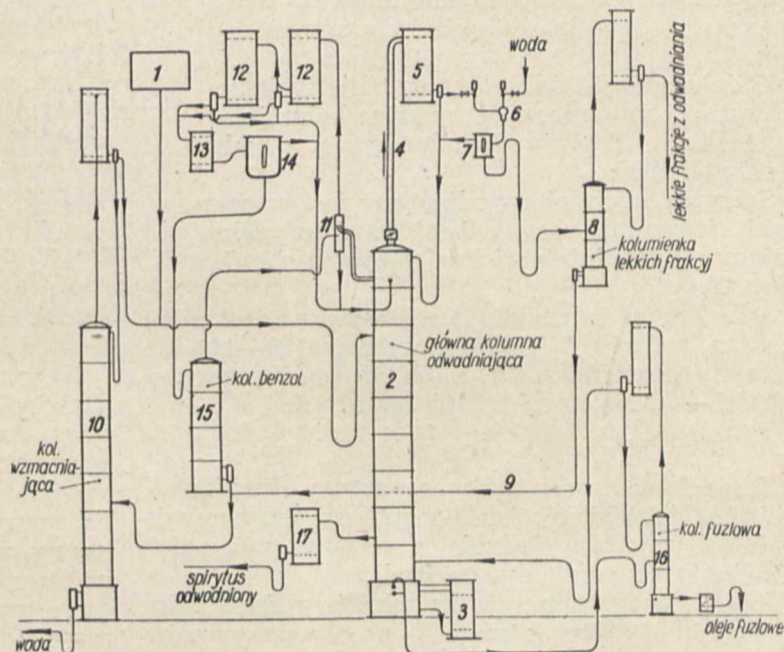
Przechodząc do szczegółowego opisu wymienionych wyżej technicznych metod odwadniania, na-

leży zastrzec się, że nie obejmuje on ani wszystkich sposobów odwadniania, które znalazły zastosowanie praktyczne, ani też wszystkich odmian sposobów opisywanych. Podane niżej opisy i schematy odnoszą się tylko do metod zasadniczych, wg których otrzymuje się dziś największe ilości spirytusu odwodnionego.

### a) Metody azeotropowe.

#### 1. Metoda Usines de Melle.

Jak wynika z przytoczonego wyżej zestawienia, metodę tę należy postawić na czele wszystkich metod ze względu na ilość pracujących tą metodą



Rys. 1. Schemat odwadniania metodą Usines de Melle.

zakładów odwadniających oraz na ilość produkowanego spirytusu odwodnionego.

Na rys. 1 pokazany jest schemat zasadniczy aparatury odwadniającej. Działa ona w sposób następujący:

Surowy spirytus do odwadniania ze zbiornika 1 sływa na górną część kolumny odwadniającej 2, ogrzewanej za pomocą podgrzewacza - cyrkulatora 3. O kilka półek wyżej nad zasilaniem surowką dopływa środek azeotropujący, który z wodą, zawartą w spirytusie, i częścią alkoholu tworzy azeotrop trójskładnikowy: alkohol-woda-środek azeotropujący. Część azeotropu wraz z łatwo wrzącymi składnikami spirytusu surowego w temp. 63—64 C opuszcza przewodem 4 kolumnę odwadniającą i w chłodnicy 5 ulega skropleniu. Część jako powrót sływa na kolumnę, pozostała część — po zmieszaniu w mieszalniku 6 z wodą — sływa do rozdzielacza 7, gdzie ulega rozwarstwieniu. Górna warstwa (środek azeotropujący) zasila kolumnę główną, alkohol uwodniony (moc ok. 15°) wraz z zanieczyszczeniami niżej wrzącymi dopływa na tzw. kolumnkę lekkich frakcyj 8, w której następuje odrektyfikowanie tych zanieczyszczeń od alkoholu. Zanieczyszczenia te, jako tzw. lekkie fracje z odwadniania (wraz z częścią alkoholu), odbierane są z deflegmatora, natomiast czysty spirytus uwodniony odpływa z dołu kolumny prze-

<sup>5)</sup> Pat. niem. Nr 142502 z dn. 17.X.1901 r.

wodem 9 na kolumnę 10 do wzmocnienia i dalszego przerobu.

Główna część azeotropu trójskładnikowego przez łapacz kropeł 11 kondensuje się w skraplaczach 12 i po oziębieniu w chłodnicy 13 ulega rozwarstwieniu w rozdzielaczu 14. Górna warstwa (środek azeotropujący) zasila kolumnę główną, dolna (spirytus uwodniony) poddana jest w tzw. kolumnie benzolowej 15 rozfrakcjonowaniu na azeotrop trójskładnikowy (idący do przerobu wraz z azeotropem z kolumny głównej) oraz alkohol uwodniony, który zostaje wzmocniony w kolumnie 10. Spirytus wzmocniony na kolumnie 10 wraz z surówką idzie do zasilania kolumny głównej.

U dołu aparatu odbierane są oleje fuzlowe w postaci odwodnionej, przy czym kolumnienka fuzlowa 16 służy do odpędzania z nich reszty alkoholu.

Spirytus odwodniony odbierany jest w postaci cieczy lub pary z 6-tej od dołu półki kolumny odwadniającej i oziębiany w chłodnicy 17.

Jako środek odwadniający stosowana jest mieszanina benzolu i wąskofrakcyjnej (100—101 C) benzyny w stosunku 2:1, a dla spirytusów gorszej jakości — w stosunku 1:1 lub nawet 1:2.

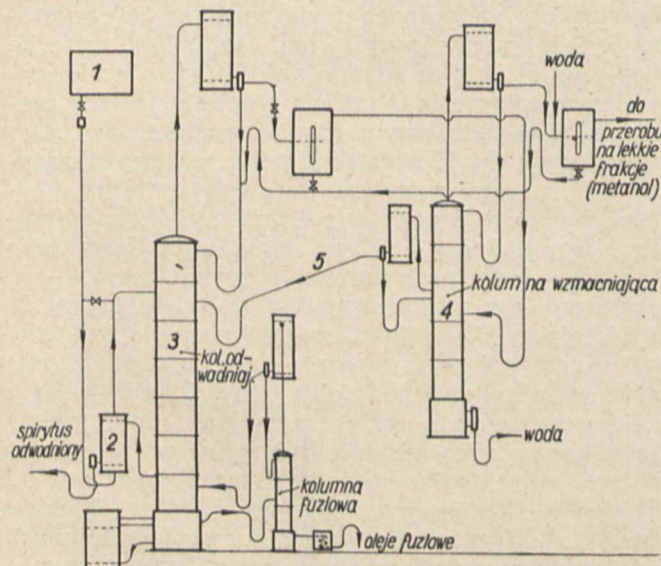
## 2. Metoda drawinolowa.

Zasadniczy sposób pracy aparatury drawinolowej jest identyczny jak benzynowo-benzenowej. Różnice wynikają jedynie z różnych własności drawinolu od poprzedniego środka.

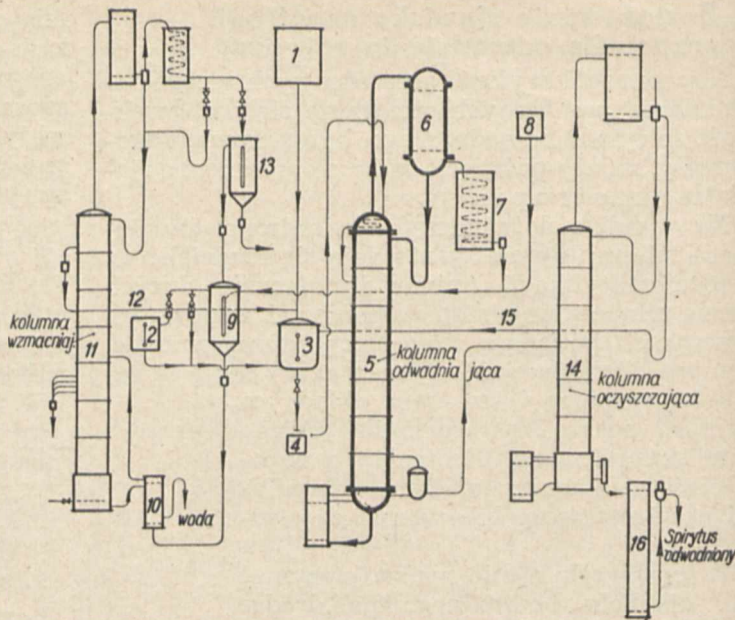
Przed wszystkim ciężar właściwy drawinolu wynosi 1,47, wskutek czego — po rozwarstwieniu azeotropu — warstwa drawinolowa znajduje się u dołu rozdzielacza. Azeotrop trójskładnikowy składa się z nast. składników:

drawinolu . . . . .	79,5%	wagi (69,4% obj.)
wody . . . . .	7 %	„ (6,8% „ )
alkoholu . . . . .	13,5%	„ (23,8% „ )

i wrze w temperaturze 67,25°. Zaletą jego jest to, że rozwarstwa się już w 45—50 C, przy czym warstwa górna jest bogatsza w alkohol, a dolna w



Rys. 2. Schemat odwadniania metodą drawinolową.



Rys. 3. Schemat odwadniania metodą azeotropową E. Mercka pod ciśnieniem.

środek azeotropujący, niż w przypadku metody Usines de Melle.

Na rys. 2 przedstawiony jest schemat aparatury drawinolowej. Surówka ze zbiornika 1 przed wejściem do kolumny odwadniającej 3 podgrzewa się w podgrzewaczu 2, chłodząc jednocześnie spirytus odwodniony, odbierany w postaci cieczy lub pary. Po rozwarstwieniu azeotropu z górnej części kolumny, warstwa górna (alkoholowa) zasila kolumnę wzmocniającą 4, dolna — główną. Dla łatwiejszego wydzielenia reszty drawinolu do części flegmy z kolumny wzmocniającej dodaje się wody, przy czym warstwa alkoholowa, zawierająca niżej wrzące składniki spirytusu surowego (aldehydy, metanol) zostaje rozfrakcjonowana w specjalnej kolumnie. Spirytus wzmocniony z kolumny 4 zasila przewodem 5 kolumnę odwadniającą.

Dużą zaletę drawinolu stanowi jego niepalność. Do odwadniania używany jest w formie specjalnie stabilizowanej (przez zmieszanie ze spirytusem odwodnionym w stosunku 1:1).

## 3. Azeotropowa metoda E. Mercka pod ciśnieniem.

Stwierdzono, że pod zwiększonym ciśnieniem, w przypadku węglowodorów jako środka azeotropującego, destyluje azeotrop trójskładnikowy o większej zawartości wody, a więc korzystny z punktu widzenia procesu odwadniania; np. przy 10 atn skład ten wynosi (w % wag):

benzolu . . . . .	53,8%
alkoholu . . . . .	32,0%
wody . . . . .	14,2%

Spostrzeżenie to dało początek nowej metodzie odwadniania, znajdującej praktyczne zastosowanie w fabryce E. Mercka w Wilthen (Saksonia). Schemat tej metody podany jest na rys. 3<sup>6)</sup>.

Surowy spirytus ze zbiornika 1 miesza się z odpowiednią ilością środka odwadniającego, dopływającego ze zbiornika 2, w mieszalniku 3. Gotową

<sup>6)</sup> M. Klar, Fabrikation von absolutem Alkohol..., str. 47 (1937).

mieszaninę pompa wirnikowa 4 przesyła na górną część kolumny odwadniającej 5, przy czym mieszanina ulega częściowemu podgrzaniu na wierzchu kolumny. W kolumnie jest utrzymywane ciśnienie ok. 10 atn. Azeotrop trójskładnikowy, po oziębieniu w chłodnicach 6 i 7, miesza się z odpowiednią ilością wody, dopływającej ze zbiornika 8, i ulega rozwarstwieniu w rozdzielaczu 9. Warstwa górna (środek azeotropujący) zawraca do obiegu, natomiast uwodniony alkohol przez podgrzewacz 10 spływa do kolumny wzmacniającej 11. Z kolumny tej odbiera się: u dołu wodę odwarową, nieco wyżej oleje fuzlowe, u samej góry — wzmocniony alkohol, który przewodem 12 zawraca do obiegu. Opary z tej kolumny, oprócz reszty środka azeotropującego, zawierają niżej wrzące składniki spirytusu surowego. Rozdzielenie tych dwu składników następuje w rozdzielaczu 13, skąd środek zawraca do obiegu, a spirytus zanieczyszczony — do dalszego przerobu.

Spirytus odwodniony, zanieczyszczony niewielką ilością środka azeotropującego, z dołu kolumny odwadniającej 5 dopływa na kolumnę 14, pracującą pod ciśnieniem zwykłym, gdzie następuje ostateczne oczyszczenie spirytusu odwodnionego, zaś resztki środka azeotropującego przewodem 15 zawracają do obiegu.

Spirytus odwodniony odbiera się w postaci cieczy z chłodnicy 16.

Jako środek odwadniający stosowana jest mieszanina benzolu z benzyną.

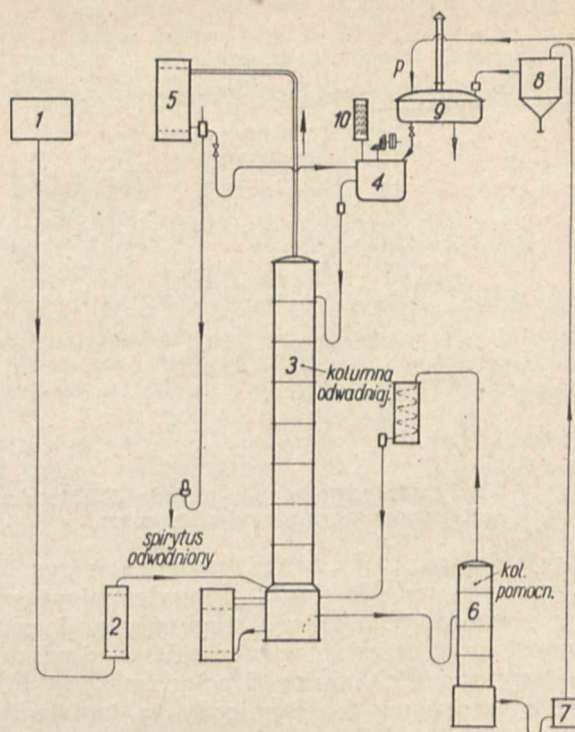
### b) Metody posługujące się środkami odwadniającymi stałymi

#### 4. Metoda Hiag.

Na czoło wysuwa się metoda Hiag - Verein, Holzverkohlungsindustrie, opracowana przez Gohana.

Jako środek odwadniający stosowany jest roztwór octanów: potasu 70% i sodu 30% w spiry图斯ie odwodnionym. Schemat aparatury przedstawiony jest na rys. 4<sup>7)</sup>.

Spirytus do odwadniania ze zbiornika 1 spływa przez podgrzewacz 2 na dół kolumny odwadniającej 3. Na górę kolumny 3 doprowadza się ze zbiornika 4 roztwór octanów w alkoholu bezwodnym. Roztwór ten spływa w przeciwnym kierunku do oparów spirytusu i zabiera wodę. Spirytus odwodniony skrapla się w chłodnicy 5, przy czym część jego (ok. 50%) zostaje zużyta na przygotowanie roztworów soli. U dołu kolumny 3 zbiera się wodny roztwór soli, zawierający jeszcze ok. 2% spirytusu; spirytus ten zostaje oddestylowany w pomocniczej kolumnie 6 i wraca na kolumnę główną, natomiast uwolnione od alkoholu roztwory soli ze zbiornika 7 zostają przepompowane do zbiornika 8. W wannie 9, ogrzewanej do 305° parą przegrzaną p, przeprowadzana jest regeneracja mieszaniny soli odwadniających (temp. topnienia mieszaniny octanów wynosi ok. 260°). Z wanny tej ciekły odwodniony stop octanów spływa do zbiornika 4, gdzie rozpuszcza się w odwodnionym spi-



Rys. 4. Schemat odwadniania metodą Hiag.

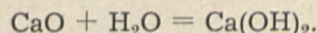
rytusie. Chłodnica 10 zapobiega stratom alkoholu przy rozpuszczaniu soli.

Ilość soli potrzebnych do odwadniania spirytusu przy produkcji dziennej 10 000 l spirytusu, wynosi ok. 1 t.

W przypadku spirytusu surowego o znacznej zawartości ubocznych produktów fermentacji (aldehydy, fuzle), musi być on przed odwadnianiem metodą Hiag przynajmniej częściowo oczyszczony ze względu na zaburzenia w procesie odwadniania.

#### 5. Odwadnianie za pomocą wapna palonego pod ciśnieniem (metoda E. Mercka).

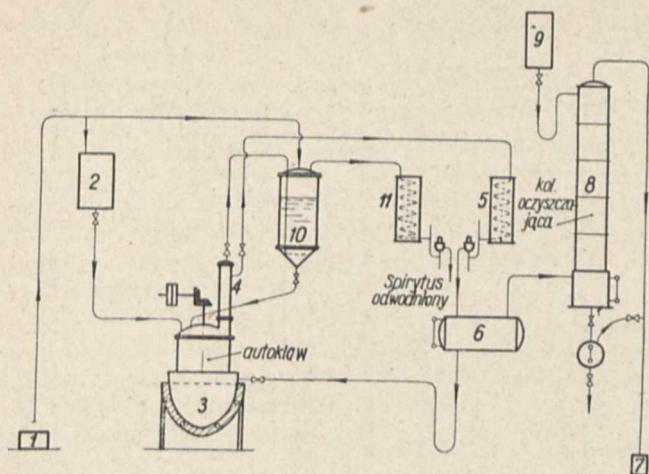
Aczkolwiek odwadnianie spirytusu za pomocą wapna jest nieekonomiczne i posiada szereg niedogodności, metoda ta utrzymała się do dziś w Niemczech i Szwecji. Proces odwadniania polega na wiązaniu wody przez wapno w myśl równania



Techniczne przeprowadzenie procesu nie jest tak proste, gdyż wodorotlenek wapnia tworzy pod koniec procesu ciężką masę, która zawiera znaczne ilości alkoholu (ok. 25%), częściowo w postaci alkoholanu wapnia. Poza tym spirytus odwodniony zawiera drobną zawiesinę alkoholanu, nie dającą się oddzielić przez zwykłą filtrację.

Zastosowanie ciśnienia 4 — 5 atn (temp. 125 — 130°) pozwoliło nie tylko na wyłączenie wiązanie wody przez wapno, lecz również na podwyższenie wydajności procesu do 95%. Zastosowanie próżni pod koniec destylacji podwyższyło wydajność do 98%. Metoda ciśnieniowa znalazła pewne zastosowanie w fabrykach spirytusu, opartych na ługach posulfitowych.

<sup>7)</sup> Herstellung von absolutem Alkohol nach dem Hiag-Verfahren — wydawnictwo Hiag-Verein Holzverkohlungs-Industrie (Frankfurt am Main).



Rys. 5. Schemat odwadniania metodą E. Mercka za pomocą wapna, pod ciśnieniem.

Działanie aparatury, przedstawionej na rys. 5<sup>8)</sup>, jest następujące. Pompa 1 przesyła spirytus do odwadniania do zbiornika 2, skąd spływa do autoklawu 3, zaopatrzonego w mieszadło i odpylacz 4. Autoklaw przez chłodnicę 5 połączony jest z instalacją próżniową 6. Pomiędzy tą instalacją a pompą powietrzną 7 ustawiona jest płuczka 8, w której chwytały jest alkohol zasysany z powietrzem. Płuczka zraszana jest wodą ze zbiornika 9.

Dla rozpoczęcia pracy aparatu wprowadza się do autoklawu spirytus i mielone wapno (przez urządzenie, które pozwala napełnić szybko autoklaw przy możliwie małej ilości kurzu). Następnie napełnia się częściowo płuczkę 10 spirytusem odwodnionym z poprzednich odpędów (za pomocą pompy 1). Z chwilą rozpoczęcia podgrzewania zamyka się kran do chłodnicy 5, a otwiera do płuczki 10. Po usunięciu powietrza z aparatury, zamyka się zawór pomiędzy 4 i 10, wskutek czego, dzięki ciepłu reakcji, ciśnienie w autoklawie wzrasta do 4—5 atn. Po ukończeniu procesu odwadniania, co następuje po ok. 1½ godz., powiększa się ogrzewanie autoklawu i oddestylowuje spirytus odwodniony przy ciągłym mieszaniu zawartości autoklawu. Mieszadło musi być tak zbudowane, aby przy niewielkim zużyciu mocy mogło poruszać masę  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Pary alkoholu przez zawór redukcyjny przepływają przez płuczkę 10 ze spirytusem odwodnionym, ogrzanym do wrzenia i kondensują się w chłodnicy 11.

Resztę alkoholu oddestylowuje się pod próżnią i kondensuje w chłodnicy 5; alkohol ten wraca do autoklawu przy następnym nabiciu, ponieważ jest zanieczyszczony pyłem wapniowym. Alkohol z płuczki 8 zostaje stężony i skierowany do przerobu.

Szlam wapienny z płuczki 10 raz lub dwa w miesiaku spuszcza się do autoklawu do przerobu.

Rozchód wapna wynosi: 25 kg 90% CaO na 100 l odwodnionego spirytusu. Zanieczyszczenia spirytusu (aldehydy, metanol, fuzle) nie wpływają ujemnie na proces odwadniania.

Wapno palone do odwadniania musi być b. czyste (co najmniej 90%) i tak przechowywane, żeby nie zawierało śladów dwutlenku węgla i wilgoci.

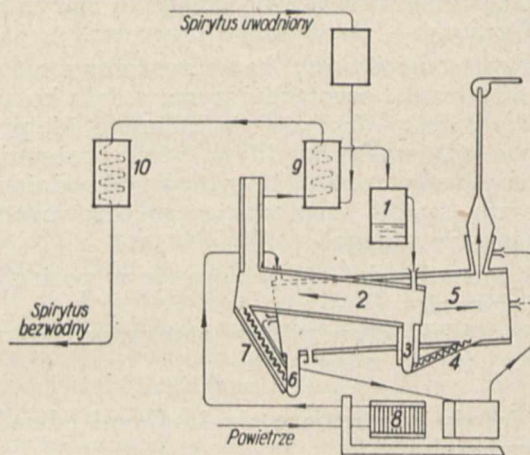
<sup>8)</sup> M. Klar, Fabrikation von absolutem Alkohol ..., 1937, str. 19.

Mieleniem i dostarczaniem wapna do zakładów zajmują się specjalne fabryki.

## 6. Metoda odwadniania za pomocą gipsu

opracowana została przez I. G. Farbenindustrie i zastosowana w fabryce w Leverkusen.

Opiera się ona na zjawisku, że otrzymany z gipsu przez ogrzewanie do 160° bezwodny siarczan wapnia wiąże wodę, niezbędną do utworzenia semihydratu ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) z bardzo wielką szybkością bez twardnienia masy. Semihydrat jest solą względnie trwałą, gdyż wodę krystalizacyjną zaczyna tracić dopiero w temp. ok. 110 C. Osiągnięcie soli bardziej uwodnionych, np.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , jest niecelowe, gdyż wówczas gips, wiążąc wodę, daje masę stwardniałą, a przy ogrzewaniu oddaje wodę krystalizacyjną już poniżej 100 C.



Rys. 6. Schemat odwadniania za pomocą gipsu.

Schemat metody podany jest na rys. 6. Spirytus uwodniony z parownika wchodzi do nachylnego pod kątem 5° cylindra 2, zaopatrzonego w specjalne mieszadło, gdzie przepływa w przeciwnym kierunku do gipsu sztukatorskiego w temp. 160 C. Gips odbiera od spirytusu wodę i spada do zbiornika 3, skąd za pomocą śruby Archimedesa 4 jest podawany do cylindra 5 i odwadniany w temp. 175—185 C, a następnie ze zbiornika 6 przez śrubę 7 znowu zastosowany do odwadniania par spirytusu.

Podgrzane w 8 powietrze zabiera ze sobą parę wodną z cylindra 5. Pary spirytusu odwodnionego są chłodzone i skondensowane w chłodnicach 9 i 10.

Ilość gipsu, którą należy użyć do odwadniania spirytusu, zależy od ilości wody w odwadnianym spirytusie. Na ogół stosuje się 15—25-krotną ilość gipsu w przeliczeniu na zawartą w spirytusie wodę.

Skomplikowane zabiegi, kosztowne urządzenia i wysoka temperatura reakcji nie sprzyjają popularyzacji tej metody (jedyna instalacja w Leverkusen).

(d. n.)

### Production de l'alcool deshydraté

#### Sommaire :

Applications de l'alcool éthylique comme carburant pour les moteurs à combustion interne. Importance de l'alcool deshydraté. Méthodes de deshydratation de l'alcool. Production de l'alcool deshydraté en Europe. Prix



de revient. Utilisation du phénomène de l'azéotropie pour la deshydratation de l'alcool. Description des méthodes azéotropiques: méthode des Usines de Melle, celle du Monopole allemand (drawinol), méthode de Merck (sous pres-

sion); méthodes se servant du corps solide deshydratant (méthode Hiag, méthode de Merck au moyen de la chaux sous pression, deshydratation au moyen du plâtre).

(à suivre)

## Najnowsze zdobycze wyrobu i stosowania lekkich stopów walcowniczych \*)

Inż. J. Meier, SIMP  
Mech. Stacja Doświadczalna Polii. Lwowskiej

Wzrastające znaczenie stopów lekkich, które nie są już obecnie — jak dawniej — namiastką, ale dzięki ich racjonalnemu zastosowaniu umożliwiają nowe, lepsze rozwiązania konstrukcyjne. — Podział i wyrób lekkich stopów walcowniczych. — Najważniejsze techniczne stopy: aluminium i magnezu; ich podział wg składników i rodzaju obróbki termicznej. — Przeróbka technologiczna stopów lekkich: piece do odlewania stopów lekkich, sposoby odlewania, walcowanie, prasowanie, obróbka cieplna.

### I. Wstęp

JEST może jeszcze przesadą, wzgl. przynajmniej przedczesnym, nazywaniem obecnego okresu początkiem „epoki aluminium“, która nastąpić ma po dotychczasowych epokach kamiennej, brązowej i żelaznej — niemniej jednak twierdzenie, że metale lekkie i ich stopy zdobyły sobie pełne prawo do miana nowych i pełnowartościowych materiałów konstrukcyjnych o olbrzymich możliwościach rozwoju i zastosowania — nie ulega dziś wątpliwości.

Oceniono to jednak dopiero niedawno, a powodem tego było przede wszystkim niezrozumienie odrębności tych materiałów i chęć stosowania ich do celów nie odpowiadających ich własnościom. Błędy te były też powodem okresowego zahamowania rozwoju lekkich stopów i stworzyły tendencję uważania ich tylko za namiastki pełnowartościowych metali ciężkich. Nowoczesne metaloznawstwo przewidywało jednak te przesady i dzięki żmudnym nieraz badaniom poznano właściwe cechy tych nowych stopów, co pozwoliło na ich racjonalne już teraz zastosowanie.

Spostrzeżono, że — poza małym ciężarem właściwym — metale te posiadają wybitną zdatność do plastycznej przeróbki, tym korzystniejszą, że nie wymagają do niej tak wysokich temperatur, jak większość metali ciężkich. Z innych szczególnie korzystnych własności podkreślić należy wysokie własności mechaniczne nie tylko statyczne, ale i przy obciążeniach zmiennych, oraz dużą przewodność elektryczną i cieplną. Opracowane w ostatnich latach metody ochrony lekkich stopów od korozji, szczególne przystosowanie tych stopów do obróbki skrawaniem i zdobycze na polu ich spawania, ostatecznie zadecydowały o coraz większym ich rozwoju.

Należy tu jeszcze podkreślić, że metale lekkie nie współzawodniczą właściwie z innymi materiałami, gdyż większość ich zastosowań to raczej pochodne ich wyleżenia i dalszego doskonalenia, a i tam, gdzie są stosowane zamiast innych materiałów, stworzyły rozwiązania nowe, często lepsze od dawnych. Możliwość użycia lekkich stopów jako namiastki jest więc tylko ich cechą uboczną, zresztą bardzo cenną dla krajów tak ubogich w surowce jak Polska, ale nie może przysłańać właściwego ich charakteru jako pełnowartościowych materiałów konstrukcyjnych.

\*) Referat wygłoszony na posiedzeniu odczytowo-dyskusyjnym SIMP w Warszawie 13.XII.1937 r.

Referat niniejszy omawia wyłącznie tylko lekkie stopy walcownicze, tzn. stopy przerabiane przez walcowanie lub prasowanie i ew. przeciąganie. Nie ma też na celu omówienia wszystkich szczegółów wyrobu i możliwości zastosowań tych tworzyw, gdyż na ten temat istnieje obszerna literatura — a usiłuje tylko zwrócić uwagę na najnowsze zdobycze w tej dziedzinie z granicą oraz przedstawić stan tej sprawy w Polsce.

### II. Podział stopów

Do metali lekkich, stosowanych w technice, należą: aluminium, magnez i beryl. Ten ostatni jest raczej może metalem przyszłości, gdyż obecnie jest i za drogi i za mało znany, by odgrywał jakąkolwiek rolę poza tym, że jest często pożądaną domieszką do stopów innych metali.

Przechodząc do stopów aluminium należy przypomnieć, że dopiero w roku ubiegłym obchodziliśmy 50-lecie wynalezienia metody przemysłowego wyrobu tego metalu, obecnie zaś upływa zaledwie ok. 30 lat od czasu, gdy niemiecki inżynier Wilm odkrył bezcenną własność samostarzenia się stopu Al z miedzią i magnezem i wynalazł znany ogólnie dural<sup>1)</sup>.

Dzisiaj ilość stopów aluminium dochodzi podobno do tysiąca, przytoczenie więc wszystkich byłoby nie tylko trudne, ale i bezcelowe, gdyż bardzo duża ilość tych stopów różni się tylko handlową nazwą albo drobną, często nieistotną zmianą składu chemicznego, powstała ze względu na chęć obejścia patentów konkurencyjnych. Wszystkie te stopy podzielić można na kilka zasadniczych grup. Jedyna dotąd ogólna norma w tej dziedzinie, niemiecka DIN 1713, dzieli stopy walcownicze Al na 8 grup, które podaje tabela I.

Poza tym grupy tych stopów łączące można wg rodzaju obróbki termicznej. Pierwsze 4 grupy (Al-Cu-Mg, Al-Cu-Ni, Al-Cu, Al-Mg-Si) zawierają stopy, które wymagają ulepszenia cieplnego<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Jak wiadomo, wynalazek Wilma (1906 — 1909) powstał w konsekwencji zleconej mu pracy nad stworzeniem stopu lekkiego, któryby zastąpił mosiądz do wyrobu łusek karabinowych. Mimo upływu 30 lat od tego czasu znakomity poza tym dural zadania tego dotąd nie spełnił.

<sup>2)</sup> Ulepszanie cieplne stopów lekkich składa się z podgrzewania (wyżarzenia) w temp. ok. 500°, zahartowania (szybkiego studzenia), oraz starzenia się. Starzenie się może być naturalne (w temp. pokojowej) oraz sztuczne (w temp. podwyższonej).

Nazwa „starzenie się“ (lub „starzenie“) nie jest dotąd w terminologii technicznej jednoznacznie ustalona (Przyp. Red.).

Stopy grupy I (typu „dural“) uzyskują swe znakomite własności mechaniczne przez starzenie się naturalne, dalsze grupy stopów podlegają starzeniu się sztucznemu. Inne rodzaje stopów Al (grupy V—VIII) nie są cieplnie ulepszone.

Pod względem zastosowania stopy Al podzielić można na następujące działy:

py, zawierające jako domieszkę cynk, reklamowane zwłaszcza w Ameryce. Z tej grupy ciekawe są opatentowane w Japonii stopy z cynkiem (Thom-Leg.), które — poza doskonałymi własnościami mechanicznymi<sup>3)</sup> — są podobno także bardzo odporne na korozję.

Osobny dział stopów lekkich stanowią stopy

TABELA 1.  
Walcownicze stopy aluminium (podział wg normy niemieckiej DIN 1713).

L. p.	Rodzaj stopu	Orientacyjny skład chemiczny w %					Stan dostar.	Orientacyjne własności mechaniczne			Nazwy handlowe	
		Cu	Mg	Mn	Si	inne składniki		R <sub>r</sub> kg/mm <sup>2</sup>	A <sub>10</sub> %	H <sub>B</sub> 5/250/30	zagraniczne	krajowe
1	Al-Cu-Mg	3,5—5,5	0,2—2	0,1—1,5	0,2—1,5	—	m. c. u. zgn.	16—22 34—52 42—58	25—15 24—8 15—5	40—60 90—140 120—150	Dural, Avional, Bondur, Almag, 17s, Aldal	Alupolon Polondur
2	Al-Cu-Ni	3,8—4,2	1,3—1,6	—	—	Ni 1,8—2,2	m. c. u.	16—22 33—42	25—15 20—8	40—60 100—120	Dural W. Stopy RR, Stop Y, 18s	— —
3	Al-Cu	4,5—6	—	0,4—0,6	0,2—0,5	—	m. c. u. zgn.	16—22 34—42 42—50	25—15 20—8 10—2	50—60 100—120 120—140	Lautal	— — —
4	Al-Mg-Si	—	0,3—2	0—1,5	0,3—1,5	—	m. c. u. zgn.	11—13 26—35 35—42	27—15 20—10 10—2	30—40 60—100 100—120	Anticorodal Dural-K, Aldrey, Almasilium 4s, 21s, Almelec	Anticorodal — —
5	Al-Mg	—	2,5—12	0—1,5	—	Zn 0—1,2	m. p. t.	20—45 25—48	25—15 15—10	45—90 60—100	Hydronalium Duralium, Duralex, BS-Seewasser, Birmabright	— —
6	Al-Mg-Mn	—	2—2,5	1—2	—	Sb 0—0,2	m. p. t. tw.	16—24 20—30 24—38	25—15 8—4 5—2	50—60 60—80 70—90	Peraluman KS-Seewasser Studal	Peraluman — —
7	Al-Si	—	—	—	12—13,5	—	m. p. t. tw.	12—15 15—20 18—25	25—15 10—3 5—2	40—50 50—60 60—80	Silumin Alpax	— — —
8	Al-Mn	—	—	1—2	—	—	m. p. t. tw.	10—15 12—18 18—25	35—20 15—5 5—2	20—40 40—50 50—60	Aluman Mangal 3s, 60A	AluminiumF —

Oznaczenia: m. — miękki tw. — twardy zgn. — dodatkowo zgnieciony  
pt. — półtwardy c. u. — cieplnie ulepszony po cieplnym ulepszeniu

a) na części konstrukcyjne, podlegające wysokim obciążeniom mechanicznym — stosuje się przede wszystkim stopy typu „dural“ (grupa Al-Cu-Mg), a poza tym stopy Al-Cu-Ni i Al-Cu. Do wyrobu części konstrukcyjnych pracujących w wyższych temperaturach używane są stopy Al-Cu-Ni;

b) na części konstrukcyjne wymagające materiału o wysokich własnościach mechanicznych przy równoczesnej odporności korozyjnej — używane są te same stopy, ale platerowane (pokryte warstwą aluminium lub ze stopu Al-Mg — jak np. amerykański Alclad, francuski Vedal, niemiecki Duralplat, Albondur, Allautal i inne).

Poza tym należy tu wymienić wysokowartościowe stopy grupy Al-Mg. Stopy te zyskują coraz większe zastosowanie, dzięki swej dużej odporności na korozję, zwłaszcza w wodzie morskiej, przy równoczesnych wysokich własnościach mechanicznych;

c) inne grupy stopów używane są wszędzie tam, gdzie nie wymaga się tak wysokich własności mechanicznych, a potrzebne są materiały o dużej odporności korozyjnej (przemysł chemiczny, budownictwo, zdobnictwo itp.).

Poza stopami, uwzględnionymi w niemieckiej normie, ostatnio bardzo często wymieniane są sto-

py magnezu, a więc różne gatunki elektronu. Tabela II podaje zestawienie kilku najczęściej spotykanych stopów walcowniczych wg ich nazw handlowych. I w tej grupie stopów panuje dotąd duży chaos w ich oznaczaniu, któremu usiłuje zapobiec ogłoszony w listopadzie 1937 projekt normy niemieckiej E 1717. Projekt ten (tabela III) porządkuje stopy magnezu wg zawartości domieszek i przewiduje 3 zasadnicze grupy stopów wal-

TABELA II.  
Zestawienie niektórych stopów Mg typu „elektron“

L. p.	Rodzaj stopu	Orientacyjny skład chemiczny w %			Orientacyjne własności mechaniczne			
		Al	Zn	Mn	Q <sub>r</sub> 0,2 kg/mm <sup>2</sup>	R <sub>r</sub> kg/mm <sup>2</sup>	A <sub>10</sub> %	H <sub>B</sub>
1	AZM	6—6,5	1	0,2—0,5	20—22	28—32	11—16	55
2	AZ 855	8	0,5	0,1—0,3	21—23	29—32	8—12	60
3	V1	10	—	0,2—0,5	23—28	33—37	7—9	70
4	AZ 31	3	1	0,2—0,5	18—20	25—28	8—12	50
5	Z1b	—	4,5	—	16—18	25—27	15—18	45
6	AM 503	—	—	1,5—2,0	14—17	19—23	1,5—5	40

<sup>3)</sup> Wg Aluminium 19 (1937), str. 759 — stop o zawartości 8,6% Zn, 2% Mg, 1,2% Cu i 0,6% Mn wykazał po zahartowaniu w temp. 470° i następnym 16 godz. starzeniu się w temp. 120° następujące własności: R<sub>r</sub> = 59,5 kg/mm<sup>2</sup>, Q<sub>r</sub> = 54,5 kg/mm<sup>2</sup>, A = 12,4%, H<sub>B</sub> = 177.

cowniczych: stopy zawierające Al z dalszymi dodatkami Zn i Mn, stopy z cynkiem oraz stopy z manganem. Dla użytkownika najważniejsze są stopy rodzaju Mg-Al 9 — jako materiał konstrukcyjny o wysokiej wytrzymałości (dorównujący duralowi) — oraz stopy Mg-Mn, które są najbardziej odporne na korozję i dają się dobrze spawać.

Société du Duralumin przerobiono dwa istniejące piece martenowskie o pojemności 15 i 12 t na piece do odlewu bloków duralowych, przystosowując je do właściwości tego stopu, a przede wszystkim do jego temperatury topienia. Są to obecnie największe na świecie piece do odlewu lekkich stopów i — jak mogłem się przekonać — dają od-

TABELA III.  
Walcownicze stopy magnezu (podział wg projektu niemieckiej normy E 1717)

L. p.	Rodzaj stopu	Orientacyjny skład chemiczny w %			Stan dostarczania	Orientacyjne własności mechaniczne			
		Al	Zn	Mn		$Q_f$ kg/mm <sup>2</sup>	$R_f$ kg/mm <sup>2</sup>	$A_{10}$ %	$H_B$ 5/250/30
1	Mg-Al 3	2 — 4	0 — 0,5	0 — 0,5	bez obróbki cieplnej	15 — 18	24 — 29	18 — 8	55 — 60
2	Mg-Al 6	6 — 7	0 — 1,5	0 — 0,5	bez obróbki cieplnej	18 — 22	27 — 33	16 — 10	60 — 65
3	Mg-Al 9	8 — 11	0 — 1,5	0 — 0,5	bez obróbki cieplnej	20 — 28	28 — 37	12 — 6	70 — 80
					wyżarzony	22 — 26	32 — 38	12 — 9	65 — 75
4	Mg-Zn	—	4 — 5	0 — 0,2	obrobiony cieplnie	26 — 30	36 — 43	6 — 2	85 — 95
					bez obróbki cieplnej	16 — 18	24 — 28	18 — 14	50 — 60
5	Mg-Mn	—	—	1 — 2,5	bez obróbki cieplnej	8 — 15	18 — 24	8 — 1	40 — 50

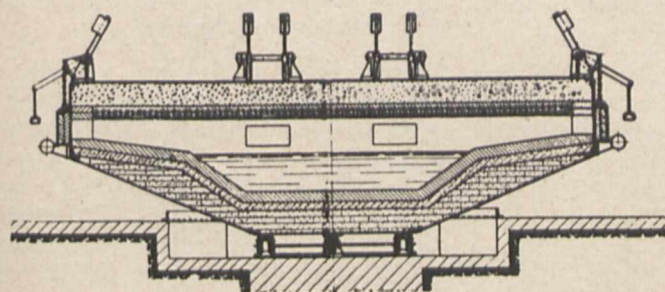
### III. Wyrób

Omówiwszy w ten sposób ogólny podział stosowanych lekkich stopów walcowniczych, należy dalsze rozważania nad polepszeniem ich własności i możliwościami ich stosowania poprzedzić paru uwagami o usiłowaniach poprawienia metod ich wyrobu. Uwagi te — ze względu na ogólny charakter referatu — nie są oczywiście kompletne, a służyć mają tylko do oceny dużych wysiłków nad polepszeniem i potaniem wyrobu lekkich stopów.

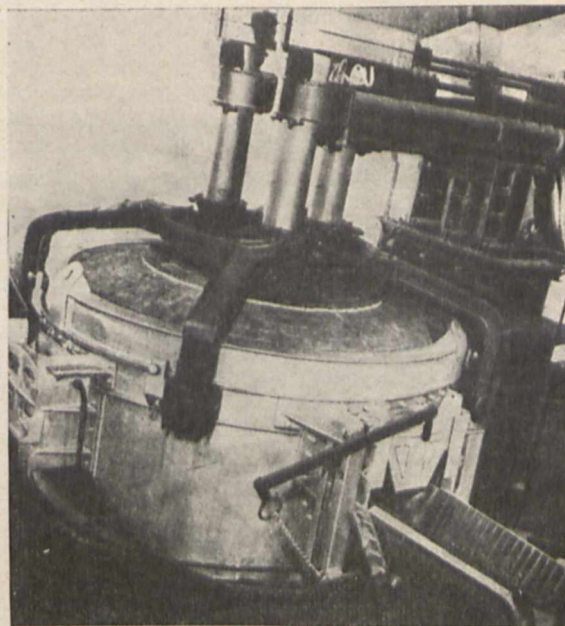
A więc przede wszystkim o d l e w. Zrozumiałe są liczne prace właśnie w tej dziedzinie, jeśli się zważy, że o jakości końcowego wyrobu decyduje przede wszystkim dobry odlew bloku czy płyty walcowniczej. Ten sam wzgląd jednak powoduje, że ogłasza się postępy w metodach odlewniczych raczej ogólnikowo, strzegąc wyników własnych przed konkurencją. Postępy notujemy przede wszystkim w budowie pieców odlewniczych. Zamiast dawniejszego skromnego tygla grafitowego, opalanego koksem, stosuje się coraz większe piece płomienne (rys. 1), opalane gazem, koksem czy

lewy bardzo dobre, co osiągnięto przez specjalny sposób odlewania oraz pomysłowe chłodzenie przechylnych wlewnic.

Piece elektryczne stosowane są różnego rodzaju, przeważnie o mniejszej pojemności — choć spotyka się także jednostki od 3 do 5 t. Z trzech rodzajów pieców elektrycznych: łukowe, oporowe i indukcyjne) łukowe (rys. 2), początkowo stosowane, okazały się na ogół niekorzystne dla stopów lekkich. Obecnie używane są bardzo powszechnie i z zupełnie dobrymi wynikami piece oporowe, przy czym — zależnie od wielkości potrzebnej



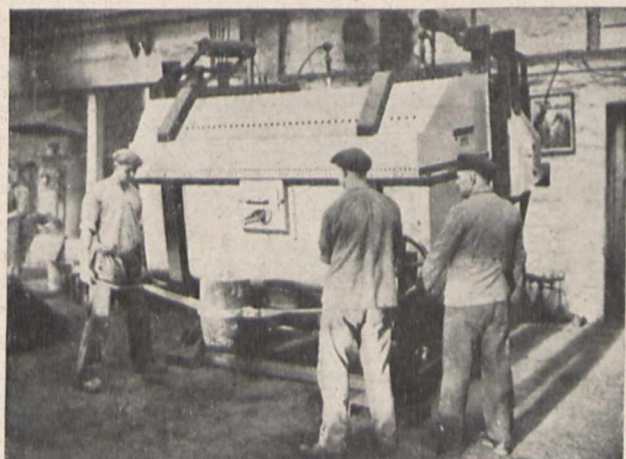
Rys. 1. Przekrój pieca płomienno.



Rys. 2. Piec łukowy.

ropą, oraz przede wszystkim piece elektryczne. Rozwój pieców zdąża w kierunku coraz większych jednostek, umożliwiających uzyskanie bardziej jednolitego materiału i niższych kosztów własnych. Ciekawe rozwiązanie takiego pieca widziałem ostatnio we Francji, gdzie w jednej z wytwórni

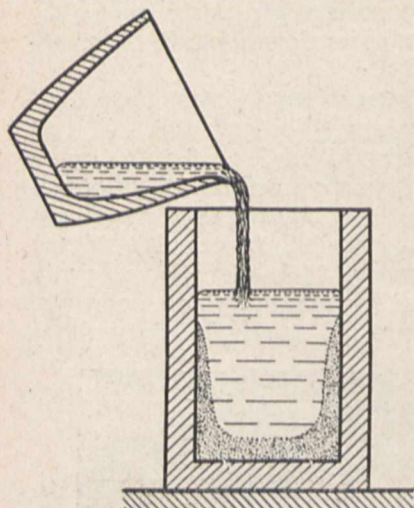
jednostki — buduje się je bądź jako tyglowe, bądź jako duże wanny (rys. 3). Piece indukcyjne (rys. 4), zastosowane do stopów lekkich dopiero niedawno, mimo bezsprzecznych korzyści zasady wytwarzania ciepła w samym metalu i ciągłego ruchu płynnego metalu, są jeszcze za mało opa-



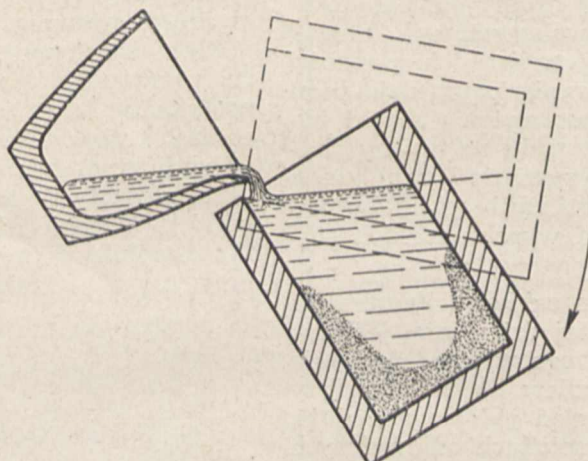
Rys. 3. Piec elektryczny odporowy.

nowane; należy jednak przewidywać duży rozwój ich stosowania w przyszłości.

Poza rozwojem konstrukcji pieców odlewniczych dużo uwagi poświęcono samemu procesowi



Rys. 5. Schemat odlewu do wlewnicy stałej.

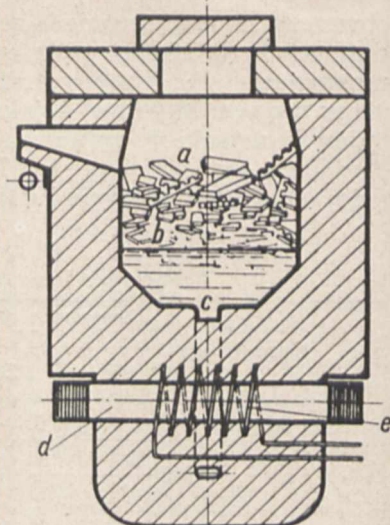


Rys. 6. Schemat odlewu do wlewnicy przechylnej.

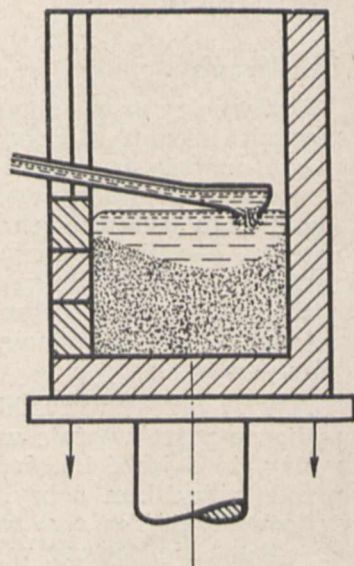
odlewania. Odlew do stojącej wlewnicy (kokili — rys. 5) ulepszono przez użycie wlewnicy przechylnej, nastawianej w miarę jej napełniania (rys. 6). Wlewnica taka zmniejsza działanie uderzeń spływającego wolnego strumienia i zabezpiecza od porywania cząstek utlenin z powierzchni do wnętrza odlewu.

Dalszym etapem na tej drodze jest opatentowany w Niemczech sposób Züblina, polegający na stosowaniu kokili, której jeden bok jest złożony z segmentów, zakła-

danych w miarę napełniania (rys.7). Wlewnica ta równocześnie porusza się w dół, tak że poziom metalu pozostaje stały. Zalety tej metody polegają na zupełnie powolnym i jednostajnym wlewaniu metalu wprost z pieca — bez użycia kadzi odlewniczej — oraz na równomiernym krzepnięciu metalu, co pozwala na unikanie znaczniejszych likwacji i naprężeń w odlewie. Bloki duralu, odlane według tej metody,

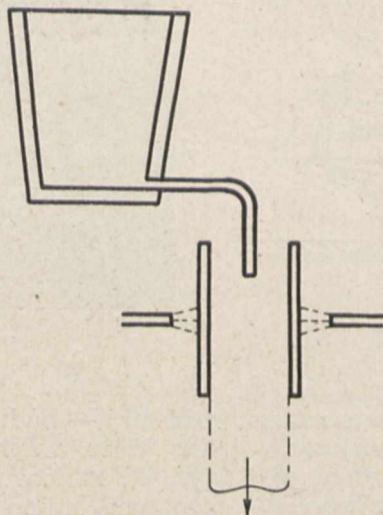


Rys. 4. Przekrój pieca indukcyjnego.

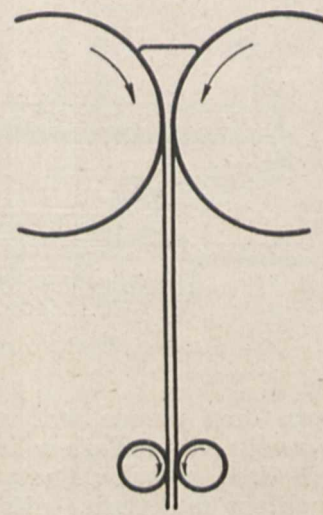


Rys. 7. Schemat odlewu syst. Züblina.

wykazały b. jednostajny materiał, zwłaszcza korzystny rozkład zawartości miedzi (różnica zawartości



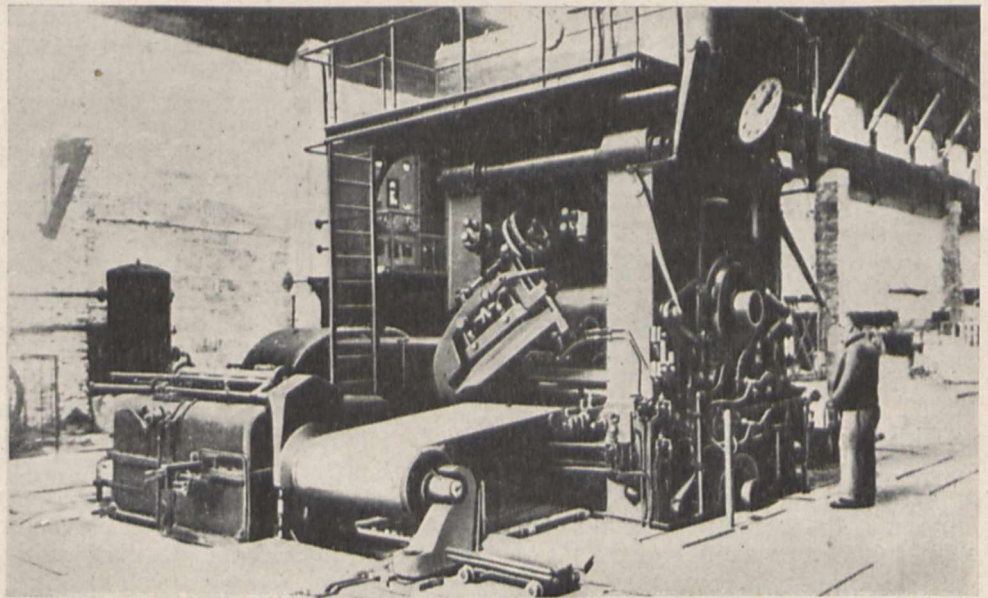
Rys. 8. Schemat odlewu ciągłego do wlewnicy bez dna.



Rys. 9. Odlew syst. „Hazelleta” wprost między walce.

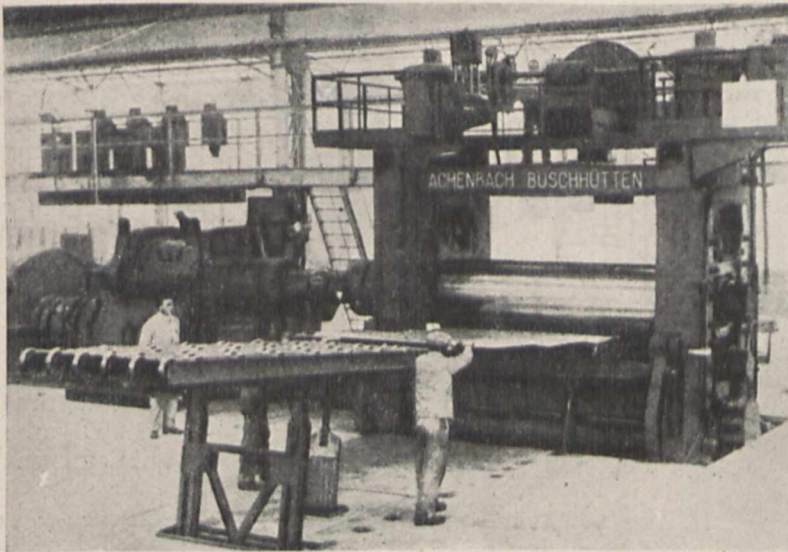
Cu w różnych miejscach odlewu tylko 0,7‰ — zamiast normalnych 2—3‰).

Metoda ta pobudziła jednak do dalszego rozwoju, mianowicie do opatentowanego w Austrii odlewu ciągłego do kokili bez dna (rys. 8). Pomysł ten dać może duże korzyści nie tylko w kosztach wyrobu, ale i w ujednorodnieniu odlewów. Dalszą konsekwencją jest amerykańska metoda Hazeletta, ostatnio zastosowana z wynikiem dodatnim także do aluminium. Metoda Hazeletta polega na ominięciu odlewu bloku czy płyty przez odlew wprost między silnie chłodzone walce, z których materiał wychodzi już w postaci gotowej taśmy (rys. 9). Sposobu tego użyto ostatnio w Ameryce z wynikiem dodatnim do wyrobu folii aluminiowych.



Rys. 10. Nowoczesna walcarka „quarto“.

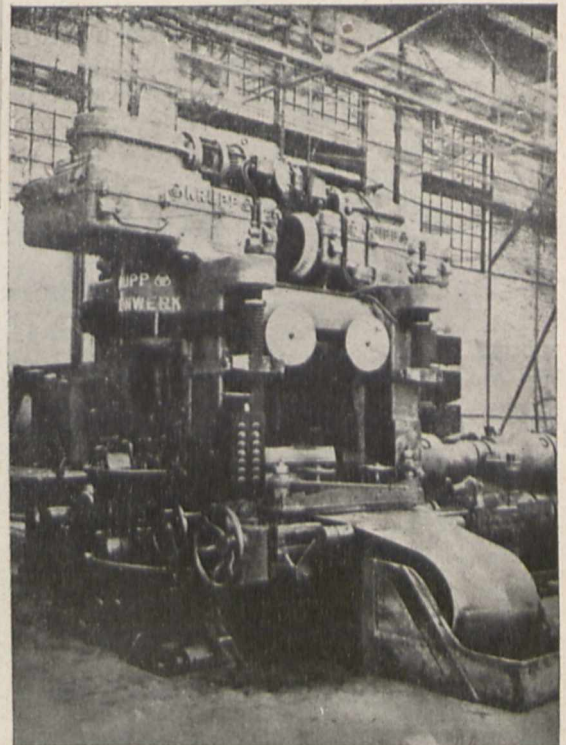
ugięcie mimo znacznych szerokości. We Francji miałem sposobność zobaczenia takiego zespołu „quarto“ (rys. 10), pozwalającego na bardzo ekonomiczne walcowanie taśm duralowych do szerokości 1 000 mm w bardzo ciasnych tolerancjach grubości na całej szerokości. W Niemczech użyto niedawno do tych samych celów zespół „sexto“. Na ogół jednak buduje się nowoczesne walcarki do stopów lekkich w układzie „trio“, tak do walcowania na gorąco, jak i na zimno. Należy zwrócić uwagę na szerokość niektórych walcarek, np.



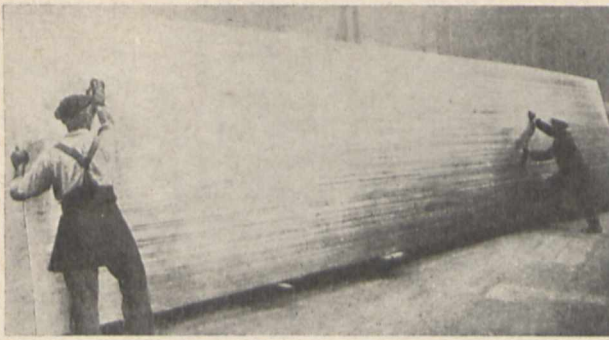
Rys. 11. Duża walcarka do wyrobu blach konstrukcyjnych o szerokości do 3 000 mm.

Należy tutaj także podkreślić wielkie znaczenie odpowiedniej gospodarki łomem. Bardzo dużo zwraca się wszędzie uwagi na jaknajskrupulatniejsze sortowanie łomów według składu chemicznego i kształtu (wielkości). Przyjęto także przeważnie zasadę, że łom (nawet czyste odpadki własnej produkcji) może być użyty ponownie tylko po poprzednim przetopieniu w osobnych piecach, które dla lepszego ujednorodnienia składu powinny mieć możliwie dużą pojemność.

W dziedzinie walcowania blach i taśm panuje nadal tendencja do wprowadzania zespołów wielowalcowych. Zespoły takie dają niższe koszty wyrobu i lepsze przerobienie materiału, gdyż pozwalają na duże zwiększenie jednorazowego zgniotu oraz na użycie korzystniejszych w pracy walców o małych średnicach — bez obawy o ich



Rys. 12. Nowoczesna walcarka do wyrobu taśm.

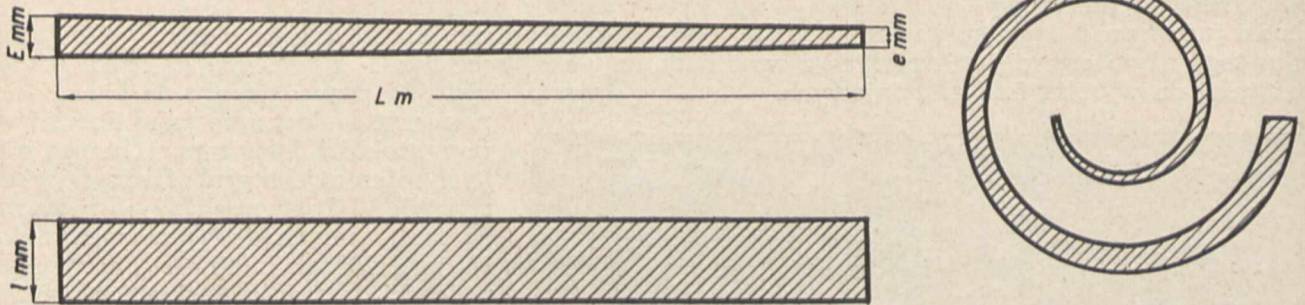


Rys. 13. Blacha konstrukcyjna z lekkiego stopu.

w Chippis w Szwajcarii widziałem zespół „trio“, pozwalający na wyrób blach do szerokości 3 000 mm (rys. 11). Dużo ulepszeń wprowadzono ostatnio także do zwrotnych zespołów do walcowania taśm lekkostopowych (rys. 12), a więc specjalne bardzo dokładne prowadzenie, samoczynne nawijanie się taśm i równoczesne ich napinanie itp.

okrągłe bloki przetłacza się na prasach hydraulicznych na płyty walcownicze, które z kolei dopiero są walcowane. Blachy tak wykonane wykazują bardzo dobrą przeróbkę materiału.

Najmniej zmian zanotować można w konstrukcji poziomych pras hydraulicznych, budowanych wg systemu Dicka. Użycie tych pras do stopów lekkich wywołało tylko konieczność bardzo wydatnego zwiększenia poszczególnych jednostek. Gdy przed 3 laty zwiedzałem walcownię w Chippis w Szwajcarii, zainstalowana tam prasa 3 000-tonnowa nie miała jeszcze konkurentki o większej mocy. Obecnie we Francji, w walcowni w Couzon koło Lyonu podziwiałem prasę o 4 500 t (rys. 15), w danej chwili największą tego typu na świecie. Prasa ta obsługiwana jest za pomocą specjalnego urządzenia transportowego, sterowanego elektrycznie, posiada samoczynne urządzenie do obcinania materiału po prasowaniu i wiele innych drobniejszych udogodnień. Jest ona złożona właściwie z dwóch pras o nacisku 1 500 t



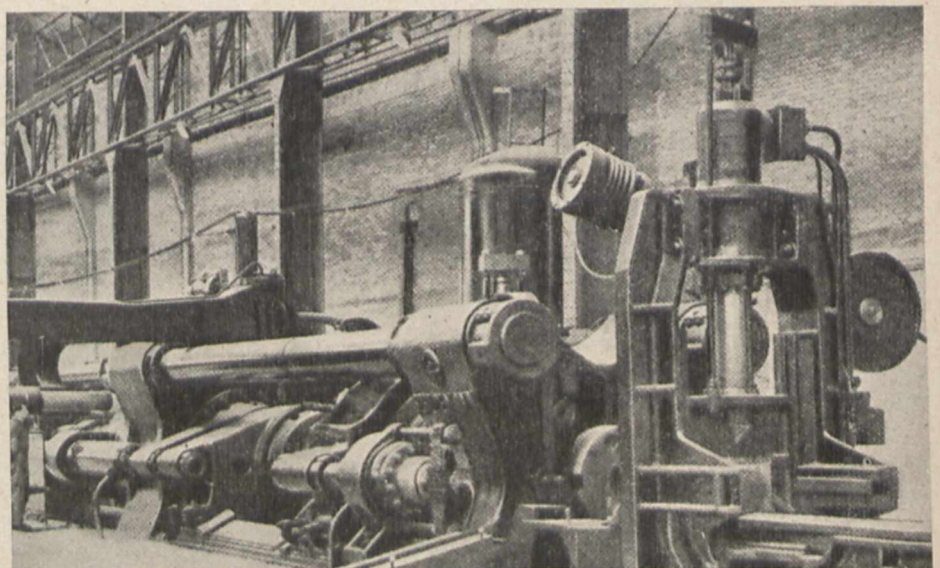
Rys. 14. Blacha lekkostopowa o zmiennym przekroju.

Wydatność takich taśm jest bardzo wysoka, ponieważ unika się dzielenia wyrobów pośrednich.

Wyrabiane dzisiaj blachy i taśmy ograniczone są zasadniczo tylko ciężarem i posiadanymi urządzeniami — spotyka się długości blach dochodzących do 10, a nawet 20 m, grubości do 10 i więcej mm, szerokości do 3 m, przy ciężarze jednostkowym do 250 kg (rys. 13). Z drugiej strony folie aluminiowe wyrabia się o grubości 0,005 mm. Jako o pewnej anomalii wspomnę tu o wyrobie blach i taśm o zmiennym przekroju, które widziałem we Francji (rys. 14).

Dużym postępem w walcowaniu stopów lekkich jest eliminowanie (dotąd na ogół koniecznego) spęczania bloków odlewniczych przed ich walcowaniem. Dało się to osiągnąć dzięki postępom techniki odlewniczej i stanowi dużą korzyść, gdyż pozwala walcowniom na niezależnienie się od ilości, a zwłaszcza wielkości posiadanych pras hydraulicznych. W niektórych wytwórniach zagranicznych zastosowano natomiast do wyrobu blach i taśm kombinację prasowania i walcowania. Du-

żym i 3 000 t, które sprzęgnięte razem pracują z naciskiem maksymalnym 4 500 t. O możliwościach produkcyjnych tej prasy niech świadczy to, że może ona prasować bloki duralowe o średnicy 500 mm i ciężarze 500 kg. Prasy użyć można oczywiście także do wyrobu mniejszych profili i prętów, pracując wtedy z obciążeniem tylko 1 500 albo 3 000 t. Podobno buduje się obecnie w Niemczech

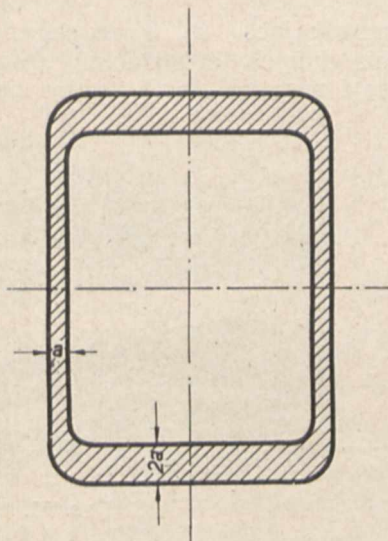


Rys. 15. Nowoczesna prasa hydrauliczna 4 500 t.

jeszcze większą jednostkę dla jednej z tamtejszych walcowni duralu. Tak duże prasy pozwalają na wyrób prętów o średnicach przekraczających 200 mm, wzgl. np. kątowników o wymiarach  $200 \times 200 \times 20$  mm oraz profili najbardziej wymyślnych kształtów w długościach przekraczających nawet 20 m, zależnie od użytego stopu i przekroju.

Największą zdobyczą w dziedzinie prasowania jest jednak możliwość wyrobu cienkościennych profili duralowych o grubości ścianek poniżej 1 mm. Profile takie bez dalszej obróbki — stosowane zwłaszcza w lotnictwie — dają rozwiązanie konstrukcyjne bardzo tanie i lekkie. Do niedawna wyrób takich profili bez przeciągania wydawał się niemożliwy.

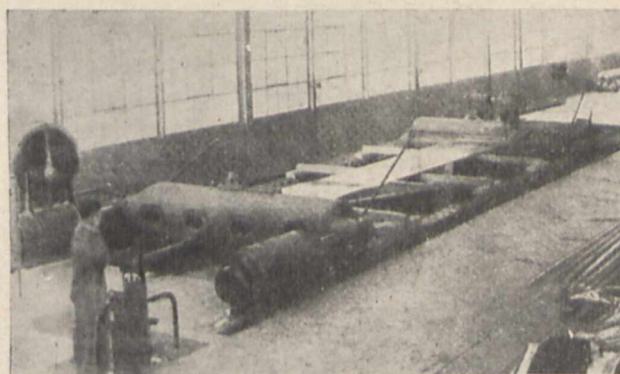
W wyrobie rur także notujemy duże postępy — z jednej strony rury o średnicy zewnętrznej do 450 mm i grubości ścianek 5 mm, z drugiej rurki o  $\varnothing$  0,6 mm i ściance 0,05 mm. Cyfry te nie odnoszą się oczywiście do wszystkich stosowanych stopów. Wyrabia się także najrozmaitsze rury profilowe, z których jako najciekawsze wykonanie zasługują na wymienienie rury prostokątne o różnych grubościach ścianek (rys. 16).



Rys. 16. Przekrój rury o ściankach różnej grubości.

ści mechanicznych, a zwłaszcza na większą ich jednolitość, i jest poza tym dużo ekonomiczniejsza. Zwolennicy pieców powietrznych (np. rys. 17) wskazują zato na ładniejszą powierzchnię blach, mniejszą skłonność do tworzenia pęcherzy — tej najgroźniejszej choroby duralu — oraz na rzekomo większą odporność na korozję. Na ogół można powiedzieć, że we Francji stosuje się tylko piece solne, w Szwajcarii — tylko piece powierzchniowe, zaś w Niemczech i Polsce — obie metody. I w tej dziedzinie nastąpił duży rozwój konstrukcji pieców, a zwłaszcza dokładnej regulacji temperatur i całkowicie samoczynnej ich obsługi. Jest to zrozumiałe, gdyż dokładna temperatura hartowania i odpowiednio dobrany czas podgrzewania decydują o własnościach mechanicznych gotowego wyrobu.

Wiele pracy poświęcono zagadnieniu wpływu poszczególnych czynników obróbki cieplnej na własności materiałów. Niewątpliwie najciekawsze dla konstruktora są wyniki prac nad sztucznym postarzaniem stopów typu duralu, które wskazują na możliwość wydatnego podwyższenia granicy płynności przy zachowaniu dotychczasowych wartości innych cech materiałowych.



Rys. 18. Prostowanie blach przez rozciąganie.

Pomijając inne pomniejsze etapy wyrobu — choć także ważne, jak skórowanie bloków, prostowanie (rys. 18) itp., zauważyć jeszcze należy, że coraz więcej wszędzie zwraca się uwagi na „czystość“ tak materiału, jak i przeróbki — głównie przez wzmoczenie kontroli międzyoperacyjnej.

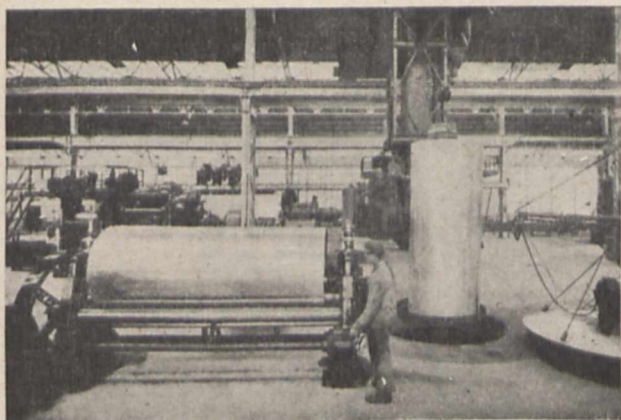
(d. n.)

**Progrès réalisés récemment dans la fabrication et application des alliages légers de laminage**

**Sommaire:**

Importance croissante des alliages légers qui — grâce à leur application rationnelle — permettent réaliser des idées nouvelles dans la construction et ne servent pas seulement comme matière remplaçant les alliages du fer. Classification des alliages légers de laminage. Leur fabrication. Les alliages les plus importants (de l'aluminium et du magnésium); leur classification d'après la composition chimique et le traitement thermique. Traitement technologique des alliages légers: fours de fonderie, méthodes de moulage, laminage, pressage, amélioration thermique.

(à suivre)



Rys. 17. Zwijanie blach i ładowanie do pieca powietrznego.

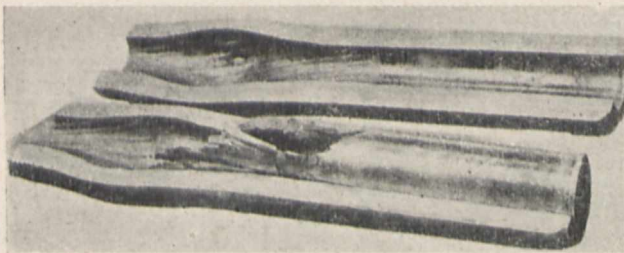
Dalszym ważnym etapem produkcji jest obróbka cieplna. Tutaj stosuje się dwa główne rodzaje pieców do podgrzewania przy hartowaniu: piece powietrzne i solne. Jedne i drugie opalane są bardzo rozmaicie, choć przeważnie elektrycznie. Obróbka cieplna w piecach solnych pozwala na ogół na osiągnięcie wyższych własno-

## Życie lufy armatniej – a materiał stalowy \*)

Inż. met. **A. Aćcik**, SIMP  
Starachowice

*Wymagania stawiane materiałowi lufy w wypadkach nienormalnych, lecz zdarzających się w praktyce, np. w razie wybuchu pocisku w lufie. — Sposoby laboratoryjnej oceny tych własności. — Porównanie z wynikami tzw. próby na rozsadzanie. — Poszukiwanie najodpowiedniejszego materiału a praktyczne możliwości metalurgii. — Możliwość przerzucenia części trudności na konstruktora dział i pocisków oraz chemika pirotechnika.*

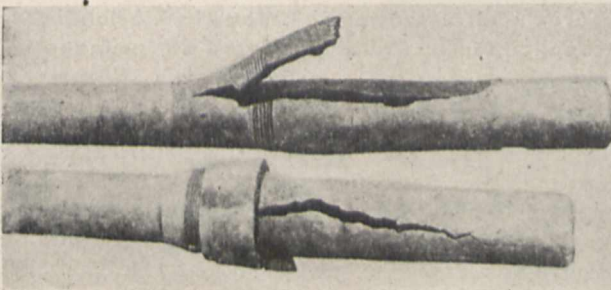
Prócz problemu powstawania siatki, a więc życia lufy, uzależnionego nie od tych własności mechanicznych, które są założone przez konstruktora, a następnie przelane na papier w postaci warunków technicznych odbioru, lecz od od jakiegoś stanu wewnętrznego materiału, krócej jak o ści lufy (nie zawsze stali w postaci bloku), istnieje inny jeszcze problem, mający ogromne znaczenie w pracy frontowej działa. Jest nim moc lufy. Należy pamiętać, że lufa działowa podczas każdego strzału wykonywa olbrzymią pracę setek tysięcy kilogramometrów i wysiłek ten musi znieść wielokrotnie. Z tego też względu musi być wyłączona możliwość pęknięcia z powodu jakichkolwiek wewnętrznych wad materiału, który nawet posiada wszystkie przepisane dane wytrzymałościowe.



Rys. 9.

Takie wymagania mocy lufy występują przy pewnych ogniach artylerii (ogień nawałowy), dalej przy znacznym wzroście ciśnienia gazów prochowych w wypadkach nieprzewidzianych, jak np. przez powiększenie ładunku prochowego ponad normę, przez za mocne zaciśnięcie się pocisku, lub przez za wczesny wybuch granatu.

Są to wypadki należące do rzadkości w warunkach spokojnej pracy, jednakowoż warunki frontowe notują takich wypadków setki. Jak wtedy powinna zachować się dobra lufa? W wypadkach takich następuje b. silne odkształcenie materiału,

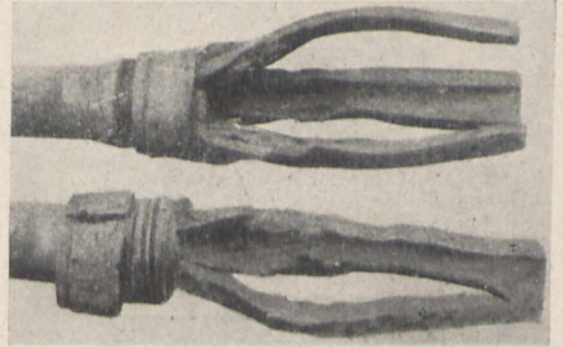


Rys. 10.

połączone b. często z rozerwaniem się lufy, całkowitym zniszczeniem działa i poranieniem obsługi.

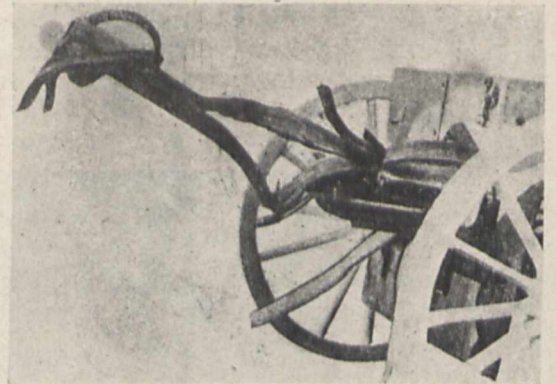
Jeśli materiał jest wysoce ciągliwy, to siły od-

kształcające są w znacznym stopniu, na skutek dużych odkształceń sprężystych niwelowane i wypadki takie winny się kończyć rozděciem



Rys. 11.

lufy, lub co najwyżej lekkim jej nadpęknięciem przy jednoczesnym rozděciu, ale raczej nigdy jej rozprysnięciem się na drobne kawałki, rażące nieraz nawet obsługę sąsiednich dział. Na rys. 9, 10, 11, 12 są podane różne typy materiałów, które w jednakowych warunkach (przedwczesny wybuch) różnie się zachowały.



Rys. 12.

Niebezpieczeństwo tego zjawiska rośnie w pierwszym rzędzie przez hamowanie poprzecznego poddawania się lufy; dalej przez obniżenie się temperatury materiału, a więc w zimie, przy czym wewnętrzna powierzchnia lufy sprzyja temu zjawisku w bardzo znacznym stopniu (karby).

Podstawę do oceny dobroci materiału pod tym względem dają głównie wyniki badań udarności.

Rys. 13 przedstawia porównawcze dane udarnościowe kilku gatunków stali w zależności od temperatury. Widoczna wielka przewaga ulepszonej stali chromoniklowej, szczególnie w temperaturach poniżej zera.

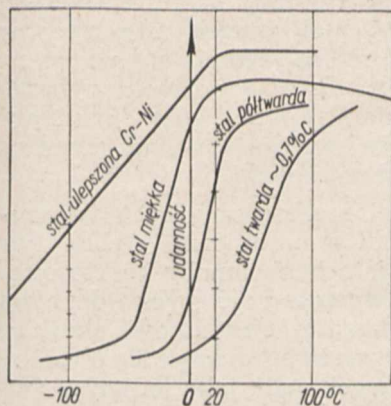
Jednakże w zależności od przeróbki technologicznej udarność ta może się już różnić w temp. normalnych. Ta różnica jeszcze gwałtowniej występuje w temp. niższych. Rys. 14 przedstawia kil-

\*) Dokończenie do str. 18 — 22 w zesz. 1—2 z r. b.

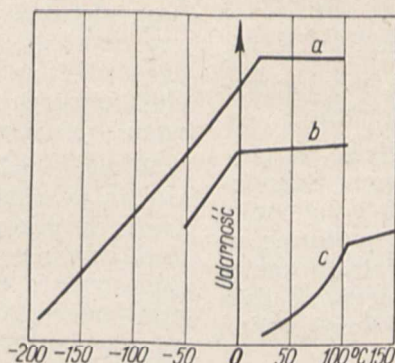


ka zależności udarności od temp. tego samego gatunku stali o identycznych własnościach wytrzymałości na rozciąganie. Jak wpływa działanie karbu na udarność wskazuje rys. 15. Liczba większa oznacza przekrój próbki (kwadratowy), mniejsza — głębokość karbu.

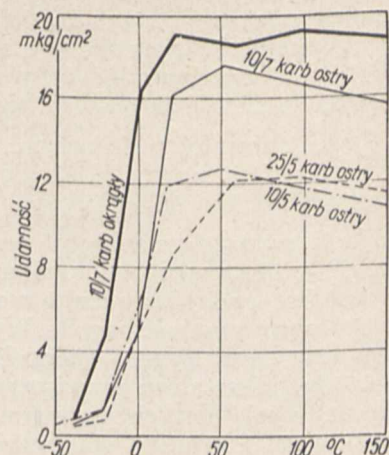
Takie próby nie są trudne do przeprowadzenia. Kąpiel z alkoholu lub acetonu można łatwo oziębic do pożądanej temperatury przez wprowadzenie krystalicznego kwasu węglowego. Okazuje się



Rys. 13.



Rys. 14.



Rys. 15.

Rys. 16 uwidoczni wyniki dynamicznego i statycznego działania sił przy rozrywaniu i łamaniu próbek z karbem. Widać z tego, że skłonność materiału do rozerwania się wzgl. złamania jest znacznie większa przy działaniu dynamicznym obciążenia.

Odnosnie dynamicznych działań należy dalej zauważyć, że we wszystkich wypadkach skutek tych działań może być wcześniejszy, jeżeli w materiale istnieją wewnętrzne lub powierzchniowe naprężenia, powstałe bądź przy obróbce termicznej, bądź przy obróbce mechanicznej. W takich wypadkach, nawet przy normalnym strzelaniu, naprężenia strzału sumują się z naprężeniami istniejącymi w materiale, a wypadkowa tych naprężeń może w znacznej mierze przekraczać nie tylko granicę sprężystości, ale i wytrzymałość materiału.

Warunki odbiorcze niemieckie wyraźnie mówią, że przy odbiorze materiału na lufy, prócz danych wytrzymałościowych, należy zwracać szczególną uwagę na wydłużenie, przewężenie, a przede wszystkim udarność, gdyż jest to jedyna próba

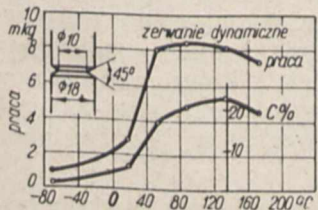
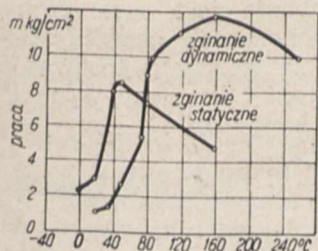
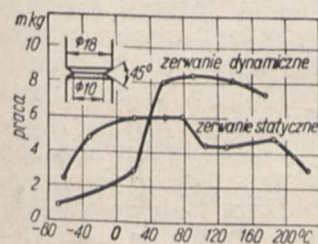
jednak w dalszym ciągu, że i badania materiału na udarność nie we wszystkich wypadkach wystarczają do całkowitej pewności w ocenie materiału. W materiale mogą być kruche miejsca, niejednorodności, wady strukturalne z różnych przyczyn powstałe i t. p.

Ponieważ próba udarności ma charakter wybitnie lokalny, przeto nieraz nie jest w stanie określić jakości całego tworzywa z większą pewnością.

W takim wypadku wyniki udarnościowe, łącznie z t. zw. próbą na rozsądzenie (Sprengprobe), dają podstawę do kwalifikacji ostatecznej. Próbę tę wprowadzono w czasie wojny, a powodem jej wprowadzenia było zbyt dużo wypadków pęknięcia łuf na froncie (rys. 10, 11, 12). Próbę wykonywano w ten sposób, że do obcinka lufy o dług. 0,75 m wkładano granat, który następnie poddawano eksplozji. Dobry materiał wzdymał się, dając niekiedy nie duże rysy.

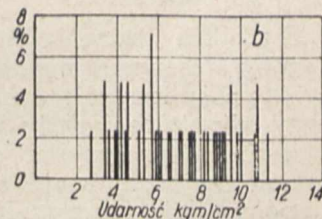
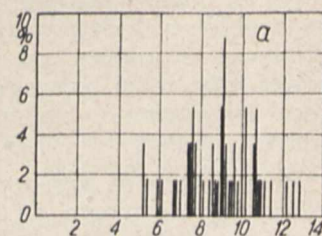
Ta próba kwalifikowała już dość dużą ilość materiału i odtwarzała bardziej rzeczywisty stan materiału stalowego.

Na rys. 17 podane są zależności między wynikami tej próby a udarnością. Łatwo zauważyć, że istnieje bardzo wyraźny związek między tymi dwoma dynamicznymi sposobami badań materiału, lecz — jak we wszystkich prawie problemach tworzywa stalowego — nie całkowity, ale odpowiadający regule liczb wielkich. Wykresy przedstawiają wyniki badań 100 łuf, które w pierwszym wypadku (a) odpowiedziały całkowicie wymaganiom próby na rozsądzenie, w drugim zaś (b) próby tej nie wytrzymały. Widoczne jest również z tego, że nie



Rys. 16.

ba i taka próba ma duże znaczenie technologiczne. Jeżeli zaś wyniki jej w normalnych warunkach są wątpliwe, jak też dają rozrzut, to próbę tę przeprowadza się w temp. —40°. W tym wypadku dobrze przygotowany materiał, mimo nieco niższych wartości uderzeniowych, nie powinien wykazać kruchości.



Rys. 17.

należy sugerować się, ani dość wysoką, ani też stosunkowo niską udarnością.

Jednakże przy udarowości ponad 12 kgm/cm<sup>2</sup> nie ma ani jednej lufy, któraby dała zły wynik, natomiast większość złych luf (65%) posiada udarowość poniżej 8 kgm/cm<sup>2</sup>, tak samo jak większość (69%) luf wytrzymujących próbę na rozsadzenie posiada udarowość powyżej 8 kgm/cm<sup>2</sup>.

Czym należałoby tłumaczyć, że w niektórych wypadkach, mimo wysokiej udarowości, lufy nie wytrzymały próby na rozsadzenie i odwrotnie?

Na to pytanie trudno jest odpowiedzieć na podstawie tylko wykresów podanych przez Schwinninga, bez podania rodzaju materiału i jego własności wytrzymałościowych. Wydaje się jednak, że decyduje tutaj przede wszystkim zdolność materiału do odkształceń sprężystych, której nie daje się uchwycić dotychczasowymi metodami badań ciągliwości i granicy sprężystości.

W dalszym ciągu związek między próbą na rozsadzenie a udarowością zależy od stopnia smugowości i suchości materiału stalowego. Obie te cechy można określać dość dokładnie, lecz przy dużej rutynie i doświadczeniu, wg. jakości złomów.

Resumując wszystko, co było wyżej powiedziane odnośnie mocy lufy, należy stwierdzić, że własności wytrzymałościowe zapewniają tę moc tylko częściowo, i to w warunkach normalnej pracy działa.

Jednakowoż istnieją pewne czynniki, które po zbadaniu i odpowiednim zestawieniu pozwolą zapewnić bezpieczeństwo pracy działa, nawet w specjalnych i nieprzewidzianych warunkach.

Jeżeli zastanowić się głębiej nad problemem życia lufy, tak pod względem powstawania siatki, jak też i pod względem mocy, to łatwo zauważyć, że istnieje wiele czynników, które wzajemnie się zazębiają i są wspólne dla obu tych problemów. Odpowiednie więc zharmonizowanie i ujęcie, przez właściwe i fachowe podejście do tego problemu, który zaczyna się w piecu metalurgicznym, a kończy na szlifowaniu wnętrza gotowej lufy, musi bezwzględnie dać bardziej realne jego rozwiązanie, niż to, którym dziś dysponujemy.

Po rozważeniu przyczyn zużycia przewodu lufy zdawałoby się mogło, że nie trudno znaleźć środki do jego zwalczania.

Z punktu widzenia metalurgicznego, konieczne byłoby stosowanie metalu nie podlegającego działaniu chemicznemu azotu, nie dającego zgniotu przy odkształceniach i posiadającego wysoką i stałą granicę sprężystości w różnych warunkach, w jakich może się znajdować lufa, oraz taki niski współczynnik rozszerzalności cieplnej, by nagłe zmiany temperatury, wywołujące kurczenie się i rozszerzanie, były bez wpływu.

Takie własności mogłyby od razu osłabić pierwszą najważniejszą fazę zużycia, a mianowicie tworzenie się twardej warstwy i powierzchniowych pęknięć.

Taki metal powinien dobrze przeciwstawiać się kinetycznemu działaniu cząstek gazowych (mole-

kuł), uderzających z wielką szybkością o jego powierzchnię. Powinien wyróżniać się całkowitą jednorodnością struktury, która wyłączałaby nierównomierne zużycie, znaczną spoistością i niezbyt wysoką twardością.

Wychodząc z tych założeń, niektórzy autorzy proponowali zamiast stali szereg tworzyw (np. brąz aluminiowy). Inni zatrzymali się na wyborze czystego żelaza, które na próbach wykazało odporność na wypalanie przez gazy prochowe, choć przyznawali, że nie posiada ono wymaganych własności mechanicznych.

W ogóle własności mechaniczne tych tworzyw czynią je niezdatnymi w niezmiernie ciężkich warunkach pracy, w jakich chciałoby je stosować. Zastosowanie tych tworzyw dość szybko doprowadziłoby lufę do całkowitej niezdatności skutkiem odkształceń. Należy przeto ograniczyć się do zakresu wysokowartościowych stali, jako jedynych tworzyw, które mogą zadość uczynić określonym mechanicznym wymaganiom, wzrastającym z dnia na dzień, i przyjąć je z towarzyszącymi im wadami.

Pełne rozwiązanie problemu od strony metalurgicznej pozostaje zatem, przynajmniej na razie, nieosiągalne; lecz nie wyłącza to możliwości osiągnięcia w poszczególnych wypadkach pokaźnych wyników przy przestrzeganiu odpowiednich warunków.

Bardzo zadowalające wyniki można osiągnąć przy stosowaniu pewnych gatunków stali nierdzewnych o dużej zawartości chromu (poniżej 15%), którą to drogą, przy dodaniu innych metali, jak nikiel i molibden, otrzymuje się duży stopień spoistości i całkowitą jednorodność. W zależności od składu — stale te uzyskują odporność na działanie gazów i daleko lepiej przeciwstawiają się tworzeniu twardej warstwy powierzchniowej, i tym samym nie poddają się tym wpływom, które warunkują pierwsze objawy wypalania się. Niestety, zakres ich zastosowania jest ograniczony trudnością wyrobu tych stali oraz ich obróbki. Upoważnia to do twierdzenia, że szersze zastosowanie tych stali może mieć miejsce tylko przy wyrobie luf armatnich niewielkich kalibrów.

Znajdujemy się w gorszym położeniu, gdy mamy do czynienia z lufami dużych kalibrów. Na lufy te, przy obecnym stanie techniki, nie można stosować wysokowartościowych stali, których przygotowanie ograniczone jest do wlewków niewielkiej wagi. Dlatego obecnie zmuszeni będziemy ograniczyć się do wyrobu stali, która przy należytej obróbce termicznej dawałaby najlepsze własności mechaniczne i bezwzględną jednorodność struktury.

Aby osiągnąć choć pewne ulepszenie, proponowano zrezygnować z samowzmacnienia, gdyż jeśli metalu nie poddamy zachodzącemu przy samowzmacnianiu zgniotowi, można odwlec tworzenie się warstwy powierzchniowej o podwyższonej twardości. Wg zdania Redge'a można to stosować do luf niewielkich kalibrów, nie pracujących w warunkach wyjątkowo ciężkich.

W dużych lufach — przeciwnie — samowzmacnianie wyrównywa charakterystyki sprężystości

lufy, daje im dostateczną wytrzymałość i twardość i zapobiega tym samym zjawianiu się anormalnych rozszerzeń, które mogłyby mieć miejsce w przewodzie lufy w czasie pierwszego okresu życia lufy, jeżeli jej charakterystyki nie były całkowicie jednorodne. Prócz tego, samowzmocnienie służy z gruba jako próba odbiorcza, zupełnie niezła, dla uzewnętrznienia możliwych wad wewnętrznych metalu, nie dających się stwierdzić żadnym innym sposobem i mogących w następstwie doprowadzić do bardzo przykrych wypadków. Stosowanie do tego, co wyżej zaznaczono, zrezygnowanie z samowzmocnienia luf dużych nie kompensuje korzyści, jakie daje ono z punktu widzenia zużycia lufy.

Niektórzy artylerzyści — prawdopodobnie miesząc zjawiska zużycia z tym, co słuszniej byłoby nazwać ścieraniem — proponowali wytwarzać sztucznie wysoką twardość (np. drogą azotowania lub zastosowania wysokowartościowych stali odpowiednio obrobionych termicznie) wewnętrznej powierzchni lufy, która dzięki temu byłaby zdolna przeciwstawić się wszelkim działającym na nią siłom. Zbędne jest wskazywać, że droga ta prowadzi do wręcz przeciwnego skutku, gdyż tak twarda i — w rezultacie — tak krucha powierzchnia, tym mniej zdolna będzie przeciwstawić się działającym na nią fizycznym czynnikom. Przypuszczenia wszystkich autorów zbiegają się do tego, że wszelkie te jednostronne środki zapobiegawcze mogą przynieść tylko względną korzyść z punktu widzenia zużycia lufy.

Przypuszczają, że droga do łatwiejszego, choć nie wyczerpanego rozwiązania problemu, należy do zakresu nie metalurgicznego, lecz innego.

Dlatego do zadań inżyniera konstruktora dział dochodzi wg Redge'a wyszukanie najlepszego kształtu komory naboju, przystosowanie jej do największej zdolności przeciwstawiania się działa-

niu gazów, które tłumaczy teoria Charbonnier'a i Latain'a, by obszar wypalania się ograniczyć do początku gwintowanej części.

Konstruktor pocisków ze swej strony winien opracować najlepszy kształt pierścienia wiodącego i całości pocisku, by zapobiec możliwości „chwiania się” pocisku, będącego przyczyną zbierania większych obszarów metalu w przewodzie lufy.

Wreszcie chemik „prochownik” winien opracować możliwie „zimniejszy” gatunek prochu, mniej bogaty w azot, by osłabić fizyko-chemiczne działanie tlenku azotu i wysokiej temperatury na stal.

Najlepsze jednak rozwiązanie problemu może być osiągnięte tylko drogą ścisłej współpracy tych trzech gałęzi techniki, t. j. metalurgii, chemii i balistyki.

**Literatura:**

1. Schwinning. Konstruktion und Werkstoff für Geschütz- und Gewährläufe.
2. M. Rogier. Rev. d'art. franc. 1935 I.
3. A. Redge. Technika i Woorużenie I — 1936.



**L'influence du matériel du canon sur son usage**

**Sommaire:**

(suite et fin)

Exigences qu'on pose au matériel du canon en cas spéciaux, se passant en pratique, p. ex. en cas de l'explosion d'un obus dans le canon. Méthodes de laboratoire de l'évaluation des qualités correspondant du matériel. Comparaison avec les résultats des essais dit d'éclatement. Recherches concernant le meilleur matériel et les possibilités pratiques de la métallurgie. Collaboration entre le métallurgiste et le constructeur de canons et d'obus, ainsi que le chimiste-pyrotechnicien.

**DZIAŁ SPRAWOZDAWCZY**

**Pomiary kół zębatych mikromierzem Zeiss'a**

**R. Giełażyn**  
technolog-mechanik

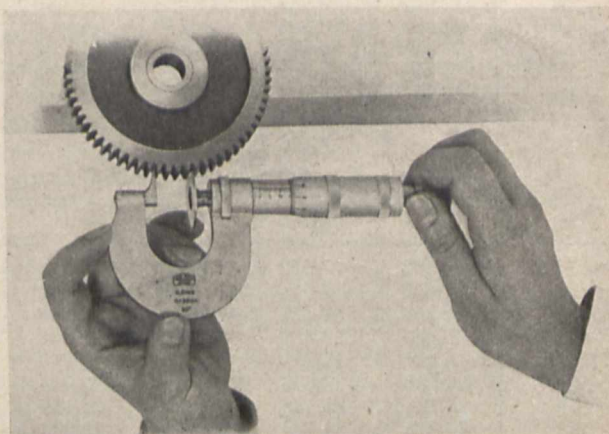
W ostatnich latach znana firma Carl Zeiss wypuściła na rynek specjalny typ mikromierza, przeznaczonego do pomiaru kół zębatych czolowych z zębami prostymi. Mikromierz ten posiada, zamiast normalnych kowadełek, jedną nóżkę stałą i ruchome kowadełko talerzykowe.

Samego pomiaru dokonywa się w sposób b. łatwy, zarówno na maszynie, jak i na stole kontrolnym. Pomiar ten jest zupełnie niezależny od charakteru wykonania zewnętrznego obwodu koła zębatego, co pozwala na obróbkę obwodu koła z dowolną tolerancją wykonawczą, a poza tym w sposób bezpośredni daje pojęcie o wielkości luzu międzyzębowego, który posiadamy na kole mierzonym. Ponadto, dzięki temu, że pomiar mikromierzem odbywa się przez kilka zębów, może być ustalona równomierność podziałki na danym kole zębatym.

Rys. 1 obrazuje proces pomiaru.

Teoretycznie omawiana metoda pomiarowa jest oparta na tej zasadzie, że odległość pomiędzy dwoma ewolwen-

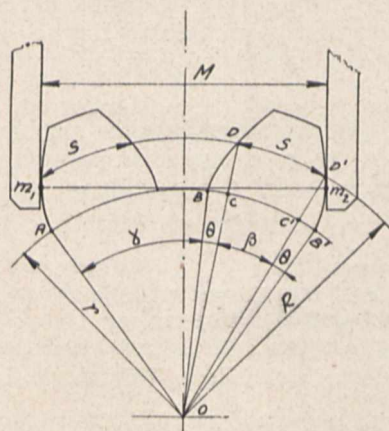
tami po linii prostej, stycznej do koła zasadniczego, nie zależy od pochylenia tej linii i pozostaje wielkością stałą dla danego koła zębatego.



Rys. 1.

Na rys. 2 mamy koło zębate, gdzie:

- $M$  — odległość pomiędzy ewolwentami, zmierzona mikromierzem, po prostej  $m_1, m_2$ , stycznej do koła zasadniczego,
- $R$  — promień koła podziałowego (modułowego),
- $r$  — promień koła zasadniczego,
- $\alpha$  — kąt przyporu linii tworzącej,
- $S$  — grubość zęba mierzona po łuku koła podziałowego,
- $k$  — ilość luk międzyzębowych, objętych wymiarem  $M$ ,
- $z$  — ilość zębów koła mierzonego.



Rys. 2

Nietrudno zauważyć, że wymiar  $M$  będzie to długość łuku  $AB'$  na kole zasadniczym, gdyż tworząca przetacza się po kole zasadniczym bez poślizgu, a więc

$$M = \overset{\frown}{AB'} = r\gamma + r\beta + r\beta + r\beta = r(\gamma + \beta + 2\beta) \quad (1)$$

Przypominamy sobie z geometrii ewolwentowej, że

$$\overset{\frown}{\beta} = \text{tg } \alpha - o = \text{inv } \alpha \quad (2)$$

Gdyby, w wypadku ogólnym, ilość luk międzyzębowych była równa  $k$ , to  $\overset{\frown}{\gamma}$ , określający nam łuk  $AB$ , przedstawiałby się jako

$$\overset{\frown}{\gamma}_k = \frac{2\pi}{z} \cdot k \quad (3)$$

Dla  $\overset{\frown}{\beta}$ , określającego nam teoretyczną grubość zęba, możemy napisać, że

$$\beta = \frac{S}{R} \quad (4)$$

Po podstawieniu do równania (1) wartości  $\gamma, \beta$  i  $\beta$  z (3) i (4) otrzymujemy:

$$M = r \left( \frac{2\pi}{z} \cdot k + \frac{S}{R} + 2 \text{inv } \alpha \right) \quad (5)$$

a ponieważ  $r = R \cdot \cos \alpha$ , przeto ostatnie równanie przybiera postać

$$M = R \cdot \cos \alpha \left( \frac{2\pi}{z} \cdot k + \frac{S}{R} + 2 \text{inv } \alpha \right) \quad (6)$$

W tej właśnie postaci podaje go prof. E. Buckingham w swoim klasycznym dziele „Spur Gears, Design, Operation and Production“.

Ostatni wzór pozwala na cały szereg uproszczeń, tak więc oznaczając przez:

$m$  — moduł koła zębatego i

$n$  — ilość zębów objętych wymiarem  $M$ ,

znajdujemy, że

$$R = \frac{mz}{2}; \quad S = \frac{\pi m}{2}, \quad \text{zaś } k = n - 1.$$

Po podstawieniu ostatnich wartości do równania (6) otrzymamy

$$M = m [\pi(n - 0,5) + z \cdot \text{inv } \alpha] \cos \alpha \quad (7)$$

Z równania (7) widzimy, że wymiar mikromierza  $M$  jest proporcjonalny do modułu  $m$ , jeżeli zatem założymy, że mamy do czynienia z kołem zębatym o module  $m = 1$ , to wymiar mikromierza przedstawia się jako

$$M_1 = [\pi(n - 0,5) + z \cdot \text{inv } \alpha] \cdot \cos \alpha \quad (8)$$

Mając obliczone wymiary  $M_1$ , dla kół zębatych o rozmaitych ilościach zębów  $z$ , otrzymujemy, w drodze zwykłego mnożenia, wymiar mikromierza dla kół zębatych o dowolnym module, ponieważ

$$M = m \cdot M_1 \quad (9)$$

Podstawiając do równania (8) wartość  $\text{inv } \alpha$  z równania (2), otrzymamy

$$M_1 = z \cdot \sin \alpha + \pi \cdot \cos \alpha \cdot \left[ n - \left( z \frac{\alpha}{\pi} + 0,5 \right) \right] \quad (10)$$

TABELA I.  
Wartość  $M_1$  przy kącie przyporu  $\alpha = 15^\circ$ .

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	4,614	4,620	4,625	4,631	4,636	4,642	4,648	4,653	4,659	4,664
20	4,670	4,676	4,681	4,687	4,693	4,700	4,706	4,712	4,718	4,724
30	7,765	7,770	7,776	7,782	7,787	7,793	10,837	10,843	10,848	10,854
40	10,859	10,865	10,871	10,876	10,882	10,887	10,893	10,899	13,943	13,948
50	13,954	13,960	13,965	13,971	13,976	13,982	13,988	13,993	13,999	14,004
60	17,049	17,054	17,060	17,066	17,071	17,077	17,082	17,088	17,094	17,099
70	17,105	20,146	20,152	20,158	20,164	20,171	20,177	20,183	20,188	20,194
80	20,199	20,205	20,211	23,252	23,258	23,264	23,270	23,276	23,282	23,288
90	23,294	23,300	23,306	23,312	23,317	23,322	26,364	26,370	26,376	26,382
100	26,389	29,428	29,334	29,440	29,446	29,452	29,458	29,464	32,504	32,510

TABELA II.  
Wartości  $M_1$  przy kącie przyporu  $\alpha = 20^\circ$ .

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	4,568	4,582	4,596	4,610	4,624	4,638	4,652	4,666	7,632	7,646
20	7,660	7,674	7,688	7,702	7,716	7,730	7,744	10,711	10,725	10,739
30	10,753	10,767	10,781	10,795	10,809	10,823	13,789	13,803	13,817	13,831
40	13,845	13,859	13,873	13,887	13,901	16,867	16,881	16,895	16,909	16,923
50	16,937	16,951	16,965	16,979	19,945	19,959	19,973	19,987	20,001	20,015
60	20,029	20,043	20,057	23,023	23,037	23,051	23,065	23,079	23,093	23,107
70	23,121	23,135	26,101	26,115	26,129	26,143	26,157	26,171	26,185	26,200
80	26,213	29,179	29,193	29,208	29,221	29,235	29,249	29,264	29,278	29,292
90	32,258	32,272	32,286	32,300	32,314	32,328	32,342	32,356	32,370	32,384
100	35,350	35,364	35,378	35,392	35,406	35,420	35,434	35,448	38,414	38,428

TABELA III.  
Ilość  $n$  zębów objętych wymiarem  $M$ .

$n$ :	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\alpha$	Ilość $z$ zębów koła mierzonego.											
15°	10—23	24—35	36—47	48—59	60—70	71—82	83—95	96—100	101—107	108—120		
20°	10—17	18—26	27—35	36—44	45—53	54—62	63—71	72—80	81—89	90—99	100—107	108—120
22° 30'	10—16	17—24	25—32	33—40	41—48	49—56	57—64	65—72				
25°	10—14	15—21	22—29	30—36	37—43	44—51	52—58	59—65				

Jest to równanie podawane przez Wildharber'a (Gleason Works, Rochester, USA). Ponieważ najwygodniejsze warunki pomiaru mikromierzem posiadamy wówczas, gdy punkty dotyku mikromierza i flaknowych powierzchni zębów leżą jak najbliżej do obwodu koła podziałowego, należy przeto w równaniu (8) zakładać taką ilość  $n$  zębów objętych pomiarem, aby

$$\left[ n - \left( z \frac{\alpha}{\pi} + 0,5 \right) \right] < 1 \dots \dots (11)$$

Tablice 1 i 2 podają wartości wymiaru  $M_1$  dla kół zębatach o module  $m = 1$  i najbardziej rozpowszechnionych kątach przyporu  $\alpha = 15^\circ$  i  $20^\circ$ .

Tablica 3 podaje ilości  $n$  zębów objętych wymiarem  $M$  dla kół zębatach o rozmaitych kątach przyporu.

Sposób korzystania z tablic jest zilustrowany na przykładzie.

Wymiary  $M_1$  zostały obliczone dla kół zębatach o teoretycznej grubości zęba. Dla koła zębatego produkcyjnego grubość zęba jest zazwyczaj mniejsza od teoretycznej wielkości o pewien wymiar, który jest równoznaczny z połową międzyzębowego luzu normalnego, tj. mierzonego po prostopadłej do profilu zęba. Jasne więc jest, że dla koła produkcyjnego wymiar  $M$  obliczony z tablic należy zmniejszyć o połowę luzu międzyzębowego normalnego, który jest wymagany przez warunki pracy danego koła.

W czasach ostatnich w rozmaitych konstrukcjach coraz częściej są używane koła zębata o profilach zębów przesuniętych względem koła podziałowego; są to tzw. „korygowane zazębienia V”, wykonywane wówczas, gdy zachodzi obawa zjawiska podcinania zębów.

Przy obróbce tego rodzaju zazębieni korygowanych narzędzie pracujące, frez ślimakowy modułowy lub nóż-zębatka, znajdują się w położeniu przesuniętym o wielkość  $x$  względem obwodu koła podziałowego. Nie trudno udowodnić, że w tym wypadku wymiar mikromierza przedstawiać się będzie jako

$$M_x = M \pm 2x \sin \alpha \dots \dots (12)$$

W równaniu powyższym należy brać znak minus, gdy przysuwamy się z narzędziem do środka koła, i znak plus, gdy od środka koła odsuwamy się.

Przykłady:

a) Wyznaczyć maksymalny i minimalny wymiar mikromierza przy mierzeniu koła zębatego, gdzie  $z = 50$ ,  $\alpha = 20^\circ$ ,  $m = 2$ , zaś luz międzyzębny normalny, z drugim kołem współpracującym, wynosi  $\Delta = 0,12 \div 0,06$  mm.

Z tablicy 2 znajdujemy, że

$$M = 2 \times 16,937 = 33,874 \text{ mm,}$$

a więc

$$\text{max. } M = 33,874 - 0,03 = 33,844 \text{ mm}$$

oraz

$$\text{min. } M = 33,874 - 0,06 = 33,814 \text{ mm.}$$

b) Wyznaczyć wymiar  $M_x$  dla koła zębatego, gdzie  $z = 30$ ,  $\alpha = 20^\circ$ ,  $m = 10$ , zaś przesunięcie profilu od środka koła  $x = 5$  mm.

Z tablicy 2 znajdujemy, że — przy ilości zębów objętych pomiarem  $n = 4$  — wymiar  $M_1 = 10,753$ .

Wówczas wg równania (12) otrzymamy

$$M_x = 10 \times 10,753 + 2 \times 5 \times 0,34202 = 110,95 \text{ mm.}$$

## Hutnictwo stalowe na Targach Lipskich

### Zbiorowy pokaz w hali „Stahlbau” w r. 1938

Zakrojony na bardzo szeroką skalę zakres zbrojeń, w którego obliczu znalazły się w ostatnim czasie wszystkie mocarstwa, wywołały znaczny postęp ilościowy i jakościowy produkcji we wszystkich podstawowych gałęziach przemysłu, zwłaszcza zaś w hutnictwie stalowym.

W Niemczech, gdzie okres zbrojeń wkroczył już w fazę największego nasilenia, hutnictwo stalowe stanęło przed koniecznością rozwiązania całego szeregu nowych ważnych zagadnień natury techniczno-gospodarczej, w związku z wysuniętym przez rząd postulatem jak najdalej idącej samowystarczalności gospodarczej kraju.

O rozmiarach prac, podjętych w związku z rozbudową aparatu wytwórczego hutnictwa, świadczą najlepiej cyfry z zakresu produkcji w ostatnich latach: wytwórczość stali w Niemczech w roku 1933 wynosiła 9 660 mio t, w r. 1934 — 13 550 mio t, w r. 1935 — 16 010 mio t, w r. 1936 — 18 614 mio t, w roku 1937 — 19 207 mio t, zaś w roku 1938 ma dojść do imponującej cyfry 21 000 mio t. W tym samym czasie produkcja surówki odlewniczej wzrosła z 1,4 do 3,7 mio t, a wydobycie krajowych rud żelaznych podniosło się z 1,3 do 9,6 mio t, w najbliższych zaś trzech latach ma przekroczyć 20 mio t.

Mimo to na wewnętrznym rynku w Niemczech odczuwano w roku ubiegłym ciągle jeszcze brak stali, co spowodowało wprowadzenie całego szeregu zarządzeń ochronnych, mających na celu zwiększenie wyzyskania materiału i podniesienie jego wytrzymałości przez jego uszlachetnienie, w oparciu w miarę możliwości o surowce krajowe.

Wprowadzenie nowych tworzyw konstrukcyjnych, w postaci wysokowartościowych stali szlachetnych, oraz rozwój techniki budownictwa stalowego, stworzyły we wszystkich działach konstrukcyjnych podstawy do rozwoju lekkich ustrojów stalowych. Z uwagi na politykę gospodarczą, zaletą lekkich konstrukcji jest poza oszczędnością na materiale, znacznie większy udział kosztów robocizny w cenie gotowego wyrobu, przy jednoczesnym obniżeniu kosztu surowca.

Ze względu na znaczenie lekkich konstrukcji w gospodarce narodowej Rzeszy, niemiecka „Poradnia Stosowania Żelaza” wystąpiła we własnej hali „Stahlbau” na tegorocznych Targach Lipskich ze zbiorowym pokazem pod hasłem: *Oszczędność na materiale przez wprowadzenie lekkiej konstrukcji*. Na pokazie tym zobrazowano szereg ważniejszych prac, wykonanych

na powyższy temat przez niemieckie instytuty badawcze stali, stwarzając podstawy racjonalnego rozwoju konstrukcji lekkich.

W rozwoju takich konstrukcji na szczególną uwagę zasługuje również problem uodpornienia stali na działanie rdzy, która ze względu na małe przekroje poszczególnych elementów konstrukcyjnych mogłaby stanowić bardzo duże niebezpieczeństwo. W osobnym dziale pokazu zobrazowano tedy najważniejsze wypróbowane już dzisiaj metody i środki, chroniące stal przed niszczącym działaniem korozji.

Poniżej podano ważniejsze i ciekawsze przykłady z zakresu lekkich konstrukcji, wystawione w poszczególnych działach pokazu.

*Niemieckie Koleje Państwowe.* Koleje niemieckie, które bardzo intensywnie współpracowały w rozwoju lekkich konstrukcji, wystawiły kilka charakterystycznych przykładów z tego zakresu, mianowicie: spawaną ramę podwozia wozu motorowego, modele nowoczesnych lokomotyw elektrycznych, oraz cały szereg ciekawych zdjęć fotograficznych, ilustrujących nowe dążenia w budowie wagonów kolejowych i lokomotyw.

Dalszy przykład celowego wyzyskania materiału stanowi lekki zestaw kołowy z pustą osią, dzięki czemu uzyskano obniżenie jego wagi o 30%. Bardzo wyraziście zobrazowano celowość zastosowania konstrukcji z blachy, do wykonania cylindrów hamulcowych na powietrze sprężone; położone na jednym talerzu wagi dwa cylindry wykazują mniejszą wagę niż znajdujący się na drugim talerzu stosowany dotychczas, tej samej wielkości cylinder z żeliwa. Na kilku modelach resorów kolejowych wykazano, jak dzięki wprowadzeniu nowych profili obniżono wagę normalnych resorów piórowych z 33,6 na 24,9 kg.

*Budowa pojazdów komunikacyjnych.* W budowie wagonów, przez celowe zastosowanie zasad budownictwa lekkiego, zmniejsza się — jak wiadomo — ciężar martwy pojazdu, co podnosi ekonomię ruchu, zaś zwiększa się sztywność konstrukcji, a z nią bezpieczeństwo ruchu. Cztery modele wagonów osobowych, podane w przekroju, ilustrują stopniowy rozwój konstrukcji stalowej, aż do całkowicie stalowego wozu najnowszego ustroju, w którym ciężar obniżono z 670 kg/mb na 325 kg/mb. Te same tendencje, co w budowie wagonów, ujawniają się również w konstrukcji samochodów wszelkiego typu. Dzięki wykorzystaniu pudła wozu jako konstrukcji nośnej, zwiększono 15-krotnie wytrzymałość jego na skręcenie w porównaniu z normalną konstrukcją ramową o tej samej wadze. Dalszą ewolucją w budowie samochodów jest zastosowanie konstrukcji lekkich z profili specjalnych. Drugi model pudła samochodowego, skonstruowany w kształcie czaszy, jest wykonany z blachy stalowej o grubości 0,2 do 0,5 mm. Ten rodzaj konstruowania, w połączeniu ze spawaniem punktowym, daje 30% oszczędności na wadze.

*Budowa samolotów.* Technika budowy samolotów pełni w dziedzinie lekkich konstrukcji pracę pionierską. Na wystawie pokazano b. lekki, spawany z rur stalowych kadłub samolotu szkolnego. Na uwagę zasługuje karter silnika lotniczego, spawany z blachy stalowej grubości 0,87 mm; przy tej samej wadze wykazuje on znacznie większą wytrzymałość niż z odlewu magnezowego. Dzięki dobraniu odpowiednich kształtów, obniżono również wagę całkowicie stalowych kół samolotu z 26,5 na 7,2 kg.

*Budowa maszyn.* W budowie wszelkiego rodzaju ma-

szyn, zwłaszcza obrabiarek, stosuje się obecnie stale specjalne, które dzięki wysokiemu współczynnikowi sprężystości pozwalają na uzyskanie znacznej sztywności konstrukcji przy dużej oszczędności na materiale. Obawa o niedostateczne tłumienie drgań przy przejściu do lekkich ustrojów została już w znacznym stopniu usunięta dzięki właściwym rozwiązaniom konstrukcyjnym współpracujących elementów. Również wprowadzenie spawania elektrycznego przyczyniło się do dalszego ulepszenia konstrukcji tych maszyn, tak że dzisiaj można je montować w przeciągu bardzo krótkiego czasu, przy czym wykazują one dużą sztywność.

Cały szereg modeli różnych maszyn wskazuje na celowe obniżenie ciężaru w porównaniu do konstrukcji odlewanej (do 65%), dzięki czemu uzyskuje się nie tylko oszczędność na materiale, ale i na kosztach przewozu, montażu itp. Konstrukcje lekkie w zastosowaniu do maszyn dają poza tym następujące korzyści: zaoszczędzenie kosztów wykonania modeli, oraz ich późniejszych zmian, większą odporność na pęknięcia, małe zużycie przez ścieranie, małe obciążenie stropów i fundamentów budynków.

*Maszyny rolnicze.* Lekkie profile z blachy oraz spawanie znajdują również i w budowie maszyn rolniczych coraz szersze zastosowanie.

*Lekkie profile stalowe.* Bardzo ważnym środkiem obniżenia ciężaru konstrukcji są we wszystkich dziedzinach coraz szerzej stosowane lekkie profile stalowe, zamiast dawnych ciężkich profilów walcowanych. Mają one jeszcze i tę ważną zaletę, że wymiary ich można łatwo dopasować każdorazowo do potrzeb konstrukcji. I tak np. walcowane na zimno lekkie profile ze stali specjalnych pozwalają na obniżenie ciężaru do 40% przy zachowaniu tej samej wytrzymałości. Należy tu również wymienić profile podwalcowane na gorąco, a później przeciągane lub walcowane na zimno. Przeciąganie zwiększa ich wytrzymałość i twardość powierzchniową o 20%. Uzyskuje się w ten sposób również metalicznie błyszczącą powierzchnię oraz ściśle utrzymanie wymiarów z tolerancją  $\pm 0,05$  mm. Ten system obróbki jest już przy obróbce 500 kg materiału tańszy niż struganie i frezowanie, a im dłuższe są elementy, tym opłacalność jego jest większa.

Oprócz znanych już w budownictwie profili lekkich z blachy taśmowej, która obecnie znajduje również zastosowanie w konstrukcjach maszyn, wymienić należy cały szereg innych typów profilów lekkich do najrozmaitszych celów budowlanych. Do ich wyrobu służą tzw. krawędziarki, które pokazano również na stoisku, wykazując bardzo nieskomplikowany sposób formowania profilu z blachy stalowej o szerokim zasięgu zastosowania. Dalej pokazano modele pustych dźwigarów, które stanowią przykłady najlepszego wykorzystania użytego materiału przy zastosowaniu spawania. Należy jeszcze wspomnieć o wystawionych na stoisku elementach prasowanych, które odgrywają również poważną rolę w rozwoju konstrukcji lekkich. Mogą one znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie chodzi o produkcję seryjną.

Zalety stalowego budownictwa lekkiego, w odniesieniu do wszelkiego rodzaju konstrukcji budowlanych, zobrazowane zostały przez cały szereg modeli wykonanych już ciekawszych konstrukcji stalowych, jak hale, hangary lotnicze i różnego rodzaju mosty, przy czym wykazano postępy techniczne i konstrukcyjne, uzyskane dzięki stosowaniu stali, jako wysokowartościowego i racjonalnie wyzyskanego tworzywa.

# PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

## ENERGETYKA

### Ulepszanie wody chłodzącej chlorem i związkami chloru

W ostatnich latach rozwinęło się dość szeroko ulepszanie wody chłodzącej (do skraplaczy) zapomocą traktowania jej chlorem i związkami chlorowymi, dzięki którym to domieszkom szlam pochodzenia organicznego daje się łatwo usunąć, nie zanieczyszczając rur skraplacza<sup>1)</sup>. Praktyka daje pewne wskazówki co do niezbędnego czasu działania chloru i co do właściwej częstotliwości tego zabiegu. Dane te są jednak b. rozbieżne. W niektórych wypadkach wystarczy chlorować wodę rzadziej niż raz na dobę. Czasem lepsze wyniki uzyskuje się przy stosowaniu określonej mieszanki chloru i amoniaku, zwłaszcza gdy woda jest bardziej zanieczyszczona. W każdym wypadku zaleca się przeprowadzenie wstępnych prób przed zainstalowaniem większego urządzenia do chlorowania.

Pewna elektrownia stosuje omawiany zabieg do szeregu swych skraplaczy codziennie w ciągu 30 minut. Ciekły chlor zakupywany jest w butlach po ok. 68 kg pojemności. Wprowadza się go przez odp. urządzenie dozujące kolejno do rur ssących poszczególnych pomp obiegowych, przy czym wystarczy 3 części Cl na milion części wody. Inna siłownia wprowadza do wody chłodzącej na przeciąg 1 godziny co noc roztwór NaClO. Ilość chloru waha się od 10 do 50 części na milion części wody. Gdy sam chlor nie wystarcza, stosuje się chloraminy, wytwarzane przez wprowadzanie po kolei 5 części podchlorynu wapnia i 1 części siarczanu amonu. Traktowanie wody chlorem trwa co dzień 30 minut, przy czym zaw. chloru wynosi 4 cz. na 1 mio cz. wody, potem zaś następuje doprowadzanie chloramin.

Inna jeszcze elektrownia stosuje wprowadzanie czystego chloru do wyłączzonego z ruchu skraplacza, po wytworzeniu w nim próżni, na przeciąg paru minut; oczywiście jednak prowadzi to do korozji.

W niektórych zakładach chloruje się wodę co godzinę przez 3 — 5 minut, lub np. co 3 godziny. Ciekły chlor jest wprowadzany wówczas przez specjalne urządzenie z mechanizmem zegarowym, odp. nastawionym. Przy rzadko wykonywanych zabiegach (raz na dobę) żadnych urządzeń mechanicznych nie potrzeba.

Chlor i chloraminy zabijają drobne organizmy zawarte w szlamie; grubszy szlam nieorganiczny i zabite drobno-ustroje muszą być usunięte mechanicznie. Aby uniknąć korozji, należy dbać o dobre przemieszanie z wodą domieszek, by nie powstawały miejscami większe ich stężenia. (Power 1938 r., str. 136).

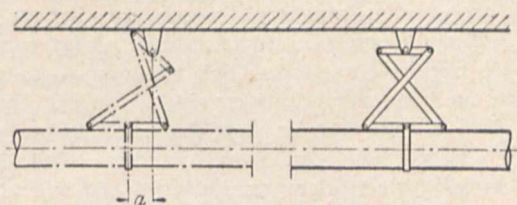
## KONSTRUKCJA

### Zawieszenie nożycowe rurociągów

Rurociągi podlegające przesunięciom, np. wskutek wydłużeń termicznych, muszą być tak umocowane, by miały swobodę wykonania żadanego ruchu. Stosowane często zawieszenie (wahadłowe) posiada tę wadę, że przy przesunięciu poziomym występuje również uniesienie rurociągu, co prowadzi łatwo do dodatkowych naprężeń. Usuwając tę wadę zawieszenie nożycowe, umożliwiające przesunięcia poziome bez równoczesnego przesunięcia pionowego. Urządzenie to, przedstawione schematycznie na

rys. 1, składa się z widlastego wieszaka, beleczki wahliwej i dwu niezależnych ściągów.

Sposób ten może być również stosowany do zawieszenia wszelkich urządzeń, mających wykonywać ruchy po-



Rys. 1. Zawieszenie nożycowe.  
a — przesunięcie poziome.

ziome, bez równoczesnych przesunięć pionowych, np. sita w urządzeniach przesiewowych. (Z. VDI 1938 r., zes. 16, str. 478).

S.

## METALoznawstwo

### Kruchość odpuszczania

W wielu publikowanych badaniach na temat kruchości odpuszczania, zwłaszcza stali chromowo-niklowych, dają się zauważyć pewne rozbieżności uzyskiwanych wyników oraz teorii wyprowadzanych na podstawie tych badań.

Autor zbadał ok. 200 różnych wytopów ze stali węglowych oraz stopowych. Pewne charakterystyczne cechy okazały się wspólne dla stali zawierających Cr, Mn, P, Si oraz Ni. Zostały one uznane jako wrażliwe (w różnym stopniu) na kruchość odpuszczania. Stale czyste węglowe oraz stopowe — zawierające wolfram, molibden, wanad, kobalt, miedź — zostały zakwalifikowane jako niewrażliwe na kruchość odpuszczania.

We wspomnianych badaniach autor wykonał cały szereg prób udarności walcowanych prętów należycie obrobionych termicznie. Próbkę były odpuszczane parami w temperaturze 400, 450... do 650 C w ciągu 10 godzin, po czym jedną próbkę z każdej pary studzono w wodzie, podczas gdy druga stygła powoli wraz z piecem z szybkością ok. 10°/min.

Typową postać krzywych kruchości odpuszczania podaje rys. 1. Udarność stali odpuszczanych powinna wzrastać w miarę wzrostu temperatury odpuszczania (krzywa A-B-D-F). Natomiast krzywa A-B-C-F obrazuje udarność stali czułych na kruchość odpuszczania w wypadku studzenia po odpuszczaniu w wodzie, a krzywa A-B-C-E — w wypadku kiedy próbki po odpuszczaniu studzono wolno (z piecem). Wielkość D-C autor określa jako kruchość odpuszczania „pierwotną“, zaś E-F — jako kruchość „wtórna“.

Cyfry otrzymane z opublikowanych przez autora krzywych podano w tabeli I.

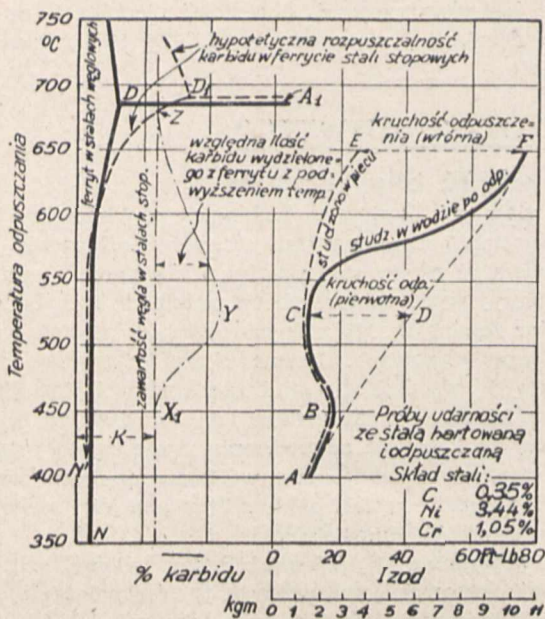
TABELA I.

Skład chemiczny stali	Kruchość odpuszczania (udarność wg Izoda w kgm)	
	pierwotna	wtórna
0,35 C; 3,0 Ni; 1,36 Cr . . . . .	3,2	7,6
0,35 C; 3,44 Ni; 1,05 Cr . . . . .	4,4	7,2
0,31 C; 3,03 Ni; 0,95 Cr . . . . .	2,9	6,35
0,27 C; 3,12 Ni; 0,51 Cr . . . . .	1,1	1,25
0,35 C; 1,04 Cr . . . . .	3,0	5,1
0,37 C; 1,50 Mn . . . . .	3,0	6,2
0,42 C; 0,1 P . . . . .	2,3	6,5
0,45 C; 3,5 Ni . . . . .	1,1	1,4
0,34 C; 3,04 Ni; 0,95 Cr; 0,29 Mo	1,9	0,55
0,38 C; 3,00 Ni; 1,37 Cr; 1,45 W .	1,5	1,1

<sup>1)</sup> Por. Przegł. Mech. 1937, zes. 1, str. 25.

Zjawisko kruchości odpuszczania stali niklowych nie jest pewne, aczkolwiek zostało stwierdzone we wspomnianych badaniach. Należy dodać, że stal niklowa użyta do tych badań była praktycznie wolna od innych składników stopowych. Można ją określić jako „lekką” wrażliwą na kruchość odpuszczania.

Przy kruchości pierwotnej daje się zaobserwować z początku nieznaczny wzrost twardości. Nie znaleziono jednak żadnych zmian twardości, któreby towarzyszyły zjawisku „wstępnej” kruchości odpuszczania, nawet w stalach chromowo-niklowych, które — jak wiadomo — są bardzo wrażliwe na kruchość odpuszczania. Zjawisko to zdaje się zależeć od wydzielania węglików, co znów jest w związku z procentową zawartością chromu (ściśle  $Fe_3C$  z Cr lub innym składnikiem, znajdującym się w roztworze stałym). Kruchość odpuszczania stwierdzono w pierwszych 4-ch stalach wymienionych w tabeli I.



Rys. 1. Wykres kruchości odpuszczania.

Autor stawia następującą hipotezę: stal zahartowana składa się z dwóch faz, określanych zwykle jako ferryt i węglík. W stalach hartowanych ferryt jest przesycony węglíkami, które zaczynają się wydzielać w temperaturze ok. 450 C, kiedy powstanie dostateczna ruchliwość atomów, pozwalająca naruszyć stan równowagi (metastalej). W temperaturze odpuszczania ok. 525 C już wszystkie węglíki zostają wydzielone z przesyconego roztworu. Temperatura wyższa (niż 525 C) sprawia, że pewna ilość węglíków zostaje z powrotem rozpuszczona, przy tym ilość ta jest tym większa, im bardziej przekroczymy 525 C. Rozpuszczalność węglíków charakteryzuje hipotetyczna linia  $D_1, N_1$ . Krzywa  $X_1-Y-Z$  wskazuje zależność ilości wydzielonych węglíków  $K\%$  od temperatury w stalach stopowych. Wydzielanie się tych węglíków w zakresie temperatury 450 — 525 C odpowiada kruchości „pierwotnej”, i tu sposób chłodzenia po odpuszczaniu nie ma wpływu. Rozpuszczalność węglíków w ferrytycie w temperaturze pokojowej jest bardzo mała i nie zmienia się w zakresie niskich temperatur. W temperaturach tych i ruchliwość atomowa jest mała. Ilość węglíków, zatrzymanych w roztworze w temperaturze pokojowej po odpuszczeniu w temp. 525 C, zależy od szybkości chłodzenia. Szybkie studzenie od temperatury odpuszczania zatrzymuje całą ilość karbidu (patrz  $N-D$  na rys. 1). Coraz to wyższe odpusz-

czanie po hartowaniu sprawia, że coraz mniejsza ilość węglíka wydzieliła się i w rezultacie ciągliwość stali wzrasta. Jeżeli studzenie po odpuszczaniu jest dostatecznie powolne, węglíki zaobserwowane w temp. powyżej 525 C zostają następnie wydzielone z powrotem, jak tego wymagają wzajemne stosunki rozpuszczalności, i w rezultacie stal taka będzie posiadać maksimum wydzielonych węglíków i minimum ciągliwości.

Próbki z hartowanej stali chromowo-niklowej, studzone w wodzie, po długim odpuszczaniu w temp. 650 C, potwierdziły hipotezę autora. Podczas gdy w stanie ciągliwości (posiadały wówczas maksimum rozpuszczonych węglíków) uzyskana udarność wynosiła ok. 10,8 kgm, po ponownym odpuszczaniu w temp. 525 C udarność wynosiła zaledwie ok. 2,7 kgm i niżej, bez względu na to, jak były studzone po odpuszczaniu. Próbki natomiast odpuszczane w temp. 650 C i studzone w wodzie, odzyskiwały dawną ciągliwość, podczas gdy studzone wraz z piecem były kruche. Eksperyment ten pozwala zorientować się, jak ponowne odpuszczanie czyni stal wrażliwą na kruchość odpuszczania.

Stale węglowe nie są wrażliwe na kruchość odpuszczania, ponieważ  $Fe_3C$  wydzieliła się z martenzytu już w temp. ok. 300 C. Dalej — rozpuszczalność  $Fe_3C$  w ferrytycie jest bardzo mała, nawet w temperaturze  $A_1$ , wynosi zaledwie 0,03% (krzywa  $D-N$  na rys. 1). Węglíki w innych stalach niewrażliwych na kruchość odpuszczania posiadają ten sam charakter.

Dodatek wolframu lub molibdenu pozbawia stal kruchości odpuszczania (patrz tab. I). Autor dopatruje się powodu tej zmiany w zmianie natury węglíków istniejących w stali. Zasadniczo należy obserwować przy odpuszczaniu stali raczej kruchość wtórną. Dla tej kruchości zmienna rozpuszczalność węglíków istnieje poniżej  $A_{c1}$ , jak wynika to z badań nad odp. stalami. Stale chromowe, manganowe i fosforowe, po odpuszczaniu w 650 C i studzeniu w wodzie, zyskują zaledwie udarność około 1,3 km. (*Metall Progres* 1937 r. zesz. 2, str. 155, 214, 218).

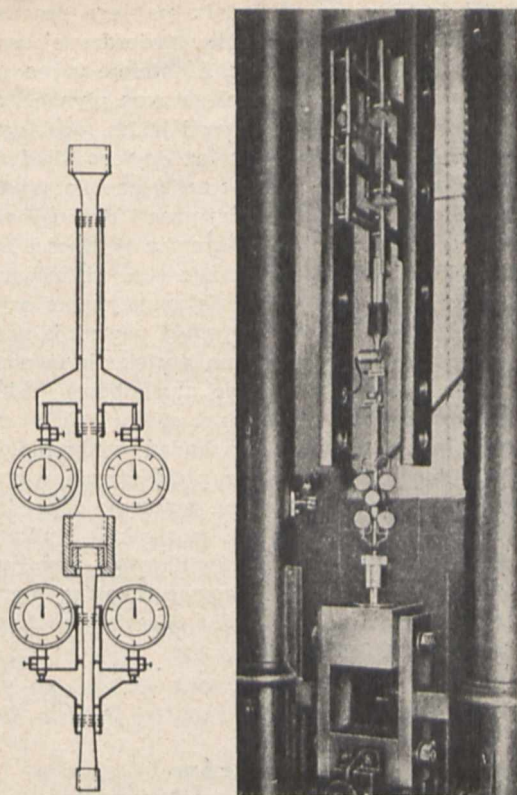
E. M.

### Wpływ sposobu obciążania i sprężynowania maszyny probierczej na pomiar granicy płynności podczas rozciągania

1. Sprawozdanie z badań E. Siebela i S. Schwaigera.

Autorzy powołują się na pracę G. Weltera (*Metallwirtschaft* 14 (1935), str. 1043), w której przypisuje on tylko typowi maszyny probierczej spadek obciążenia po przekroczeniu granicy płynności. G. Welter twierdzi, że górna i dolna granica płynności występują tylko w przypadku badania na sztywnej maszynie, natomiast w przypadku stałego bezpośredniego obciążania szybkość odkształcania niemal nie ulega zmianie po przekroczeniu granicy płynności. W. Späth (*Archiv für des Eisenhüttenwesen* 9 (1935/6), str. 277/83) sądzi, że położenie dolnej granicy płynności zależy w znacznym stopniu od sprężynowania maszyny, jakkolwiek zaznacza, że sprężynowanie maszyny może wywierać wpływ na sposób opadania obciążenia, ale nie na wielkość minimum, do jakiego obciążenie spada. Praca autorów miała na celu wyjaśnienie i utrwalenie poglądów na granicę płynności. Autorzy zastosowali do badań zrywarkę o obciążeniu śrubowym. W maszynę założyli w szereg pod sobą dwie próbki  $\varnothing 11$  mm (rys. 1) i dynamometr sprężynowy w postaci czysto-sprężyste obciążonego pręta. Odkształcenia obu próbek





Rys. 1. Zrywarka śrubowa, użyta w doświadczeniach Siebela i Schweigerera.

przenoszono na czujniki, powiększając odkształcenie próbek 100-krotnie, a dynamometru 1000 krotnie. Dynamometr maszyny wyłączono, natomiast górny uchwyt wyposażono w zawieszenie sprężyste, które dawało możliwość zmiany sprężynowania w szerokich granicach. Ze względu na b. szybkie zmiany, zachodzące podczas płynięcia, trzeba było stan wskazań czujników i równocześnie stopera filmować z szybkością 12 zdjęć na sekundę, a ze zdjęć ustalać przebieg wykresu. Badania przeprowadzono na stali o 0,09% C o wytrzymałości 42 kg/mm<sup>2</sup>, górnej granicy płynności 38 kg/mm<sup>2</sup>, dolnej 32 kg/mm<sup>2</sup>. Stal miała wyjątkowo duży zakres płynięcia i dopiero po wydłużeniu się o 4 — 5% następował wzrost obciążenia. Szybkość posuwu śruby była stała i wynosiła 0,028 mm/sek. Sprężynowanie maszyny było zmienne i było 6,3, 38 lub 63 razy większe od sprężynowania próbki. Im większe było sprężynowanie, tym wolniej rozciągała się próbka, ale wielkość górnej i dolnej granicy sprężystości były zawsze niemal jednakowe, co autorzy przypisują b. małemu posuwowi śruby maszyny. Podczas spadku obciążenia zaobserwowano bardzo szybkie wydłużanie się próbki, dochodzące do 1%/sek. Gdy autorzy zwiększyli sprężynowanie maszyny 134-krotnie w stosunku do sprężynowania próbki, przekonali się, że podczas powolnego rozciągania osiąga się mniejszą wartość górnej granicy płynności, zaś podczas szybkiego normalną, ale przez szybkie rozciąganie osiąga się też i podniesienie dolnej granicy płynności. Badając próbkę z poprzecznymi otworkami, autorzy stwierdzili, że nie ma zmian obciążenia od chwili początku płynięcia, a szybkość płynięcia ustala się b. szybko do szybkości wrzeczona, tuż po przekroczeniu granicy płynności. Ponieważ w pracy G. Weltera również po osiągnięciu granicy płynności szybkości odkształcania nie zwiększała się, autorzy sądzą, że z jakiegoś powodu obniżono górną granicę płynności. Lekkie zginanie w maszynie może być np. powodem zaniku widoczności pły-

nięcia. Badając wpływ szybkości rozciągania na sztywnej maszynie autorzy stwierdzili przy szybkości 5,7 kg/mm<sup>2</sup> wzrost górnej granicy płynności z 38 na 42 kg/mm<sup>2</sup>, a dolnej granicy z 32 na 33 kg/mm<sup>2</sup>. W przypadku szybkości 0,35 kg/mm<sup>2</sup> rozciągano próbkę do osiągnięcia ok. 0,2 — 0,3% wydłużenia po osiągnięciu górnej granicy płynności, po czym maszynę unieruchomiono na czas płynięcia, osiągając dolną granicę płynności 30 kg/mm<sup>2</sup>, górną 38 kg/mm<sup>2</sup>. Autorzy wyciągają ze swych prób wniosek, że górna i dolna granica płynności istnieje, ale — by ją móc zmierzyć bez zarzutu — należy stosować powolne rozrywanie na sztywnych maszynach.

## 2. Sprawozdanie A. Krischa.

Autor zastosował do pomiarów obciążenia dynamometr pierścieniowy, na którym zawiesił kondensator w pierścieniu sprężynującym. Za kondensatorem zawieszono próbkę z ekstensometrem, a na próbce naczynie na wodę. Przez odsuwanie się od siebie płytek kondensatora zmienia się jego pojemność, powodując przepływ prądu zależny od siły działającej, a notowany przez oscylograf. Ekstensometr sterował za pośrednictwem fotokomórki drugi kierunek ruchu oscylografu. Czas wykresiano przez przyłączenie oscylografu do sieci prądu zmiennego o 50 okr/sek. Dynamometr pierścieniowy (Waren) służył do sprawdzania dynamometru elektrycznego i do wykazywania chwilowego obciążenia przed wywołaniem błon z oscylografu. Okazało się, że oscylograf notował stały i proporcjonalny do czasu wzrost obciążenia na skutek napełniania naczynia wodą, ale przebieg wydłużenia nie był ciągły, lecz po osiągnięciu granicy płynności przez pewien czas szybkość płynięcia (ok. 1 sek trwania) była bardzo znaczna. Ponieważ zjawisko trwa krótko, przeto odczyty G. Weltera co 10 sek. nie mogły zjawiska uchwycić. Następną serię doświadczeń przeprowadził autor na zrywance z napędem śrubowym, ustawiając na niej dynamometr elektryczny i ekstensometr, sterujące oscylograf. Wykresy odpowiadały w tym przypadku normalnie otrzymywanym. Następnie autor włączył pomiędzy górny uchwyt maszyny a dynamometr elektryczny resory kolejowe, naprężone tak, że do 750 kg nie ugięły się, a następnie na każde 100 kg obciążenia ugięły się o 3,5 mm. Wymiary próbki dobrano tak, by do 750 kg nie przekroczyć granicy sprężystości. Podczas badania okazało się, że resor zgiął nieco próbkę. Przed stwierdzeniem faktu otrzymano wyniki takie, jak G. Welter, to znaczy granica górna znikła, gdy jednak przed rozciąganiem ustawiono próbkę dokładnie w osi śruby za pomocą sprawdzania aparatem Martensa podczas sprężystego odkształcania, stwierdzono, że występuje górna i dolna granica sprężystości, co ujawniło się gwałtownym wzrostem wydłużenia po osiągnięciu granicy płynności i spadkiem obciążenia. Wykres był coprawda zniekształcony przez działanie sprężyny, która w chwili początku płynięcia oddawała energię zakumulowaną podczas obciążania do górnej granicy płynności. Autor dochodzi do wniosku, że jednostronne badanie wydłużeń, jakie zastosował G. Welter, a przy tym spiralna sprężyna i duże odstępy czasu, które zastosowano, jako przerwy pomiędzy pomiarami, doprowadziły do błędnych wniosków na temat nie istnienia górnej i dolnej granicy płynności.

## 3. Sprawozdanie H. Essera.

Autor zastosował do tych prób maszynę śrubową i specjalne urządzenie dźwigniowe do obciążenia próbki wodą. Do mierzenia sił zastosowano włączoną w szereg próbkę, sprężystość obciążoną, z aparatem Martensa. W pró-

bach obciążania próbki wodą zastosowano pod zbiornikiem dodatkowy ciężarek, który można było momentalnie odczepić, gdyż wisiał on na cienkim druciku, włączonym w sieć silnego prądu. Przez włączenie prądu drucik przepalał się, uwalniając ciężarek, a równocześnie zamykał się dopływ wody. Autor stwierdził, że podczas ciągłego obciążania wodą, po osiągnięciu granicy płynności, materiał b. szybko się wydłuża; na maszynie do rozrywania to szybkie wydłużanie się powoduje spadek obciążenia. Autor stwierdza, że podczas bezpośredniego obciążania próbki szybkość odkształcania jest większa, niż w maszynie do rozrywania, zaprzecza zatem wnioskowi G. Weltera, podkreślając, że z pomiarów Weltera można wyprowadzić wnioski zgodne z tymi, jakie autor wyciągnął ze swoich badań. Drugą serię badań przeprowadził autor, odciażając próbkę po osiągnięciu granicy płynności pod bezpośrednim obciążeniem, o 1 do 5 kg/mm<sup>2</sup>. Przy tej sposobności autor stwierdził, że pomimo zmniejszenia obciążenia następuje dalsze płynięcie, przy czym wielkość wydłużenia utrzymuje się niemal stała. Jeżeli obciążenie przekroczy wartość dolnej granicy płynności, płynięcie przerywa się i rozpoczyna się na nowo, gdy obciąży się próbkę z powrotem do wartości dolnej granicy płynności. Jak z tego wynika, zaprzeczenie istnienia dolnej i górnej granicy płynności nie było słuszne.

Dyskusję wymienionych referatów przeprowadzono po referacie: Wpływ zgięcia w uchwycie na kształt wykresu „napężenie - wydłużenie“ podczas próby rozciągania. (F. Übel). W związku z zaprzeczeniem istnienia górnej i dolnej granicy płynności przez G. Weltera, autor przypomina pracę F. Rinagela, w której stwierdzono, że na skutek nierównomiernego rozkładu naprężeń podczas próby przez zginanie górna granica płynności zanika. Autor stwierdza, że podczas próby przez rozciąganie występują dodatkowe naprężenia gnące, jeżeli oś próbki jest równoległa do siły rozciągającej, ale siła działa mimośrodowo. Autor poddaje dyskusji analitycznej krzywe rozrywania i dochodzi do wniosku, że w miarę wzrostu naprężeń gnących górna granica obniża się i może nawet całkowicie zaniknąć; podobnie zresztą gięcie może wpłynąć na błędną ocenę granicy proporcjonalności i sprężystości. Wielkość naprężeń gnących należy sprawdzać przez pomiary czterema ekstensometrami, ustawionymi co 90° na obwodzie próbki. Znając wielkość naprężeń gnących, można z obliczonego przez autora nomogramu obliczyć prawdziwą wielkość górnej granicy płynności.

G. Welter zaznaczył w dyskusji, że spostrzeżenia jego co do wpływu sprężynowania maszyny na wygląd wykresu rozrywania potwierdziły się. Co do zarzutu gięcia próbki, to wpływ gięcia był mu znany i starał się tego wpływu uniknąć przez kuliste uchwyty; (maszyna 5-ta Amslera ma jednak wahliwą górną głowicę). Doświadczenia H. Essera uważa G. Welter za niewystarczający dowód istnienia dolnej granicy płynności, gdyż nie pomierzono zmian szybkości wydłużania się. Z różnic zachowania się świeżo hartowanego duraluminu, którego odkształcenia (przebiegające skokami) notują nawet największe maszyny, i stali, wyciąga G. Welter wniosek, że stal nie ma jednak dolnej granicy płynności. Z tego powodu sądzi, że zrywarki powinny być budowane w ten sposób, żeby szybsze płynięcie materiału nie powodowało zmian we wskazaniu obciążenia.

W. Holtmann stwierdza, na podstawie porównania wyników normalnego rozrywania z wynikami prób z ekstensometrami, które wykonywano z różnymi szybkościami, że przekroczenie granicy płynności i odciażenie

stali powoduje płynięcie materiału po jego powtórny obciążeniu już poniżej uprzednio stwierdzonej granicy płynności. Wyciąga stąd wniosek, że istnieje górna granica płynności, przy której materiał zaczyna płynąć i dolna granica płynności, tj. obciążenie, pod jakim przebiega raz zapoczątkowany proces płynięcia, aż do jego ukończenia.

Podkomisja prób na rozciąganie wysunęła na podstawie przytoczonych wyżej prac i dyskusji następujące rezolucje: Górna i dolna granica płynności istnieją, jakkolwiek gwałtowne odciażenie stali po osiągnięciu górnej granicy płynności powoduje zmniejszenie szybkości płynięcia. Dodatkowe zgięcia próbki powodują zmniejszenie górnej granicy płynności na skutek nierównomiernego rozkładu naprężeń. Kulowe przegubowe uchwyty próbek nie wystarczają, by zapobiec gięciu. Bardzo miękkie maszyny nie nadają się do badań wytrzymałościowych, gdyż dają fałszywy obraz plastycznych właściwości materiału. Dotychczas budowane maszyny odpowiadają celowi i nie należy zmieniać ich konstrukcji. Tylko podczas powolnego obciążania i prawidłowego umocowania próbki można bezbłędnie obserwować przebieg płynięcia stali b. miękkiej. (Archiv für das Eisenhüttenwesen 11 (1937/8), zes. 7, str. 319/336).

K.

## SPAWANIE

### **Porównanie dwóch statków o pokryciu spawanym i nitowanym**

W Instytucie badawczym budowy okrętów w Hamburgu zostało przeprowadzone interesujące porównanie zapotrzebowania mocy przez dwa — zupełnie identyczne pod względem kształtu — statki rybackie, z których jeden miał pokrycie zewnętrzne nitowane, a drugi spawane. Statki miały długości 48 m, szerokości 8,10 m, zanurzenie 4,5 m. Przy porównywaniu uwzględniony został wpływ wiatru, temperatury wody oraz użyta została ta sama śruba do napędu.

W wyniku otrzymano 7 — 9% większe zapotrzebowanie mocy dla statku o pokryciu nitowanym, przy szybkości 12 węzłów; przy mniejszej szybkości różnica ta również nieco się zmniejszyła. (Z. VDI 1938 r., zes. 16, str. 464).

## TECHNIKA WARSZTATOWA

### **Zasady elektrycznego sterowania obrabiarek**

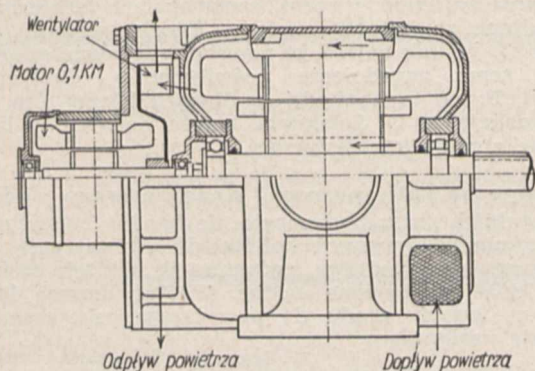
W ostatnich latach dzięki stosowaniu większych szybkości skrawania, użyteczny czas obróbki znacznie zmniejszył się; zmusza to do zmniejszenia również czasu nieużytecznego przez uproszczenie i scentralizowanie obsługi. Szerokie zastosowanie znalazło sterowanie hydrauliczne, a w ostatnich czasach intensywna elektryfikacja obrabiarek. Dzięki elektryfikacji, mechaniczna konstrukcja czasem może być znacznie uproszczona, należy jednak przestrzegać, aby elektryczne urządzenie nie wypadło z nadto skomplikowane, co wpłynęłoby na pewność obsługi.

Elektryczne urządzenia można podzielić na trzy grupy: 1) silniki i elektromagnesy, 2) przełączniki główne, ręczne lub automatyczne, 3) urządzenia kontrolne dla przełączenia pomocniczych obwodów: guzikowe urządzenia, przełączniki krańcowe lub czasowe, wyzwalacze, t. j. urządzenia do sterowania przełączników automatycznych. Doświadczenia ostatnich lat wykazują, że elektryczne silniki z powodzeniem mogą być stosowane dla włączania i wyłączania napędu, jak również do zmiany kierunku

ku ruchu bez stosowania sprzęgieł i hamulców mechanicznych. Należy jednak pamiętać, że przy hamowaniu przeciwprądem wytwarza się ciepło 3 razy większe niż przy rozruchu. Nie należy więc stosować tego systemu w maszynach, wymagających częstego zatrzymywania; wtedy lepiej stosować hamulce mechaniczne ręczne lub automatyczne. Silniki mogą być używane w wykonaniu normalnym, nawet przy stosunkowo dużej ilości przełączeń na godzinę. W podanej niżej tabeli podana jest ilość dopuszczalnych przełączeń.

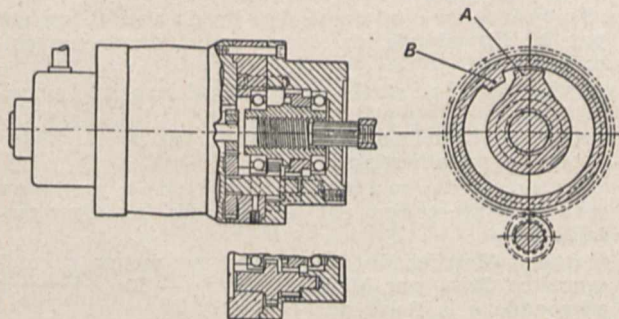
Ilość przełączeń kierunku obrotów silnika na godz.	Moc silnika KM		
	w wykonaniu normalnym	ze zwiększ. moment. rozr.	z niezależną wentylacją
200	do 7,5	do 20	do 30
500	„ 2	„ 10	„ 15
1 200	„ 1	„ 4	„ 7,5

Temperatura silnika nie powinna przekraczać granicy dopuszczalnej, t. j. 60° C ponad temp. powietrza. Przy ilości przełączeń ponad 800 na godzinę poleca się stosować silniki z niezależną wentylacją. Rys. 1 przedstawia przekrój takiego silnika; wentylator napędzany jest oddzielnym małym silniczek wbudowanym w kadłub, o mocy 1/10 KM. Silnik tej konstrukcji dopuszcza już 1600 przełączeń na godz., przy czym temperatura uzwojeń nie podnosi się ponad 55° C.



Rys. 1. Przekrój silnika z niezależną wentylacją.

Silniki elektryczne są stosowane również do włączania i wyłączania urządzeń zaciskowych i hamulców. Rys. 2. przedstawia silnik tego rodzaju z wbudowaną przekładnią redukcyjną i sprzęgłem jednozębnym. Sprzęgło to służy do otrzymania siły potrzebnej dla zluźnienia zacisku. W chwili zwrotu, silnik wykona prawie cały obrót, aż ząb A uderzy w ząb B; w tym czasie wirnik nabie-

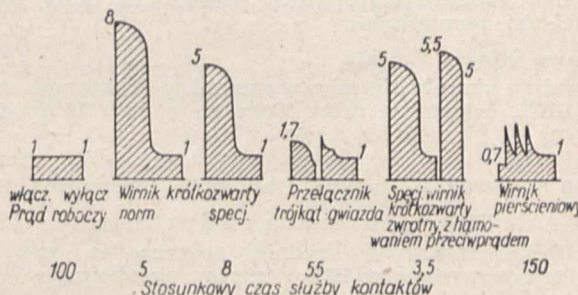


Rys. 2. Specjalny silnik do urządzeń zaciskowych i do hamulców.

ra prawie pełnej szybkości, a jego masa działa jako młotek. Motory tejże konstrukcji stosują się dla włączania hamulców mechanicznych, taśmowych lub szcękowych, a także włączania ciężkich sprzęgieł. Są to silniki spe-

cialnej konstrukcji, mogące zostawać pod prądem po zatrzymaniu się wirnika.

Dla obsługi mechanizmów, w których długość suwu roboczego jest niewielka (10 do 30 mm), stosuje się elektromagnesy rozmaitej konstrukcji. Używane też są wentyle hydrauliczne, włączane elektromagnetycznie. System ten wykazuje duże zalety przy sterowaniu automatycznym, np. za pomocą przyrządów mierniczych.



Rys. 3. Wykresy wielkości prądów rozruchowych.

Rys. 3 przedstawia wielkości prądów rozruchu przy różnych typach silników: krótkozwarty normalny, krótkozwarty o uzwojeniu specjalnym, krótkozwarty z przełącznikiem trójkąt-gwiazda, krótkozwarty zwrotny z hamowaniem przeciwprądem oraz pierścieniowy. Z wykresów widać, że najkorzystniejsze warunki rozruchu daje silnik krótkozwarty włączany przełącznikiem trójkąt-gwiazda. Liczby pod diagramem wskazują czas służby kontaktów, o ile obliczone są one na prąd roboczy (100%). Jako wyłączniki poleca się używać automatyczne przełączniki z urządzeniem guzikowym; przełączniki ręczne mogą być stosowane w wypadkach niewielkiej częstości przełączeń. (Machinery, Lond., 6.I.1938 r., str. 421).

S. J.

## BIBLIOGRAFIA

**Maszyny elektryczne.** Cz. II. Silniki asynchroniczne. F i u c z e k M. Biblioteka Wiedzy Zawodowej 2. Państwowe Wydawnictwo Książek Szkolnych. Lwów 1937 r. Str. 99+3 nlb. Cena zł 1,35.

Książeczka ta, stanowiąca część drugą wydanej poprzednio pracy autora o maszynach elektrycznych (Maszyny elektryczne prądu stałego. PWKS 1937) jest zbiorem szeregu wskazówek praktycznych z zakresu budowy i naprawy silników asynchronicznych. Ma ona na celu ułatwienie rzemieślnikowi wykonania drobnych napraw silników prądu zmiennego szczególnie tam, gdzie o pomoc fachową jest trudno.

Aby nie zatracić praktycznego charakteru książki, autor ograniczył do minimum wszelkie rozważania teoretyczne.

Metody podane w pracy odbiegają od metod fabrycznych i są możliwie przystosowane do wykonywania napraw w małych warsztatach.

Książka stanowi tom II pożytecznej Biblioteki Wiedzy Zawodowej, wydawanej przez Państwowe Wydawnictwo pod redakcją Towarzystwa Oświaty Zawodowej w Warszawie.

**Spawacz.** dwumiesięcznik, wydawnictwo Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Warszawa, Zgoda 10, format A 5, prenumerata roczna 2 zł.

Ukazał się pierwszy zeszyt czasopisma „Spawacz”, przeznaczanego dla spawaczy i majstrów spawalniczych. Czasopismo to, poświęcone spawaniu elektrycznemu i acetylenowemu, ma za zadanie dokształcanie spawaczy i niższego nadzoru technicznego.

O nadzwyczajnym rozwoju spawania w przemyśle polskim świadczy wzrost ilości spawaczy, których przed 10

laty było w Polsce około 500, a obecnie liczba ich wynosi ok. 8.000. Ponieważ w żadnej może gałęzi techniki postęp nie idzie tak szybkim krokiem, jak w spawalnictwie, konieczność doksztalcania spawaczy jest zagadnieniem jeszcze bardziej palącym niż doksztalcanie rzemieślników w innych zawodach; dlatego zjawienie się tego czasopisma należy powitać z uznaniem i życzyć mu jak największego rozwoju.

Obfita treść (40 str. druku), liczne ilustracje i estetyczny wygląd czasopisma oraz niska cena prenumeraty (2 zł rocznej) zapewni niewątpliwie czasopismu duży popyt wśród sfer rzemieślników.

**Nowe Normy Polskie**

Ostatnio ukazały się między innymi w druku nast. normy PKN, uchwalone przez Komitet w dniu 16 grudnia 1937 r.:

Budownictwo.	Cena zł.
B-190 Konstrukcje stalowe. Obliczenie. (Broszura)	1,50
Układ tolerancyj średnic.	
N-1 Układ tolerancyj średnic. (Norma ta zastępuje wydane w 1929 r. normy układu pasowań średnic N-701 do 790). (Broszura)	9,—

**Technika warsztatowa.**

**Narzędzia rzemieślnicze:**

Strugi (wiórniki), wycinaki, szydła, ryśnik, przebijaki, dłuta stolarskie i ciesielskie, punktaki, nastawniki, trzonki do dłuł itd. . . . . po 0,50

Normy powyższe są do nabycia w Biurze Polskiego Komitetu normalizacyjnego, Warszawa 12, Rakowiecka 4.

**KRONIKA**

**Hutnictwo polskie w r. 1937**

Wytwórczość hutnictwa polskiego w r. 1937 przedstawiała się, w porównaniu z r. 1936, następująco (wg *Polski Gosp.* 1938, zes. 3, str. 100):

	1936 r.	1937 r.	Przyrost
Surówka . . . . .	584 381 t	723 836 t	25,6%
Stal . . . . .	1 144 543 „	1 450 005 „	26,7%
Wyroby walcown. . . . .	826 075 „	1 052 339 „	26,2%
Rury żelazne i stal. . . . .	61 422 „	96 375 „	56,9%

**Rekord długości lotu**

29 marca r.b. lotnik niemiecki Werner v. Engel wykonał lot o długości 5278 mil, czyli ok. 8500 km, bez lądowania. Samolot Dornier DO-18 o dwóch silnikach Junkersa napędzanych ropą, został wypuszczony za pomocą katapulty ze statku zakotwiczzonego w porcie angielskim Dartmouth, a po 43 godz. lotu wylądował w Caravelas w Brazylii z załogą złożoną z 4-ch osób.

**TREŚĆ:**

- Co powinien wiedzieć inżynier mechanik o odlewnictwie, nap. inż. K. Gierdziejewski.
- Produkcja spirytusu napędowego, nap. dr inż. L. Kowalczyk.
- Najnowsze zdobycze wyrobu i stosowania lekkich stopów walcowniczych, nap. inż. J. Meier.
- Zycie lufy armatniej — a materiał stalowy (dok.), nap. inż. met. A. Aścik.
- Dział sprawozdawczy.
  - Pomiary kół zębatych mikromierzem Zeiss'a, nap. technolog-mech. R. Giełazyn.
  - Hutnictwo stalowe na Targach Lipskich.
- Przegląd czasopism technicznych.
- Bibliografia.
- Kronika.

**SOMMAIRE:**

- Sur l'enseignement des ingénieurs à la science de fonderie, par M. K. Gierdziejewski, ingénieur métallurgiste.
- Production de l'alcool deshydraté (à suivre), par M. Kowalczyk, dr. ès sc. techn., ingénieur chimiste.
- Progrès réalisés récemment dans la fabrication et application des alliages légers de laminage (à suivre), par M. J. Meier, ingénieur métallurgiste.
- L'influence du matériel du canon sur son usage (suite et fin), par M. A. Aścik, ingénieur métallurgiste.
- Variétés: Mesures des engrenages au moyen du micromètre Zeiss, par M. R. Giełazyn. — La sidérurgie allemande à la Foire de Leipzig.
- Revue documentaire.
- Bibliographie.
- Chronique.

**Stan angielskich zbrojeń powietrznych**

*Luftwehr* (1938 r. zes. 2) podaje za *Interavią* obecny stan angielskich zbrojeń powietrznych w porównaniu z r. 1935.

	Stycz. 1935	Stycz. 1938
<b>Siły powietrzne główne:</b>		
Samoloty myśliwskie . . . . .	168	420
„ bombowe . . . . .	328	840
„ współdziałania . . . . .	60	120
Lodzie latające i samoloty rozpoznania przybrzeżnego . . . . .	16	162
	572	1 542
<b>Siły powietrzne zamorskie:</b>		
Aden . . . . .	12	12
Bliski Wschód . . . . .	60	52
Indie . . . . .	96	96
Irak . . . . .	51	52
Malta . . . . .	6	4
Palestyna . . . . .	12	24
Daleki Wschód . . . . .	28	32
	265	272
Samoloty należące do floty . . . . .	165	217
Stan całkowity . . . . .	1002	2031

W 1935 r. stan liczebny załogi wynosił w lotnictwie 31 500 oficerów i żołnierzy, a w przemyśle lotniczym pracowało 22 500 ludzi; cyfry obecne wynoszą odpowiednio 65 000 oraz ponad 63 000. Całkowita ilość pilotów wynosi obecnie 3 186 ludzi.

**Rozwój badań fotoelastyczności**

Badania naprężeń w rozm. konstrukcjach technicznych, prowadzone za pomocą metody fotoelastyczności, rozwinięły się już tak dalece, że powstało niedawno specjalne pismo. temu zagadnieniu poświęcone — *Photoelastic Journal*. Pismo to wychodzi w Stanach Zjedn. Am. Płn. pod redakcją A. G. Solakiana, autora licznych badań w zakresie analizy fotoelastycznej.

**Elektryczne kotły parowe i podgrzewacze wody**

W ostatnich czasach wzmogło się bardzo zastosowanie elektrycznych ogrzewanych kotłów, do wytwarzania pary i do ogrzewania wodnego, zwłaszcza w krajach posiadających duże elektrownie wodne. Według danych IMEA z 1937 r. zużycie prądu do powyższego celu przedstawiało się następująco:

	W. Brytania	Szwajcaria	Włochy
Ogrzewanie . . . . . kW	90 000	54 000	67 000
Para dla przemysłu wytwarzana elektr. . . . . kW	8 000	120 000	208 000

Urządzeń takich dostarczają firmy: General Electric Co., Sulzer, Brown Boveri i in. (*Steam Eng.* 1938, zes. 76, str. 154).

# SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ NATIONAL POLONAIS DE LA CONFÉRENCE MONDIALE DE L'ÉNERGIE

Tom XII

WARSZAWA • W MAJU • 1938 ROKU

Nr. 1

## TREŚĆ:

W sprawie inwestycji energetycznych opartych na gazie ziemnym, nap. inż. J. Wójcicki.

Projekt gazyfikacji Polski gazem ziemnym (w zarysie) nap. inż. J. Malecki i inż. J. Wójcicki przy współudziale inż. Cz. Swierczewskiego.

Sily wodne Polski jako źródło elektryfikacji, nap. inż. M. Altenberg.

Zasoby sil wodnych w centrum kraju, nap. prof. K. Pomianowski i inż. H. Herbich.

Zakład wodno-elektryczny na Wiśle pod Bielanami, streszczenie projektu opracowanego przez prof. K. Pomianowskiego, inż. H. Herbicha i inż. Z. Żmigrodzkiego.

Tezy Komisji Gazyfikacyjnej PKEn w sprawie gazyfikacji.

Sprawozdania z posiedzeń.

## SOMMAIRE:

Les aménagements énergétiques fondés sur le gaz naturel, par J. Wójcicki, ingénieur.

Avant-projet de l'alimentation de la Pologne en gaz naturel, par J. Malecki, J. Wójcicki, et Cz. Swierczewski, ingénieurs.

Le rôle des forces hydrauliques dans l'électrification de la Pologne, par M. Altenberg, ingénieur.

Les forces hydrauliques au centre du pays, par K. Pomianowski, professeur à l'École Polytechnique de Varsovie et H. Herbich, ingénieur.

Usine hydro-électrique sur la Vistule près Varsovie, par K. Pomianowski, professeur à l'École Polytechnique de Varsovie, H. Herbich et Z. Żmigrodzki ingénieurs.

Thèses de la Commission de la gazéification du Comité National Polonais sur la gazéification.

Comptes-rendus des séances.

## Od Wydawnictwa

Ostatni zeszyt „Sprawozdań i Prac Polskiego Komitetu Energetycznego” z ubiegłego roku zawierał prace Komisji Węglowej PKEn poświęcone zagadnieniom ogólno-krajowej gospodarki opalowej. Na zeszyt obecny — i kilka następnych — składają się prace Komisji Gazyfikacyjnej, Naftowo-Gazowej, Wodnej, Toru i DREWNA i Gospodarki elektrycznej, wykonane w ciągu ubiegłego roku, których celem jest pogłębienie studiów nad programem energetycznym kraju.

## W sprawie inwestycji energetycznych, opartych na gazie ziemnym\*)

Inż. J. Wójcicki

1. **B**UDOWA i jej kolejność najpotrzebniejszych i najkorzystniejszych elektrowni na gazie ziemnym, jako środek techniczny łagodzący trudności w dostarczeniu węgla do poszczególnych okręgów państwa dla celów energetycznych i opalowych.

Pomimo projektu doprowadzenia gazu ziemnego do okręgu kielecko-radomskiego i możliwości przejścia na gaz ziemny w elektrowniach tam położonych, wydaje się konieczna budowa jednej elektrowni na terenie Przedgórze, odpowiadającej całkowicie wymaganiom obrony przeciwlotniczej. Odpowiednim miejscem dla niej jest okolica Rzeszowa, nad Wisłokiem: 1) ze względu na trasę projektowanych gazociągów, 2) ze względu na wodę potrzebną dla elektrowni, 3) ze względu

na projekt uprzemysłowienia okręgu rzeszowskiego i tarnowskiego. Elektrownia ta służyłaby przede wszystkim za podstawę dla elektryfikacji środkowej Małopolski, a mianowicie tego obszaru, jaki przewidywany był w projekcie Pol. Komitetu Energetycznego z r. 1930-go dla okręgu przeworskiego. Poza tym służyłaby ona rezerwą dla następujących okręgów elektryfikacyjnych: tarnowskiego, kielecko-radomskiego i lubelskiego. W tej chwili trudno określić dla niej ściśle moc początkową, ale nie powinna ona być mniejsza od 40000 kW w trzech jednostkach: 2 po 10000 kW a jedna 20000 kW, z możliwością rozbudowy do 100000 kW. Ponieważ może ona być przystosowana do paliwa gazowego, jako zasadniczego i płynnego, jako zastępczego, to mogą być użyte kotły typu „Velox”, wymagające mało miejsca i nadające się dla elektrowni typu podziemnego.

Ważniejszą od budowy dalszych elektrowni na tym terenie, poza wyżej omówioną, jest sprawa budowy niezbędnych sieci przesyłowych, wysokonapięciowych, łączących poszczególne ośrodki

\*) Dyskusja nad tym referatem jest zamieszczona włączonym dalej protokole posiedzenia Komisji Naftowo-Gazowej PKEn. z dn. 24. IV. 37 r.

Polski środkowej między sobą i ze środkową Małopolską. Do tych linii należą:

- 1) Różnów — Tarnów — Radom — Dęblin (350 km),
- 2) Tarnów — Przemyśl (170 km),
- 3) Rzeszów — Lublin (170 km),
- 4) Lublin — Warszawa (175 km),
- 5) Lwów — Przemyśl (90 km).

O rentowności tych inwestycji nie można nic konkretnego powiedzieć, gdyż wyprzedzają one obecne potrzeby, będąc skądinąd koniecznymi. Skutki kryzysu gospodarczego w Polsce są tego rodzaju, że nie pozwalają na wysnucie jakichkolwiek wniosków na najbliższą przyszłość w dziedzinie elektryfikacji z wyjątkiem chyba jednego, że lata stracone wskutek kryzysu dla elektryfikacji muszą być szybko nadrobione z chwilą polepszenia się naszego stanu ekonomicznego. Powyższe inwestycje leżą w granicach przewidywań opartych na przesłankach gospodarczych i w przyszłości znajdują swe usprawiedliwienie, a mogą stać się rentownymi tym prędzej, im więcej energii zostanie włożone w realizację elektryfikacji miast, miasteczek i wsi, położonych na obszarze zasięgu tych sieci.

2. Ilość energii otrzymanej z terenów gazowych i sposób jej dostarczenia, oraz rentowność inwestycji, służących temu celowi.

Obecne możliwości produkcyjne naszych terenów gazowych, wchodzących w rachubę w programie gazyfikacyjnym, są następujące:

Obszar daszawski (Gazolina i Polmin)  
 liczba otworów produkcyjnych . . . . . ponad 20  
 produkcja osiąg. (spółczynnik eksploatacyjny — 0,10) . . . . . 700 m<sup>3</sup>/min  
 oceniane zasoby . . . . . około 20 miliardów m<sup>3</sup>

Obszar jasielski (Małopolska w Sądkowej i Polmin w Roztokach)  
 liczba otworów produkcyjnych . . . . . 11  
 produkcja osiąg. (spółczynnik eksploatacyjny — 0,20) . . . . . 700 m<sup>3</sup>/min  
 oceniane zasoby . . . . . około 6 miliardów m<sup>3</sup>

Cyfry produkcji odpowiadają obecnej liczbie otworów produkcyjnych, która może być powiększona w miarę potrzeby, pozwalając na dalsze zwiększenie produkcji.

Ponieważ obszar daszawski produkuje obecnie około 350 m<sup>3</sup>/min, a jasielski około 200 m<sup>3</sup>/min, zatem każde z tych zagłębi może dysponować, poza obecną produkcją, ilością gazu rzędu około 400 m<sup>3</sup>/min.

Dla obszaru jasielskiego można przewidywać na pierwszy okres wyższy współczynnik eksploatacyjny, niż dla obszaru daszawskiego, ale na dłuższy okres czasu jest to raczej nie wskazane, by zbyt nie skracać jego możliwości eksploatacyjnych.

Dla pokrycia zapotrzebowania gazu ziemnego okręgów: tarnowskiego, rzeszowskiego i radomskiego wystarczy prawdopodobnie przez czas

dłuższy, samo zagłębie jasielskie. Zasoby siodła roztockiego winny zasadniczo wystarczyć na okres czasu około 15 lat przy tempie eksploatacyjnym — 700 m<sup>3</sup>/min. Natomiast zasoby obszaru daszawskiego winny wystarczyć na około 50 lat przy takim samym tempie eksploatacyjnym t. j. 700 m<sup>3</sup>/min.

Z powyższego wynika, że oparcie gazyfikacji środkowej Polski na obu zagłębiach gazowych nie tylko zwiększyłoby pewność dostawy, ale również przedłużyłoby okres eksploatacyjny rurociągu, oraz pozwoliłoby na rozszerzenie: a) zasięgu użytkowania gazu ziemnego poza granice okręgów wyżej wymienionych, b) zakresu jego zastosowania.

Korzystniejsze położenie zagłębia jasielskiego przemawia za tym, ażeby w pierwszym etapie prac gazyfikacyjnych wybudować gazociąg Jasło—Radom, przewidując jednak odciążenie zagłębia jasielskiego w niedalekiej przyszłości przez doprowadzenie gazu z Daszawy do okręgów: rzeszowskiego i tarnowskiego, a rezerwując gaz siodła roztockiego do zasilania okręgów bardziej odległych, a więc: radomskiego, lubelskiego i warszawskiego.

Wobec dużych możliwości występowania obfitych złóż gazowych na Przedgórzu między Sanem i Dunajcem, nasuwa się pytanie, czy w ogóle jest celowe zajmować się kwestią budowy gazociągu z Daszawy do Rzeszowa, wynoszącego około 200 km.

Za twierdzącą odpowiedzią przemawiają następujące względy:

1. Nie można opierać projektów inwestycji tak ważnych na terenach gazowych, których wartości produkcyjnej nie można obecnie przewidzieć.
2. Siodło roztockie jest terenem ropno-gazowym, a jako takie nastęrcza więcej trudności do trafnej oceny zasobów gazu, a ponadto kryje w sobie możliwości takich niespodzianek, jak stosunkowo szybki zanik produkcji gazowej na korzyść produkcji ropnej.
3. Możliwości produkcyjne obszaru daszawskiego, ustalone wynikami przeszło dziesięcioletniej eksploatacji i znaczną ilością wierceń, są b. duże, to też dają one programowi gazyfikacyjnemu — już teraz — podstawy dużej pewności i trwałości.
4. Możliwość pozytywnego wyniku przyszłych prac poszukiwawczych na Przedgórzu, między Sanem i Dunajcem, nie wyklucza potrzeby budowy gazociągu biegnącego wzdłuż Podkarpacia, ale wręcz przeciwnie wymaga tego dla umożliwienia racjonalnej i jednolitej gospodarki naszymi terenami gazowymi.
5. Obfitość gazu ziemnego na wschodzie i brak na miejscu odbiorców przemawia za skierowaniem go na zachód i za oszczędzaniem raczej złóż położonych na zachód od linii Przemyśl—Sanok.

Przewidywane rejony użytkowania gazu ziemnego, omówione poniżej, a poza tym względem na nowe projekty uprzemysłowienia okolic: Tarnowa, Rzeszowa, Przeworska i Niska przemawiają

tym, ażeby trasa gazociągu, którego budowa jest projektowana w pierwszym etapie, biegła z Jasła przez Rzeszów—Nisko—Ostrowiec—Radom—Pionki z odgałęzieniami:

Lubienia—Starachowice—Skarżysko i Rzeszów—Przeworsk.

Projekt gazociągu winien z góry przewidywać możliwości:

a) rozbudowy gazociągu od Niska w kierunku na Lublin—Warszawę,

b) przyłączenie gazociągu z Daszawy przez Drohobycz—Przemyśl.

W sprawie wyboru średnicy gazociągu nie mogę oświadczyć się, gdyż nie posiadam materiału do oceny zapotrzebowania gazu na poszczególnych odcinkach. Wydaje mi się jednak, że nie zachodzi potrzeba dawania odcinkowi Nisko—Pionki średnicy większej, niż 12". Natomiast odcinek Jasło — Nisko winien mieć wymiary (względnie wykonany na wyższe ciśnienie) umożliwiające również rozbudowę na Lublin, Warszawę.

Trasę Nisko—Lublin—Dęblin—Warszawę uważam za podstawową w ostatecznym programie gazyfikacji środkowej Polski gazem ziemnym, odcinek zaś Nisko—Radom—Dęblin jako odgałęzienie poprzedniego, które może być zasilane z obu końców (od Niska i od Dębina). Takie ujęcie wydaje mi się racjonalnym zarówno z punktu widzenia obronnego, jak i gospodarczego. O ile bowiem część Polski środkowej, leżąca po lewej stronie Wisły, ciąży ku zagłębiu węglowemu, jako podstawowemu źródłu energii, to obszar położony między Sanem, Wisłą i Bugiem ciąży ku terenom naftowo-gazowym i terenom torfowym. Trasa po prawej stronie Wisły jest o wiele bezpieczniejsza z punktu widzenia obronnego i pozwala na dalsze rozwinięcie programu obronno-energetycznego.

Gaz ziemny, na obszarze zgazyfikowanym, winien być również przewidziany jako zastępcze paliwo samochodowe na przyszłość. To też trasa gazociągów winna być uzgodniona na tym obszarze z głównymi szlakami samochodowymi o znaczeniu strategicznym, na których należałoby zorganizować jak najprędzej stały ruch ciężarowy i autobusowy oparty na gazie ziemnym. Jako przykład przytoczę następujące szlaki:

- 1) Warszawa — Radom — Sandomierz — Tarnów,
- 2) Warszawa — Lublin — Nisko — Rzeszów,
- 3) Tarnów — Rzeszów — Przemyśl — Lwów,
- 4) Przemyśl — Drohobycz — Stryj — Stanisławów i inne.

Rentowności nie można żądać od urządzenia, które ma charakter rezerwy, gdyż właśnie z tego powodu nie może ono być należycie wykorzystane handlowo. O ile transport gazu osiągnie nasilenie, wynoszące 1 m<sup>3</sup>/min na 1 km gazociągu, co może nastąpić (przy racjonalnym doborze średnicy) to rentowność gazociągu zostanie osiągnięta, ale jego wartość, jako urządzenia rezerwowego, mającego służyć w wyjątkowych wypadkach, obniży się.

3. Rejony użytkowania gazu ziemnego oraz ogólne uwagi co do rodzaju

zakładów użyteczności publicznej i przemysłu ogólnego, które powinny być nastawione na to paliwo. Wysokość zapasów węgla kamiennego, potrzebnego dla ruchu do chwili adaptacji urządzeń dla gazu ziemnego.

Gaz ziemny, jako zasadnicze paliwo przemysłowe, może być przewidziany dla obszaru, na którym rozmieszczone jest kopalnictwo naftowe i gazowe, na zachód do linii rzek: Wisła i Dunajec, na północ od linii brzeżnej Przędzgorza oraz dla większych ośrodków przemysłowych lub miejskich sąsiadujących z tym obszarem (Lwów, Chodorów). Jako paliwo pomocnicze dla celów specjalnych, oraz jako paliwo zastępcze na wypadek braku węgla, winien gaz ziemny znaleźć zastosowanie w okręgu przemysłowym kielecko-radomskim, na obszarze między Sanem, Wisłą i Bugiem i na obszarze Warszawy.

Na tych obszarach, gdzie gaz ziemny będzie spełniał rolę paliwa zastępczego, winny być na niego nastawione: elektrownie, gazownie, warsztaty kolejowe, zakłady przemysłu obronnego i ważniejsze zakłady przemysłu spożywczego. Gazownie mogą dostarczać gaz ziemny bez przeróbki, co zwiększy dwukrotnie ich wydajność energetyczną.

We wszystkich tych zakładach winny być wczasu zainstalowane potrzebne urządzenia, które należałoby częściowo używać celem utrzymania ich w należytej gotowości. Myśleć o instalowaniu tych urządzeń z chwilą zaistnienia konieczności będzie za późno, gdyż wówczas mogą wyniknąć trudności z powodu braku niezbędnych materiałów, jak: rury, zawory, palniki i t. p.

Uruchomienie gazociągu z częściowego do pełnego obciążenia wymaga od kilku do kilkunastu godzin czasu zależnie od długości i średnicy gazociągu, oraz różnicy obciążenia jaką należy pokryć.

4. Warunki i możliwości współpracy i doprowadzenia energii elektrycznej i gazu.

Elektryfikacja i gazyfikacja nie wykluczają się wzajemnie, gdyż z punktu widzenia obronnego wskazane jest rozbicie produkcji energii elektrycznej na większą ilość zakładów rozrzuconych na całym obszarze, co ze swej strony wymaga doprowadzenia do tych zakładów gazu ziemnego, z drugiej zaś strony konieczne jest, by zakłady te pracowały na wspólną sieć. Współpraca gazyfikacji z elektryfikacją na tym obszarze winna być jak najściślejsza, by obie one mogły odpowiedzieć zadaniom: a) racjonalnego wykorzystania zasobów gazu ziemnego, b) stworzenia jak największego stopnia bezpieczeństwa dla dostawy energii z terenów naftowo-gazowych do środkowej Polski w wypadkach wyjątkowych, c) taniego transportu energii.

Niedozownym warunkiem stworzenia takiej współpracy zdaje się być skoncentrowanie kierownictwa obu tych akcji w jednym ręku niezależnym od producentów gazu ziemnego i producentów energii elektrycznej.

# Projekt gazyfikacji Polski gazem ziemnym (w zarysie)\*)

Inż. J. Malecki i inż. J. Wójcicki przy współudziale inż. Cz. Swierczewskiego

## Wstęp.

**W**OBEC zamierzonego przystosowania poważnej części istniejącego i nowopowstającego przemysłu w środku kraju do paliwa w postaci gazu ziemnego, wysunęła się paląca potrzeba opracowania racjonalnego planu gazociągów i obmyślenia właściwych zasad użytkowania gazu ziemnego.

### Podstawowa zasada opłacalności.

Plan gazociągów powinien uwzględniać warunki obronności naszego Państwa, lecz jednocześnie inwestycje gazociągowe powinny możliwie jak najbardziej zbliżyć się do opłacalności w czasie pokojowym. Tworzenie inwestycji o charakterze obronnym bez liczenia się z rentownością osłabia siłę gospodarczą naszego Państwa i tym samym osłabia jego siłę obronną.

Przy tworzeniu wszelkich obronnych projektów energetycznych należy przewidywać umożliwienie silnego zwiększenia produkcji energii w razie potrzeby. Jednakże instalacja dla wytwarzania lub przesyłania energii nie powinna przekraczać wielkości, przy której konsumpcja normalna w czasie pokojowym mogłaby wystarczać dla utrzymania całej inwestycji przynajmniej na granicy opłacalności.

### Decentralizacja produkcji i transportu energii.

W związku ze znanym dążeniem do decentralizacji obronnego przemysłu w ramach określonych granic terytorialnych, wysuwa się również potrzeba decentralizacji produkcji i transportu energii.

Odnosi się to specjalnie do elektrowni, które nie powinny być budowane wyłącznie jako centrale na źródłach gazowych jak np. proponowana elektrownia w Roztokach (przeciw temu projektowi przemawia jeszcze cały szereg innych argumentów, które będą podane niżej).

### Warunki energetyczne w środku kraju.

Poprzednie długoletnie prace Polskiego Komitetu Energetycznego nad zasobami energetycznymi w okręgu centralnym wykazały ostatecznie, że znane zasoby węgla brunatnego i torfu są za małe dla wyłącznego oparcia na nich przemysłu i że w obecnym stanie wiadomości jedynym bogactwem energetycznym w tej części kraju jest woda i gaz ziemny.

Energia wodna służy do produkcji elektryczności, zaś gaz ziemny ma być użyty jako wysokowartościowe paliwo przemysłowe i jako surowiec chemiczny.

W jednym z poprzednich referatów inż. Maleckiego p. t. „Wstępna analiza doprowadzenia gazu ziemnego do okręgu radomsko - kieleckiego“

\*) Dyskusja nad tym referatem zamieszczona została w załączonym dalej protokole posiedzenia Komisji Gazyfikacyjnej P. K. En. z dn. 27.IV.37 r.

(„Sprawozdania i Prace PKE<sup>n</sup> r. 1935“) został szczegółowo wykazany stan obecny i możliwości naszych terenów gazonośnych. Od tego czasu stan faktyczny nie wiele się zmienił, jedynie możliwości terenów na Przedgórzu między Rzeszowem i Tarnowem są coraz poważniej brane w rachubę (na co wskazuje rozpoczęcie tam wierceń przez firmę „Gazolina“). Przeciwnie, bogactwo terenów roztockich i w Strachocinie-Górkach jest traktowane coraz ostrożniej.

Stan faktyczny zasobów daszawskich nie uległ zmianie, podczas gdy należy się liczyć z możliwościami terenów na wschód od Daszawy, co opiera się na odwiercieniu szybu gazowego na terenach T. E. S. P. w Kałuszu, na terenach Gazoliny w Baliczach i Tuży Wielkiej i dalej na Wschód na odwiercieniu szybu Pioniera w Kosowie.

Na tle powyższych danych można możliwości produkcyjne i zasoby polskich terenów gazonośnych określić w sposób następujący:

Tereny roztockie i w Sądkowej.

Zasoby 5—6 miliardów m <sup>3</sup> gazu	
Ilość otworów produkcyjnych—11.	
Dopuszczalna produkcja (ustawowo 20%) . . . . .	700 m <sup>3</sup> /min
Obecna produkcja . . . . .	200 „
Możliwa produkcja do dalszego użytkowania . . . . .	500 m <sup>3</sup> /min

(Zasoby Roztok i Sądkowej należy brać z zastrzeżeniem wobec ukazania się ropy w niektórych szymbach dotychczas czysto gazowych).

Tereny Strachociny. (Tereny Górki stały się ropnymi).

Zasoby — 1 miliard m<sup>3</sup>  
Produkcyjny otwór — 1.

Tereny w Rypnie i Bitkowie — zasoby nieznane.  
Tereny w Kałuszu — zasoby nieznane.

Tereny Daszawskie.

Zasoby — 20 miliardów m <sup>3</sup> . . . . .	
Ilość otworów produkcyjnych — ponad 20. . . . .	
Dopuszczalna produkcja (10%) . . . . .	700 m <sup>3</sup> /min
Obecna produkcja . . . . .	350 „
Możliwa produkcja do dalszego użytkowania . . . . .	350 m <sup>3</sup> /min

Po zorientowaniu się w zasobach gazu ziemnego należy rozważyć jego prawdopodobne zapotrzebowanie w naszym Państwie. (p. tabl. na str. 5).

Jak widać z powyższego zestawienia, o ile gaz ziemny na powyższe potrzeby byłby brany tylko z terenów jasielskich, to wówczas zasoby wyczerpałyby się przy używaniu gazu do pełnego zaspokojenia potrzeb przemysłu (1390 milionów m<sup>3</sup> rocznie) w ciągu ok. 4,5 lat\*). Przy równoczesnym pobieraniu gazu z Jasła i z Daszawy zasoby wystarcząłyby na 18 lat. Wynika z tego, że wy-

\*) Przyjmując za podstawę obecne oceny zasobów gazu ziemnego (patrz dalej).



## Przewidywane zapotrzebowanie gazu ziemnego w Polsce.

	Pierwszy rok po otrzymaniu gazu ziemnego (przeciętnie)	Drugi rok po otrzymaniu gazu ziemnego (przeciętnie)	Pozostałe lata konsumpcja regulowana przez administrację gazociągów (przeciętnie)	Pełne zapotrzebowanie gazu ziemnego w razie braku węgla	
				przeciętne	szczytowe
W okręgu Sandomierskim i Radomskim m <sup>3</sup> /min	400	550	880	1 850	2 650
milionów m <sup>3</sup> rocznie . . . . .	210	288	462	970	1 390
Konsumpcja gazu ziemnego w Warszawie (pobierana z Daszawy) m <sup>3</sup> /min . . . . .	—	—	150	450	550
Obecne zapotrzebowanie lokalne (kopalnie, Łwów i t. p.) w okręgu daszawskim m <sup>3</sup> /min	350	350	350	350	350
Ogólne zapotrzebowanie gazu ziemnego ze wszystkich terenów gazonośnych. m <sup>3</sup> /min .	750	900	1 380	2 650	3 550
milionów m <sup>3</sup> rocznie . . . . .	394	473	725	1 390	1 870
Zapotrzebowanie gazu ziemnego z terenów zachodnich (bez lokalnego zużycia w okręgu daszawskim) m <sup>3</sup> /min . . . . .	—	—	1 030	2 300	3 200
milionów m <sup>3</sup> rocznie . . . . .	—	—	540	1 200	1 680

starczalność obecnie znanych zasobów gazu jest mała i należy możliwie ograniczyć użytkowanie gazu w czasie pokojowym i w miarę możliwości w czasie wojennym. W czasie pokojowym ograniczenie zużycia gazu bardzo łatwo przeprowadzić, używając głównie opału węglowego i tylko częściowo w postaci gazu ziemnego. Konsumpcja gazu, może być z góry regulowana przez administrację gazociągów.

W zestawieniu powyższym podane są dane, co do takiej regulowanej konsumpcji (orientacyjne). Przy tak regulowanej konsumpcji zasoby wyłącznie jasielskie wystarczą na ok. 11 lat, zaś wspólne daszawskie i jasielskie (zużycie przeciętne 1380 m<sup>3</sup>/min) powinny wystarczyć na 36 lat. Taka wystarczalność zasobów jest zadawalająca, szczególnie, jeżeli się weźmie pod uwagę pogląd geologów, że w miarę jak wzrasta zapotrzebowanie na gaz ziemny, to rośnie ilość wierceń poszukiwawczych i znajdują się coraz to nowe zasoby gazu.

Porównanie ze stosunkami amerykańskimi.

Najlepszą ilustracją i potwierdzeniem tego poglądu są stosunki amerykańskie, gdzie w miarę olbrzymiego wzrostu konsumpcji gazu ziemnego są odkrywane coraz to nowe rezerwy gazowe i zasoby gazu proporcjonalnie wzrastają. Ocena zasobów w U. S. A. waha się, zależnie od fachowca w granicach 30—75 milionów stóp sześciennych czyli od 850 do 2.120 miliardów m<sup>3</sup> gazu. Są to oczywiście cyfry nie mające żadnego porównania z 26 miliardami w polskich warunkach. Jednakowoż wystarczalność zasobów amerykańskich jest jeszcze mniejsza niż w Polsce, a to z tego względu, że zużycie gazu jest również stosunkowo ogromne i wynosiło w r. 1935

ok. 1,8 trilionów stóp sześciennych czyli ok. 5,3 miliardów m<sup>3</sup> rocznie. W ten sposób wystarczalność zasobów amerykańskich jest liczona zależnie od oceny na 16 do 40 lat. Dla podkreślenia słuszności tego poglądu powtarzamy w odnośniku\*) cytate z referatu dyrektora Państwowego Instytutu Kopalnianego\*\*) odczytanego na Walnym Zebraniu Gazowników Amerykańskich w r. 1936.

Konieczność wierceń poszukiwawczych.

Sytuacja, co do możliwości geologicznych naszych terenów gazonośnych jest według opinii czołowych polskich geologów bardzo pomyślna (szczególnie na Przedgórzu) i istotnie trudno przypuścić, żeby na całym naszym Przedgórzu, gdzie prawie wszędzie mamy ślady gazu mógł istnieć tylko jeden bogaty gazonośny teren w Daszawie. Również i w granicach geologicznych Karpat jest duża możliwość odkrycia nowych terenów gazonośnych tym bardziej, że dotychczas mamy już

\*) „Oceny znanych lub stwierdzonych zasobów gazu ziemnego w U. S. A. wahające się w granicach 30 do 75 trilionów stóp sześciennych, wynoszą ilość 16 do 40-krotną w stosunku do zużycia gazu w r. 1935, w wysokości 1,87 trilionów stóp sześciennych. Jednakże nie należy wyciągać z tego wniosku, że produkcja gazu ziemnego ukończy się w U. S. A. w ciągu następnych 16—40 lat. Częstość i rozmiary odkryć geologicznych są tak samo trudne do określenia, jak i tendencja rozwojowa konsumpcji gazu, jednakowoż jedno jest pewne, że duże zasoby jeszcze pozostają do odnalezienia i jesteśmy pewni, że większość specjalistów zgodzi się z twierdzeniem Ley'a, że „Nie ma żadnych znanych podstaw geologicznych, żeby obecny wysoki poziom produkcji gazu nie dał się utrzymać w U. S. A. w ciągu wielu jeszcze lat”.

\*\*) John Wellington Finch<sup>1</sup> Director I. S. Bureau of Mines Natural Gas Reserves and their conservations, Gas Age Record, 1936, November 21.

odwiercone 4 tereny gazonośne: w Bitkowie, Borysławiu, Strachocinie i Roztokach-Sadkowej.

Cały wysiłek polskiego przemysłu gazu ziemnego powinien być teraz skierowany na wiercenia poszukiwawcze na obszarze między rzekami San—Wisła—Dunajec.

Jeden otwór wiertniczy kosztuje 250 000 zł. czyli 100 otworów poszukiwawczych kosztowałyby 25 mil. zł. Powyższa suma, wobec asygnowania znacznie większych sum na nowopowstający przemysł jest stosunkowo nieduża, a intensywne wiercenia poszukiwawcze są jedną z pierwszych potrzeb przy zamierzonym oparciu polskiego przemysłu obronnego na paliwie gazu ziemnego, tym bardziej, że te wiercenia wyjaśniają problem naftowy, mający równie ważne znaczenie.

Jednakże ażeby firmy produkujące gaz ziemny mogły wykonywać wiercenia bez obciążania Skarbu Państwa, muszą one mieć możliwość wykorzystania finansowego wyników swoich wierceń.

#### Polityka eksploatacyjna.

Polityka eksploatacyjna gazu ziemnego powinna być tego rodzaju, żeby rezerwy w środku kraju, na obszarze San—Wisła—Dunajec były zachowane na ten czas, kiedy ich istnienie będzie dla naszego Państwa najbardziej cenne. Z tych względów najracjonalniej jest eksploatować przede wszystkim zasoby wschodnie, daszawskie, jako posiadające mniej widoków na lokalne wyzyskanie. Zasoby zachodnie należy rozwijać przez wiercenie poszukiwawcze, zaś już odkryte tereny eksploatować możliwie najoszczędniej.

Wytyczne dla gazyfikacji i użytkowania gazu.

Na tle powyższych rozważań wysuwają się następujące wytyczne dla gazyfikacji.

Przed wszystkim każdy projekt gazociągowy powinien zbliżyć się do opłacalności, jednocześnie jednak konsumpcję gazu należy ograniczyć tak, żeby nie zdewastować naszych rezerw gazowych. Te dwa sprzeczne warunki dadzą się pogodzić jedynie w ten sposób, jeżeli gaz będzie sprzedawany w czasach normalnych po możliwie najwyższych cenach i w ten sposób względnie mała ilość sprzedanego gazu będzie mogła opłacić amortyzację i oprocentowanie wyłożonego na inwestycję kapitału. Takie rozwiązanie zagadnienia można uskutecznić używając gaz tylko do takich celów, przy których wysokie wartości technologiczne gazu ziemnego umożliwiają osiągnięcie wysokiej ceny. Tak np. w przemyśle powinno mieć pierwszeństwo precyzyjne zastosowanie gazu do obróbki termicznej metali i wszędzie gdzie od paliwa wymaga się utrzymania dokładnej temperatury, kontroli charakteru atmosfery w palenisku, szybkości nagrzewu, wydoby i t. p. Do wszelkich innych celów, jak np. kotłów w elektrowniach, pieców Martenowskich i t. p. należałoby stosować opał węglowy, a dodawać do paleniska tylko taką ilość gazu ziemnego, żeby rurociągi i palniki mogły być utrzymane w należytych stanie gotowości.

Dopiero w razie powstania nagłej potrzeby, wypadnie gaz ziemny stosować bez żadnych ograniczeń.

W czasach normalnych wskazane byłoby używać przeważnie gaz z terenów wschodnich, da-

szawskich, zaś gazociąg z terenów jasielskich wyzyskiwać tylko w takiej mierze, żeby móc go stale utrzymywać w stanie gotowości i zapewnić całemu projektowi opłacalność.

Kalkulacje rentowności i omówienie poszczególnych etapów gazyfikacji.

Poniższa tablica \*) podaje granicę dla ceny gazu ziemnego w poszczególnych miejscowościach, przy której 1 kaloria w gazie opłaca się na równi z 1 kalorią w węglu. W praktyce cena gazu będzie mogła być nawet wyższa, zależnie od charakteru zastosowania od 10 do 50%, a to dlatego, że wydajność opału gazowego i jego zalety technologiczne są znacznie wyższe niż węgla.

Granica rentowności ceny gazu ziemnego.

W stosunku do węgla loco	Starachowice	Ostrowiec również Nisko	Pionki (Warszawa)
miał . . . . .	2,59 gr/m <sup>3</sup>	2,66 gr/m <sup>3</sup>	3,17 gr/m <sup>3</sup>
orzecz I . . . . .	3,95 „	4,02 „	4,55 „

Jeżeli teraz porównamy to zestawienie z kosztami gazu loco powyższe miejscowości, to orientujemy się w jakiej mierze rentuje się inwestycja gazociągowa.

Poniżej podane jest zestawienie, które wyliczono dla projektowanego gazociągu do okręgu radomsko-kieleckiego bez uwzględnienia mającego powstać przemysłu w okręgu sandomierskim (którego uwzględnienie jednak dałoby tylko jeszcze korzystniejsze wyniki).

Zestawienie to wykonano dla gazociągu 12" z węższymi odnogami (koszt 13 000 000 zł.), mogącego przepuścić 350 m<sup>3</sup>/min., którego współczynnik wyzyskania ustalono na 0,7 (czyli przeciętny przepływ 245 m<sup>3</sup>/min.). Amortyzację gazociągu przyjęto w dwóch wariantach na okres 10 i 15-letni. Koszt 1 km gazociągu 12" przyjęto na ok. 55 000 zł. Koszt gazu loco kopalnie przyjęto na 1 gr/m<sup>3</sup>.

Koszt 1 m<sup>3</sup> gazu ziemnego w gr.

	Amortyzacja gazociągu i oprocentowanie kapitału			
	15 lat		10 lat	
	0 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	0 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
Koszta transportu gr/m <sup>3</sup> przy obciążeniu gazociągu = 0,7	0,868	1,290	1,195*	1,700
Cena loco kopalnia . . . . .	1,000	1,000	1,000	1,000
Razem cena gazu loco konsum.	1,868	2,290	2,295	2,700

\*) Poniższa tablica została wyliczona na następujących podstawach:

Cena węgla loco:			
Starachowice . . . . .	miał	18,6 zł/tonnę	
	orzecz I	31,4 „	
Ostrowiec . . . . .	miał	19,1 zł/tonnę	
	orzecz I	31,9 „	
Pionki . . . . .	miał	22,7 zł/tonnę	
	orzecz I	36,2 „	
Wartość opałowa (dolna) gazu ziemnego		8 500 kcal/m <sup>3</sup>	
Wartość opałowa węgla (miał)		6 100 kcal/kg	
(z analiz próbek branych u odbiorców)			
	orzecz I	6 750 kcal/kg	

Jak widać z zestawienia tylko przy bardzo niekorzystnych warunkach (10 lat: 6%) cena gazu loco konsument kalkuluje się drożej od miału węglowego. Ponieważ zaś odnośny przemysł używa do opału przeważnie grubsze sortymenty węgla, więc z tego wynika, że projektowany obecnie gazociąg jest inwestycją rentowną do tego stopnia, że, ze względu na konieczność oszczędzania gazu, trzeba będzie raczej hamować konsumpcję gazu, aniżeli ją rozwijać.

Gazociąg z Daszawy do centralnych okręgów należałoby wybudować w drugiej kolejności wobec tej okoliczności, że w czasach normalnych gaz ziemny powinien być użytkowany głównie ze wschodu.

Gazociąg z Daszawy powinien przewidywać dostarczanie do centralnych okręgów ok. 580 m<sup>3</sup>/min (patrz podane wyżej zestawienie zużycia przewidywanego gazu ziemnego w Polsce). Żeby móc przepuścić taką ilość gazu, przy ciśnieniu początkowym 20 atm gazociąg musi mieć średnicę 16 cali i jego koszt od Daszawy do Niska (260 km) wyniesie ok. 19 500 000 zł. Ciśnienie początkowe jest przyjęte tutaj tak nisko, gdyż ciśnienie gazu w złożu w Daszawie jest znacznie niższe niż w Roztokach. Ponieważ chodzi o przesyłanie również gazu do okręgu radomskiego, ciśnienie końcowe zaś w Nisku spadnie do ok. 1 atm, więc trzeba tam urządzić równocześnie stacje sprężarek, której koszt na 580 m<sup>3</sup>/min wyniesie ok. 6 milionów zł.

Gazociąg jasielski będzie odgrywał po przeprowadzeniu gazociągu z Daszawy rolę rezerwy i dlatego jego koszt (13 milionów zł.) należy uwzględnić przy kalkulacji rentowności w całości.

W ten sposób po zrealizowaniu dwóch pierwszych etapów gazyfikacji powstanie następująca sieć gazociągów.

Jasło, Nisko } Sandomierz, Ostrowiec, Stara-  
Daszawa — Nisko } rachowice, Pionki

Koszta transportu dla powyższej sieci będą się przedstawiały jak następuje:

	Amortyzacja 15 lat oprocentowanie kapitału	
	0%	6%
Koszt transportu . . . . .	0,878 gr/m <sup>3</sup>	1,295 gr/m <sup>3</sup>
Koszta sprężania . . . . .	0,200 ..	0,200 ..
Koszta gazu loco kopalnia . . .	1,000 ..	1,000 ..
Razem gaz loco konsument . . .	2,078 gr/m <sup>3</sup>	2,495 gr/m <sup>3</sup>

Czyli, że ten szerzej rozbudowany projekt gazociągowy będzie równie rentowny, jak i poprzedni nawet przy oprocentowaniu 6%.

Dwunastocalowy gazociąg jasielski może przepuścić maksymalnie tylko ok. 350 m<sup>3</sup>/min przy ciśnieniu początkowym 30 atm podczas, gdy zapotrzebowanie gazu w okręgu radomskim i sandomierskim w chwilach wyjątkowych przypuszczalnie będzie w ilości 1 850 m<sup>3</sup>/min przeciętnie i do 2 650 m<sup>3</sup>/min szczytowo, czyli że zdolność przepustowa gazociągu jasielskiego jest dla po-

trzeb odnośnego przemysłu niewystarczająca \*). Żeby tereny zachodnie stanowiły istotną rezerwę dla naszego przemysłu w razie braku węgla, należałoby odwiercić odpowiednią ilość nowych szyszów (np. w Roztokach i Strachocinie), podnieść ciśnienie początkowe w gazociągu do 40 atm, następnie zbudować stację sprężarek koło Sandomierza i połączyć tereny roztockie i Strachociny dodatkowymi gazociągami z węzłem rozdzielczym Nisko—Sandomierz.

Z tych względów należy już obecnie przewidzieć w gazociągu Jasło Nisko Starachowice możliwość podniesienia ciśnienia do 40 atm.

Oczywiście w razie odkrycia do tego czasu nowych terenów gazonośnych na obszarze San—Wisła—Dunajec dodatkowe gazociągi powinny być położone z tych nowych terenów; przy krótszej odległości (dołączenie się istniejących linii) średnica i ogólny koszt gazociągów będą mniejsze.

W wypadku o ile nowych odkryć nie będzie, zwiększenia zdolności przepustowej węzła rozdzielczego Nisko Sandomierz można byłoby dokonać przez następujące inwestycje:

1. Budowę stacji sprężarek w Sandomierzu na ilość gazu 1 250 m<sup>3</sup>/min oraz rozbudowę stacji sprężarek w Nisku do 1 250 m<sup>3</sup>/min (koszt około 19 milionów zł.).

2. Budowę gazociągu 14" z Roztok do Sandomierza, którego koszt wyniesie ok. 9 200 000 zł.

3. Budowę gazociągu 10" ze Strachociny do Niska (ok. 140 km), którego koszt wyniesie ok. 4 900 000 zł.

W ten sposób węzeł rozdzielczy Nisko Sandomierz będzie mógł dostarczyć ok. 2 500 m<sup>3</sup>/min (szczytowo). Ta ilość gazu byłaby wystarczająca dla wszystkich potrzeb Polski centralnej łącznie z zapotrzebowaniem Warszawy.

Doprowadzenie gazu ziemnego do Warszawy ma bardzo poważne znaczenie, gdyż uniezależni stolicę Państwa od ciągłości dostawy węgla.

Chodzi tu nie tylko o ludność i urzędy, ale i poważny przemysł, który się w Warszawie znajduje i który już teraz jest częściowo zgazyfikowany.

Gaz ziemny w Warszawie powinien być doprowadzany w czasach normalnych przede wszystkim przez gazownię i poza tym może znaleźć wzorem praktyki we Lwowie, szerokie zastosowanie do centralnych ogrzewań w domach mieszkalnych i urzędach (co ma szczególne znaczenie ze względu na centralizację administracji). Poza tym liczny przemysł będzie stosował gaz ziemny jako wysokowartościowe precyzyjne paliwo przemysłowe.

W czasach wyjątkowych, przy braku węgla, przypuszcza się, że konsumpcja gazu w Warszawie w ilości ok. 450 m<sup>3</sup>/min przeciętnie i ok. 600 m<sup>3</sup>/min szczytowo, wystarczy na pokrycie głównych potrzeb.

Orientacyjna kalkulacja wykazuje, że dla doprowadzenia tej ilości gazu do Warszawy trzeba

\*) O ile obecnie projektowany gazociąg Jasło i Nisko—Starachowice będzie miał na części swej długości średnicę 10" to oczywiście zdolność przepustowa jego będzie odpowiednio mniejsza i następne gazociągi będą musiały być odpowiednio większe.

położyć od Niska do Warszawy gazociąg 16", z odgałęzieniami do Lublina i Pionek (dla stworzenia sieci obiegowej). Koszt gazociągu wynosiłby w przybliżeniu 21 milionów zł.).

Konsumcja Warszawy w czasach normalnych może być regulowana na wysokości ok. 150 m<sup>3</sup>/min i wówczas przewidziany wyżej węzeł rozdzielczy Nisko—Sandomierz będzie mógł tę ilość dostarczyć. Jednakże w razie braku węgla konsumcja Warszawy wzrosłaby do ok. 600 m<sup>3</sup>/min i wówczas należała organizacja administracji gazociągów i racjonalne rozwiązanie techniczne węzła rozdzielczego Nisko—Sandomierz będzie miało znaczenie zasadnicze. Mianowicie gdyby wszystkie ośrodki konsumcyjne miały jednocześnie swoje pełne zapotrzebowanie gazu, wówczas trzeba byłoby budować dużą dodatkową sieć gazociągów, ponad tę, która została wyżej przewidziana, dla dostarczenia takich ilości gazu (przeciętnie 2 600 m<sup>3</sup>/min. i szczytowo 3 500 m<sup>3</sup>/min) do węzła rozdzielczego Nisko—Sandomierz. Jednakowoż przewiduje się, że odpowiednio okresowo ograniczając i przesuwając w czasie zapotrzebowanie gazu poszczególnych ośrodków konsumcyjnych można będzie tak prowadzić politykę konsumcyjną, że przewidziana wyżej szczytowa zdolność przepustowa węzła rozdzielczego w wysokości ok. 2 500 m<sup>3</sup>/min byłaby wystarczająca.

Obecnie trudno jest przewidzieć dalszy rozwój naszych terenów gazonośnych i wyżej opisany system gazociągów może ulec gruntownym zmianom w razie np. odwiercenia wielce możliwych terenów na Przedgórzu na obszarze San—Wisła—Dunajec. Jednakowoż zasadniczym zagadnieniem przy tworzeniu planu gazociągu dla zasilania Polski centralnej w gaz ziemny, jest racjonalne rozwiązanie projektu węzła rozdzielczego Nisko—Sandomierz.

Techniczne rozwiązanie powyższego węzła powinno przewidywać przede wszystkim dostateczne zaopatrzenie i dostateczną zdolność przepustową dla potrzebnych ilości gazu ziemnego, a także należy przewidzieć możliwość zaopatrywania wszystkich gazociągów zarówno w gaz z terenów zachodnich (np. jasielskich) jak i wschodnich (np. daszawskich). W ten sposób łatwo będzie w razie potrzeby przerzucić pobieranie z terenów wschodnich (w czasach normalnych) do terenów zachodnich (gdy tereny wschodnie będą niedostępne) i odwrotnie. Również umożliwi to łatwy i szybki przydział odpowiedniej ilości gazu, potrzebnej w danej chwili dla poszczególnych ośrodków konsumcyjnych.

Kalkulacja kosztów transportu dla całej wyszczególnionej powyżej sieci gazociągowej bez uwzględnienia gazociągu istniejącego Jasło—Mościce przedstawiałaby się jak następuje.

(Uwaga: W danym obliczeniu przyjęto wypadek najbardziej niekorzystny, że żadne nowe tereny w obrębie San—Wisła—Dunajec nie będą odwiercone. Dlatego dla zaopatrzenia węzła rozdzielczego Nisko—Sandomierz w dostateczną ilość gazu ziemnego przyjęto przeprowadzenie wtórnego 14" gazociągu z Jasła i 10" gazociągu ze Strachociny. W ten sposób ogólny koszt

gazyfikacji jest poważnie wyższy niż w wypadku odwiercenia nowych terenów na Przedgórzu w powyższym obrębie)

#### Koszt projektów gazociągowych.

	w milionach zł.
Gazociąg Jasło Starachowice Pionki 12" . . . . .	13
Gazociąg Daszawa Nisko 16" . . . . .	19,5
Stacja sprężarek w Nisku na 600 m <sup>3</sup> /min . . . . .	6
Gazociąg Jasło Sandomierz 14" . . . . .	9,2
Gazociąg Strachocina Nisko 10" . . . . .	4,9
Stacja sprężarek w Sandomierzu na 1250 m <sup>3</sup> /min i rozbudowa stacji sprężarek w Nisku do 1250 m <sup>3</sup> /min . . . . .	19
Gazociąg Nisko Warszawa 16" . . . . .	21
	<hr/>
	92,6
Konsumcja gazu w czasach normalnych:	
Konsumcja regulowana przemysłu w okręgu Sandomierskim i Radomskim (przeciętnie czyli 304 000 000 m <sup>3</sup> rocznie) . . . . .	580 m <sup>3</sup> /min
Konsumcja Warszawy, Lublina i okolic (przeciętnie czyli 221 600 000 m <sup>3</sup> rocznie) . . . . .	150 „
	<hr/>
r a z e m	730 m <sup>3</sup> /min

(czyli 525 600 000 m<sup>3</sup> rocznie).

Koszta transportu dla sieci gazociągów

0% t' = 1,740 gr/m<sup>3</sup>

6% t'' = 2,670 „

Jak widać z powyższych obliczeń tak szeroko rozbudowana sieć gazociągów byłaby przy stosunkowo niewielkim obciążeniu zupełnie rentowna, gdyż gaz loco poszczególne miejscowości kalkulowałyby się taniej niż grube sortymenty węgla. Oczywiście w razie braku węgla tereny daszawskie, o ile to będzie możliwe, mogą być również eksploatowane dla celów okręgu sandomierskiego, a to w tym celu, żeby nie wyczerpywać zanadto terenów jasielskich.

Na tle powyższych rozważań wyłania się następujący program gazyfikacji Polski gazem ziemnym.

Pierwszy etap gazyfikacji stanowi obecnie projektowany do budowy gazociąg 10" i 12" Jasło Kolbuszowa Nisko Sandomierz Starachowice Pionki, którego koszt wyniesie 13 000 000 zł.

Drugi etap gazyfikacji powinien przewidywać budowę możliwie szybko w ciągu najbliższych lat gazociągu 16" z Daszawy do Niska i stacji sprężarek w Nisku. Koszt tej inwestycji wyniesie 19 500 000 zł. dla gazociągów i ok. 6 000 000 dla stacji sprężarek, czyli razem 25 500 000 zł.

W trzecim etapie gazyfikacji należałoby tak rozbudować gazociągi z zachodnich terenów gazonośnych (ewentualnie z terenów nowo odkrytych) do węzła rozdzielczego Nisko—Sandomierz, żeby zapewnić możliwość dostarczenia pełnego zapotrzebowania gazu (razem 2 500 m<sup>3</sup>/min szczytowo).

Przy najbardziej niekorzystnym wypadku, kiedy nowe bliższe tereny nie zostaną odwiercone, koszt tej inwestycji wyniesie

dla gazociągu Jasło Sandomierz	9 200 000 zł.
dla gazociągu Strachocina Nisko	4 900 000 „
stacja sprężarek w Sandomierzu	12 500 000 „
	26 600 000 zł.

W czwartym etapie gazyfikacji można przewidywać budowę gazociągu 16" z Niska do Warszawy z rozbudową stacji sprężarek w Nisku do 1 250 m<sup>3</sup>/min. Koszt tej inwestycji wyniósłby ok. 27 500 000 zł.

Razem na całą gazyfikację Polski gazem ziemnym potrzeba ok. 92 600 000 zł.

Realizacja takiego projektu inwestycyjnego powinna być rozłożona na szereg lat. Jednakowoż jak wyżej wykazano, każdy z tych projektów jest konieczny ze względów obronnych i poza tym wszystkie etapy projektu są w zupełności rentowne, dlatego też ich realizacja powinna być pomieszczona na jednym z pierwszych miejsc w państwowym planie inwestycyjnym bez odkładania na długie lata.

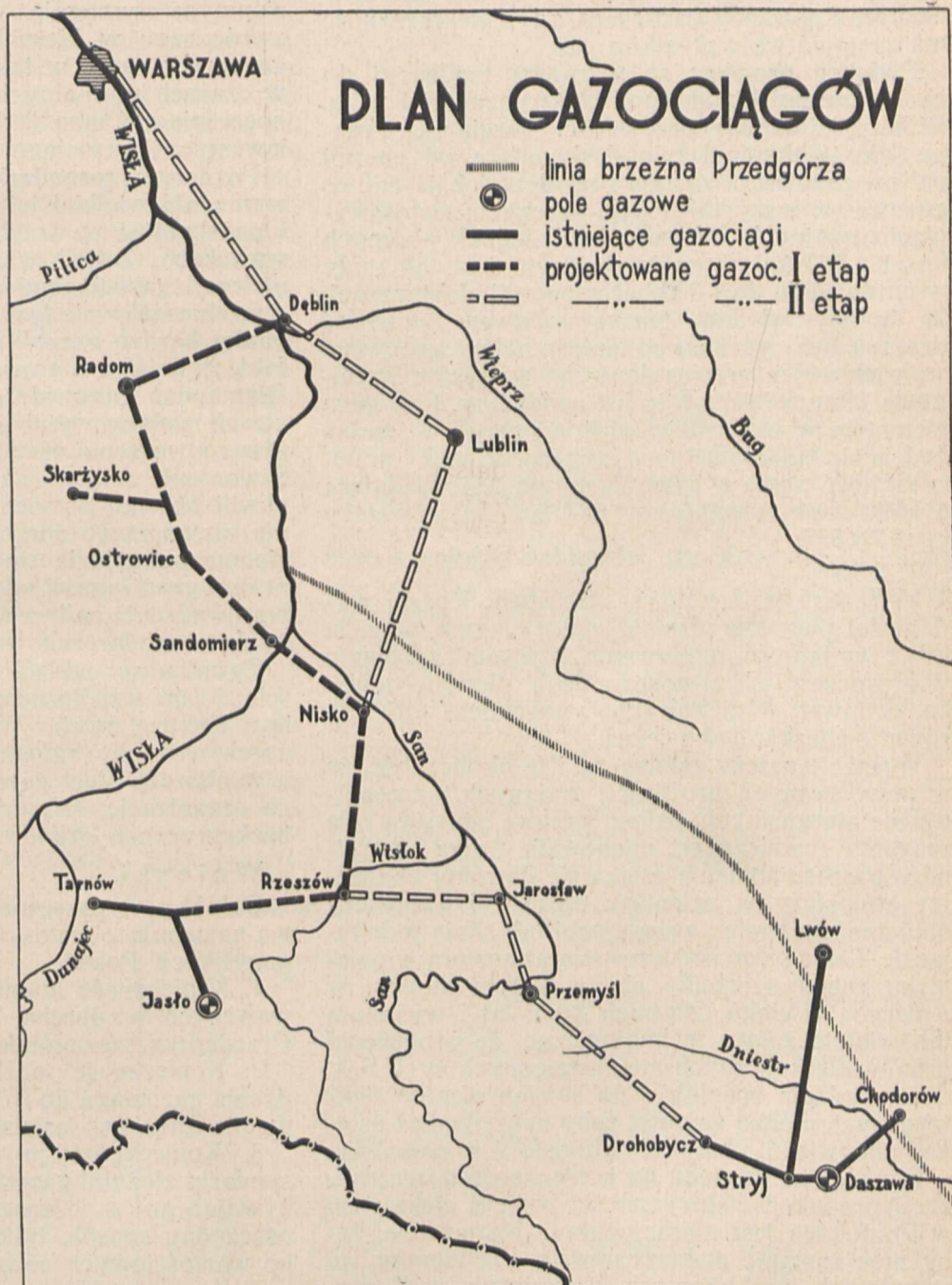
Współpraca z elektryfikacją.

Przy tworzeniu szerokiego projektu gazyfikacyjnego trzeba oczywiście uwzględnić powiązanie go z innymi projektami energetycznymi, a przede wszystkim z projektem elektryfikacyjnym.

Z referatu inż. Altenberga p. t. „Siły wodne Polski jako źródło elektryfikacji“\*) i wynikiem przy nim dyskusji wynika, że produkcja elektryczności w Polsce środkowej oparta będzie o energię wodną. Jednak gaz ziemny jest konieczny dla produkcji energii elektrycznej dla szczytowych zapotrzebowań oraz podczas miesięcy o małej wodzie, kiedy zdolność produkcyjna elektrowni wod-

nych poważnie się obniża. Dla tych celów wystarczy według podanych opinii jedna elektrownia okręgowa o mocy 60 000 kW, która będąc zatrudniona mniej więcej 180 dni w roku (okres małej wody) będzie zużywała ok. 300 m<sup>3</sup>/min. Ta ilość gazu może być dla tych potrzeb z łatwością dostarczona.

Najodpowiedniejszą siedzibą elektrowni okręgowej na gazie ziemnym ze względu na projekty gazyfikacyjne jest okręg Kolbuszowa Rzeszów Nisko Sandomierz, gdzie zbiegają się gazociągi



i gdzie blisko powstają duże zakłady przemysłowe.

Elektrownie lokalne w okręgu radomsko-kieleckim powinny również doprowadzić gaz ziemny do

\*) Referat ten jest zamieszczony dalej.

swoich kotłów, ażeby zapewnić sobie paliwo rezerwowe na wypadek braku węgla. W powyższych projektach gazociągowych została przewidziana konsumpcja gazu przez elektrownie lokalne radomsko-kieleckie oraz przez elektrownię w Mościcach (40.000 kW).

Nieracjonalność projektów elektrowni na źródłach gazowych (w Roztoce).

Od dłuższego czasu są wysuwane projekty budowy elektrowni na źródle gazu ziemnego i przesyłania energii elektrycznej linią wysokiego napięcia. Przy takim projekcie wysuwany jest również brak potrzeby gazociągu, gdyż elektryczność ma zastąpić we wszystkim gaz.

Podobne projekty są wyrazem tendencji do bezkrytycznej konkurencji elektryczności i gazu. W bardziej dalekiej przyszłości energia elektryczna jako technologicznie doskonalsza od energii paliwa gazowego, zastąpi prawdopodobnie paliwo gazowe we wszystkich jego obecnych zastosowaniach grzejących. W warunkach jednak obecnych koszt 1 000 kal w gazie ziemnym jest tak mały w porównaniu do 1 000 kal w energii elektrycznej, że byłoby wielkim marnotrawstwem stosować droższą elektryczność od taniego paliwa gazowego w większości przemysłowych procesów grzejących. Mianowicie, jak to już podaliśmy, 1 m<sup>3</sup> gazu ziemnego w najbardziej niekorzystnym wypadku będzie się kalkulował loco konsument po 3,7 gr/m<sup>3</sup> czyli ilość ciepła w gazie ziemnym odpowiadająca 1 kWh elektryczności = 837 kal kosztowałyby ok.  $\frac{3,7 \times 837}{8\ 500} = 0,36$  gr. Jak widać różnica z ceną

1 kWh jest bardzo duża. Argument lepszej wydajności przy ogrzewaniu elektrycznym odpada, gdyż wydajność ogrzewania paliwem gazowym w nowoczesnych zastosowaniach niewiele odbiega, a nawet w niektórych wypadkach staje na równi z energią elektryczną.

Wreszcie należy zaznaczyć i tę okoliczność, że w nowoczesnych procesach grzejących, szczególnie metalurgicznych, paliwo gazowe odgrywa rolę reagenta chemicznego, mianowicie drogą specjalnego procesu spalania osiąga się dowolny charakter atmosfery w palenisku pieca, od atmosfery obojętnej do silnie nawęglającej lub silnie redukującej. Takie piece ze sterowaną atmosferą w palenisku rozpowszechniły się w dużym stopniu w Ameryce w ciągu ostatnich kilku lat i wykazują tak wielkie zalety technologiczne, że producenci pieców elektrycznych-metalurgicznych w U.S.A. doprowadzają specjalnie do swoich pieców elektrycznych paliwo gazowe, żeby móc również osiągać odpowiedni charakter atmosfery w palenisku.

Również ze względu na konieczność decentralizacji produkcji elektryczności projekt elektrowni w Roztokach jest nieracjonalny. Mianowicie, żeby móc zastąpić elektrycznością gaz ziemny we wszystkich jego użyciach, elektrownia w Roztokach musiałaby być mocy ok. 250 000 kW. Taka koncentracja produkcji w jednym punkcie jest oczywiście z punktu widzenia strategicznego bardzo niepożądana.

Jak widać z powyższego, zarówno względy ekonomiczne, jak techniczne i strategiczne jaskrawo przemawiają za tym, że paliwo gazowe nie

da się w obecnym stanie rzeczy zastąpić energią elektryczną w procesach grzejących w przemyśle.

Ponieważ zaś budowa gazociągu z Roztok obok z równoległą linią wysokiego napięcia byłaby niepotrzebnym marnotrawstwem pieniędzy, więc wydaje się najracjonalniejsza budowa wyżej wzmiankowanej elektrowni okręgowej na gazie ziemnym.

Konieczność stworzenia jednolitej, niezależnej administracji liniami transportującymi gaz ziemny.

Wyżej opisane warunki dla gazyfikacji gazem ziemnym wymagają wielkiej uwagi i wysiłku zwróconego w kierunku racjonalnej gospodarki gazem ziemnym w taki sposób, żeby zużycie go w czasach normalnych było możliwie małe, jednocześnie zaś umożliwiło dostateczną opłacalność inwestycji gazociągowych.

Poza tym gospodarka gazem ziemnym będzie wymagała wielkiej inicjatywy tak prywatnej jak i państwowej w dziedzinie wiertnictwa poszukiwawczego. Z tych względów koncentracja administracji gazociągami w Polsce w ręku jednego z producentów nie jest szczęśliwa. W danym wypadku bardzo szczęśliwą okolicznością jest ten fakt, że ustawa o gazociągach (tak zwana ustawa Diamanda) przewiduje uniezależnienie administracji państwowymi gazociągami od produkcji przez stworzenie niezależnego zakładu gazowego. Stworzenie takiego zakładu wydaje się być w chwili obecnej wysoce aktualne, gdyż zagadnienie racjonalnego zorganizowania konsumpcji gazu ziemnego znajduje się pod jednolitym kierownictwem gazociągami od pierwszej chwili szerszego wprowadzenia paliwa w postaci gazu ziemnego do życia gospodarczego naszego Państwa.

Ewentualny zakład gazowy powinien oczywiście ściśle współpracować z administracją sieci linii elektrycznych. Wzorem praktyki w Niemczech możnaby było nawet myśleć o połączeniu administracji sieci gazowej i elektrycznej w jedną organizację, co może usunęłoby tendencje do bezkrytycznej, szkodliwej konkurencji.

#### Wnio s k i.

Całość powyższego referatu o gazyfikacji nasuwa następujące wnioski o potrzebach w dziedzinie gazyfikacji Polski.

1. Konieczność intensywnych wierceń poszukiwawczych w obrębie San Wisła Dunajec (na Przedgórzu szczególnie).

2. Konieczność możliwie szybkiego doprowadzenia gazociągu do Niska z Daszawy dla oszczędzania zasobów jasielskich.

3. Konieczność prowadzenia racjonalnej gospodarki złożami gazowymi i gazem ziemnym zużywając go w czasach normalnych w bardzo oszczędny sposób, tylko do zastosowań o wysokich wartościowych cechach technologicznych.

4. Konieczność stworzenia niezależnego zakładu gazowego dla administracji siecią gazociągów i prowadzenia racjonalnej gospodarki przy organizowaniu konsumpcji gazu ziemnego.

5. Zagadnienia gazyfikacji i elektryfikacji powinny być traktowane jako czynniki równorzędne i uzupełniające się.

## Siły wodne Polski jako źródło elektryfikacji

Inż. M. Altenberg

DZISIEJSZE zapotrzebowanie energii elektrycznej, które po depresji kilkuletniej wraca znowu w r. 1936 do cyfry  $3 \times 10^9$  kWh przy szczycie około 700 000 kW, pokryte jest prawie bez reszty przez zakłady ciepłownicze, spalające pod kotłami węgiel zagłębia śląskiego, dąbrowskiego i krakowskiego. Ze względu na eksponowane położenie zagłębia wysuwa się konieczność wykorzystania również innych źródeł energii, a to przede wszystkim siły wodnej i gazu ziemnego. Z tych dwóch źródeł gaz ziemny jest bezwzględnie tańszy i instalacje potrzebne do jego wyzyskania dają się w stosunkowo krótkim czasie wykonać. Ale gaz ziemny jeszcze bardziej jak węgiel stanowi źródło ograniczone, które się może w stosunkowo krótkim czasie wyczerpać i dlatego trzeba je możliwie oszczędzać. Woda natomiast, której wyzyskanie wraz ze studiami wszystkimi wymaga wprowadzić zarówno kilku lat pracy, jak i zmobilizowania stosunkowo wysokich kapitałów, stanowi źródło niewyczerpalne i po okresie amortyzacyjnym (50 do 60 lat) daje faktycznie bezpłatne źródło energii. To też widzimy, że granica nawet w krajach, których zasoby węgla i innych materiałów pędnych są znacznie poważniejsze od naszych, nie szczędzi ofiar finansowych, aby swoje siły wodne w jak najszerszym rozmiarze rozbudować. Przytaczamy jako przykład Niemcy, które poza inwestycjami bardzo poważnymi na własnych rzekach, sypią milionami na budowę sił wodnych w Austrii (zakłady Ver-munt) i w Szwajcarii (Klingnau), których cała produkcja została dla Nadrenii zakupiona. Nie szczędzą też Niemcy kosztów na linie przesyłowe wieluset kilometrowe o napięciu 220 do 380 kV, aby te zagraniczne zapasy energii zapewnić dla zagłębia węglowego w Nadrenii, gdyż obawiają się wyczerpania złóż węgla brunatnego, głównego dziś paliwa dla tego obszaru przemysłowego. Podobnie ZSSR wybudował w najbliższym sąsiedztwie donieckiego basenu węglowego gigantyczny

zakład wodny Dnieprostroj z możliwością produkcji dorównywiającej zapotrzebowaniu całej Polski i w ten sposób oszczędza energię węglową, która może być w sposób bardziej racjonalny spożytkowana.

U nas wciąż pokutuje lęk przed wkładami, jakie musiałaby pochłonąć budowa zakładów wodnych, a skutek taki, że procent wyzyskanych sił wodnych po wykończeniu Rożnowa, Czchowa i Porąbki wyniesie zaledwie 4% naszych zasobów wodnych.

Nawet teoretyczne prace postępują u nas w bardzo wolnym tempie; od czasu ogólnej inwentaryzacji sił wodnych przez inż. Herbicha dla P.K.En. w r. 1930 i monografii prof. Pomianowskiego z r. 1926 o racjonalnym wykorzystaniu Soły, Dunajca i Sanu, nie doczekaliśmy się dotąd opracowania dokładniejszego choćby najpoważniejszych projektów zakładów wodnych na innych rzekach. Komisja wodna P.K.En., do której prezydium komisji gospodarki elektrycznej poleciło mi się zwrócić po dane, mające służyć jako podstawa niniejszego referatu, mogła mi podać szczegółowe dane zawierające również koszty przybliżone i czas preliminowanej budowy tylko dla ośmiu zakładów, a to dla 3 zakładów na Dunajcu, dla 3 zakładów na Sanie, dla Porąbki na Sole i dla Szyłan na Wili. W dalszych 27 zakładach brakujące dane czy to kosztów, czy czasu budowy, czy nawet mocy i pracy rocznej są dowodem, że rozchodzi się o projekty nieopracowane, co do których zrealizowania trudno wydać dziś ścisły sąd. Prawda, że komisja wodna oznacza tylko 11 zakładów jako zakłady I kolejności, z których 8 jest dokładnie opisanych i podaje, że zakłady te wymagają po dwa do dwa i pół lat czasu budowy, a ponieważ koszty tych zakładów podane są na 118 milj. złotych, więc byłoby na razie dosyć do roboty. Ale ujęcie całokształtu naszych sił wodnych, a przynajmniej tych odcinków, które w ogóle mają być prędzej czy później zrealizowane, wymaga jak

	Według publikacji P. K. En 1930		Według komisji wodnej P. K. En. 1937			
			I kolejność budowy		Dalsza kolejność budowy	
	KM	kWh $\times 10^3$	kW	kWh $\times 10^3$	kW	kWh $\times 10^3$
Pomorze . . . . .	35 510	165 680	20 000	40 000	—	—
Rejon warszawsk. . . . .	38 690	197 775	10 000	15 000	45 000	267 000
Wileńszczyzna . . . . .	80 350	360 800	12 000	76 000	22 500	145 000
Górna Wisła . . . . .	53 220	233 000	—	—	—	—
Soła . . . . .	25 710	113 200	27 000	75 500	—	—
Skawa, Raba . . . . .	39 000	168 350	—	—	—	—
Potoki tatrzańskie . . . . .	54 770	242 890	—	—	—	—
Dunajec . . . . .	139 250	615 800	75 000	252 000	32 000	145 000
Poprad . . . . .	28 620	134 000	—	—	2 000	8 100
Górny San . . . . .	25 820	112 500	25 000	58 000	45 500	154 000
Średni San . . . . .	63 230	274 800	12 000	52 000	—	—
Dniestr . . . . .	115 800	547 000	—	—	30 000	187 000
Stryj, Opór . . . . .	158 140	700 600	—	—	26 000	119 000
Swica, Łomnica . . . . .	136 230	585 500	—	—	—	—
Bystrzyca . . . . .	73 830	313 600	—	—	—	—
Strypa, Seret . . . . .	30 000	130 000	—	—	—	—
Pрут, Czeremosz . . . . .	230 030	990 900	—	—	—	—
Horyń . . . . .	—	—	—	—	2 000	15 000
Warta . . . . .	—	—	—	—	2 000	10 000

najprędszego rozszerzenia studiów, żeby w kolejności wagi budowy zakładów wodnych nie przeskoczyć zakładu ważniejszego na rzecz mniej wartościowego. Do referatu załączam zestawienie poleconych przez komisję wodną zakładów wraz ze wszystkimi przez nią podanymi informacjami.

Po tych ogólnych uwagach chciałbym przede wszystkim podać na podstawie publikacji P.K.En. z r. 1930 rozkład sił wodnych pod względem ich lokalnego rozmieszczenia, zaznaczając równocześnie, jakie z nich poleca obecnie komisja wodna do wyzyskania w I względnie dalszej kolejności.

Dla objaśnienia cyfr powyższych zaznaczam, że obliczenia P.K.En. z r. 1930 odnoszą się do sił wodnych t. zw. I kategorii, które wykazują moc brutto na 1 km biegu rzeki przynajmniej 200 KM przy średniej wodzie, a spadki przynajmniej 0,5%; moce podane są w KM. Ponadto są to warunki odpowiadające naturalnemu przepływowi wody bez budowy zbiorników wyrównawczych. W cyfrach podanych obecnie komisja wodna uwzględniła już częściowo budowę zbiorników, co wpłynęło na powiększenie zarówno mocy rozporządzalnej (podawanej już w kW) jak i produkcji rocznej w kWh w poszczególnych poleconych projektach.

Dla rozstrzygnięcia pytania, które siły wodne i w jakiej kolejności miałyby być budowane, musimy wziąć pod uwagę następujące momenty:

1. Jakie ilości mocy i energii mają być zaspokojone przez siły wodne.
2. Ustalenie punktów koncentracyjnych, w których dane grupy sił wodnych mają być skupione i stąd wychodzić będą magistrale najwyższego napięcia w głąb kraju.
3. Odległość punktów koncentracyjnych od ośrodków przemysłu względnie od stolicy.
4. Odległość projektowanych zakładów wodnych od granicy Państwa z oznaczeniem stopnia bezpieczeństwa tej granicy.
5. Możliwość uzupełnienia zakładów wodnych rezerwami cieplnymi, a to w pierwszym rzędzie korzystającymi z gazów ziemnych, w drugim rzędzie posiadającymi większe zapasy nagromadzonego węgla.
6. Czas budowy i kosztu budowy poszczególnych zakładów wodnych i linii przesyłowych do najbliższego punktu koncentracyjnego.

Ad 1) Dobrze będzie w pierwszym rzędzie zdać sobie sprawę, ile Państwo nasze dla pokrycia normalnych celów zużywa energii elektrycznej. Z rozważania tego wyłączam od razu zagłębie węglowe, bo cały problem opracowany jest pod kątem widzenia niemożności dowozu węgla z zagłębia. Otóż podczas najwyższej koniunktury w r. 1929, do której doszliśmy znowu w r. 1936, całkowite zapotrzebowanie Państwa z wyłączeniem zagłębia węglowego wynosiło okr.  $900 \times 10^6$  kWh przy szczycie okr. 300 MW

Z cyfry tej na okręg centralny i na Warszawę przypada najwyżej

$400 \times 10^6$  kWh ze szczytem 120 000 kW

Jako dalszą cyfrę orientacyjną przytaczamy, że przy opracowaniu projektu elektryfikacji w r. 1929 przez P.K.En. pod kierownictwem prof. Sokolnickiego, liczone się z zapotrzebowaniem na

rok 1935 dla całego Państwa z wyłączeniem zagłębia węglowego — o kryzysie mowy jeszcze nie było —

w centralnym okręgu		w stolicy	
kWh $\times 10^6$	MW	kWh $\times 10^6$	MW
2150	646	860	232

Z cyfr tych możemy wypośredkować jako nakaz konieczności rozbudowy sił wodnych co najmniej o mocy 300 000 kW i produkcji rocznej  $1200 \times 10^6$  kWh, jeżeli chcemy powstające centrum przemysłu zabezpieczyć, a ponadto zapewnić wszystkim obecnym odbiorcom prądu w miastach i przemyśle dostateczną ilość mocy i energii elektrycznej.

Ad 2) Jako punkty koncentracyjne obieramy istniejące elektrownie albo rozdzielnie, które leżą albo zostałyby zaprojektowane w punkcie ciężkości danej grupy zakładów wodnych:

- a) Dla rejonu warszawskiego elektrownię warszawską.
- b) Dla Pomorza uważamy za punkt taki elektrownie Gródek—Żur Pomorskiej Elektrowni Krajowej.
- c) Dla rejonu wileńskiego elektrownię wileńską.
- d) Dla Górnej Wisły i Soły elektrownię krakowską.
- e) Dla Skawy, Rąby i Dunajca elektrownię w Mościcach.
- f) Dla Sanu przyszlą rozdzielnię 150 kV linii przesyłowej Mościce — Lwów.
- g) Dla Dniestru, Stryja, Swicy, Łomnicy i Bystrzycy elektrownię lwowską (z odskocznią w Daszawie).
- h) Dla Prutu i Czeremoszu elektrownię w Nadwórnie.

Z podanych tu ośmiu możliwości odpadają na razie do dalszego rozważania punkty wymienione pod a) b) c) h), a to ze względów następujących:

a) Głównym źródłem energii wodnej w rejonie warszawskim byłby kanał Bug — Wisła (25 000 kW,  $180 \times 10^6$  kWh); budowa ta nie zależy od energetyków, ale od czynników komunikacyjnych, czy i kiedy kanał ten zostanie zrealizowany. Poza tym wymienia Komisja wodna bardzo drogi zakład wodny na Wiśle w Bielanych (20 000 kW,  $87 \times 10^6$  kWh\*) kosztem 30 milj. złotych i zakład zbiornikowy na Wkrze w Pomiechówku pod Modlinem, gdzie kosztem 10 milj. zł. można uzyskać 10 000 kW i  $15 \times 10^6$  kWh. Te ostatnie dwie możliwości należałoby zostawić do rozważenia elektrowni warszawskiej, względnie do spółki z nią elektrowni okręgu warszawskiego.

b) Z powodu stosunkowo niewielkich mocy i zabsorbowania lokalnego nie wchodzi siły wodne Pomorza w rachubę dla zasilenia stolicy; już dziś elektrownia Pomorska „Gródek” musiała wybudować dla własnych celów pomocniczą elektrownię parową w Gdyni. Rozbudowa dalszych sił wodnych, a przede wszystkim korzystnego zakładu w Koronowie (20 000 kW,  $40 \times 10^6$  kWh) nie zaspoko-

\*) Opis tego zakładu znajdzie czytelnik dalej.

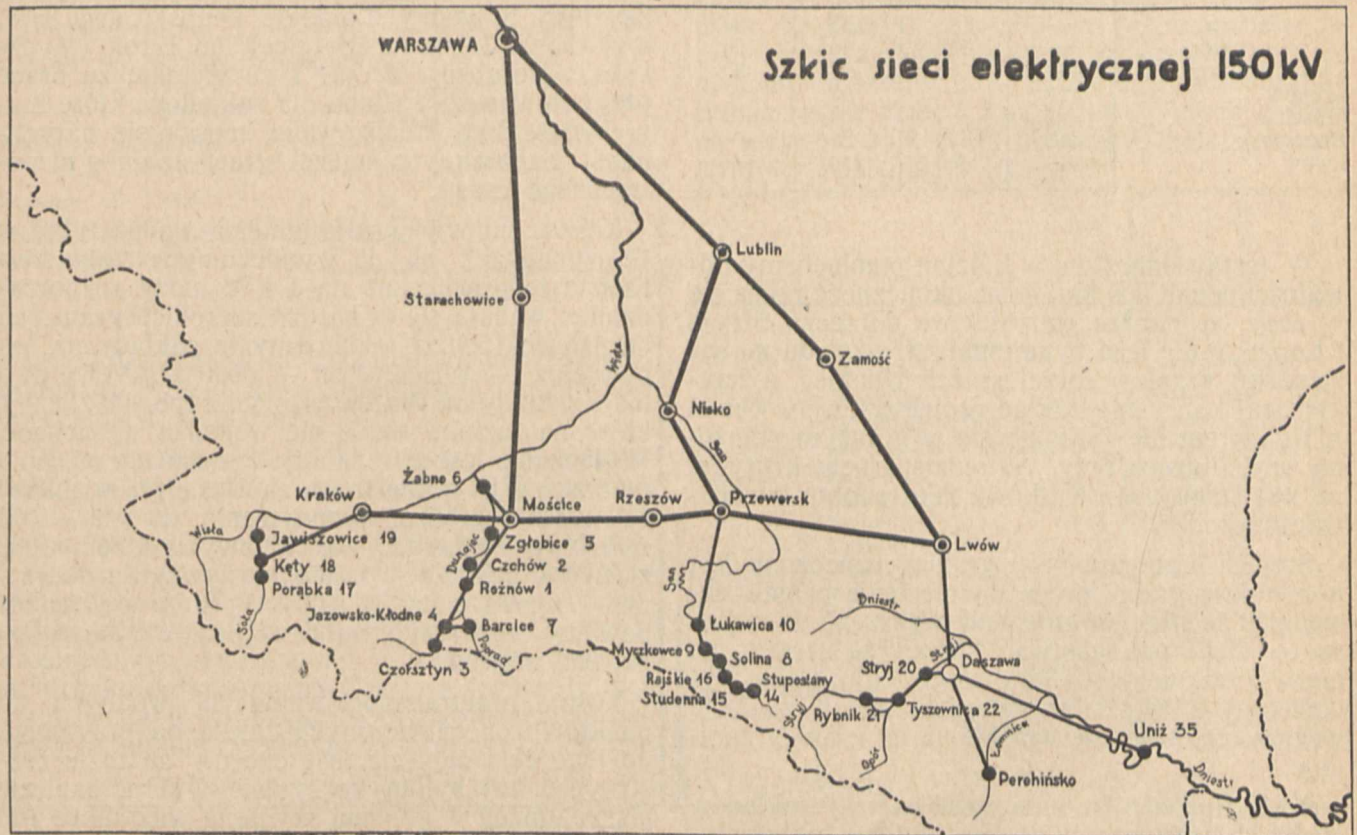


koi głodu elektryfikacyjnego Pomorza, a dla Warszawy (250 km odległości) byłaby budowa ta niewielką pomocą.

c) h) Rejon wileński i rejon Prutu i Czeremoszu są co do bezwzględności znaczenia swego jako

Odległości podane polegają na szkieletie sieci przesyłowej 150 kV, który szematycznie przedstawia załączona mapka.

Dla stuprocentowego zapewnienia dostawy źródeł energetycznych Podkarpacia trzeba w miarę



bardzo poważne rezerwoary energetyczne niezmiernie wartościowe i interesujące, ale ich zupełnie ekscentryczne położenie nie tylko na granicy Państwa, ale przez to samo w bardzo znacznej odległości od centralnych obszarów (Wilno — Warszawa 425 km, Wilno — Starachowice 565 km, Nadwórna \*) — Warszawa 535 km) nie sprzyja na razie ich budowie. Na budowę tych sił wodnych, o ile w tym czasie nie zostaną wykorzystane dla celów lokalnych lub na miejscu dla przemysłu elektro-chemicznego, przyjdzie pora, kiedy nastaną bardziej uregulowane stosunki międzynarodowe.

Zostają jako aktualne 4 punkty koncentracyjne: Kraków, Mościce, Przeworsk i Lwów:

Ad 3) Położenie tych 4 wybranych punktów wobec środków ciężkości odbioru, za które przyjmujemy Warszawę, Starachowice, Lublin i Nisko, przedstawia się w sposób następujący:

	Odległość do Warszawy	Odległość do Starachowic	Odległość do Lublina	Odległość do Niska
Kraków	330 via Mościce	190	300	210
Mościce	256	116	225	135
Przeworsk	305 via Lublin	232 via Mościce	150	60
Lwów	346 via Zamość	346 via Mościce	191 via Zamość	170
Lwów	415 via Nisko-Lublin		263 via Nisko	

budowy poszczególnych punktów koncentracyjnych łączyć je ze sobą główną szyną wysokiego napięcia 150 kV biegnącą z Krakowa przez Mościce — Przeworsk do Lwowa na długości około 300 km.

Ad 4) Przy ocenie wartości ewentualnych zakładów wodnych bez względu na ich odległość od granicy Państwa nie uważamy za najważniejsze niebezpieczeństwo grożące ze strony lotnictwa nieprzyjacielskiego, gdyż pod tym kątem widzenia 100 km mniej czy więcej nie odgrywa zasadniczej roli. Natomiast różnica w odległości od granicy polega na możliwości zupełnego wyłączenia jednego czy drugiego ogniwa elektryfikacyjnego z całości systemu w razie zajęcia pewnego obszaru granicznego przez armię nieprzyjacielską. Teoretycznie możliwości takie odnoszą się zarówno do granicy zachodniej jak i wschodniej względnie do obu równocześnie. Mniej prawdopodobne są dywersje na granicy południowej.

Poniżej podajemy zarówno dla poszczególnych grup zakładów wodnych jak i dla samych punktów koncentracyjnych odległości od poszczególnych granic Państwa w km.

\*) Równocześnie byłby to punkt koncentracyjny dla gazów ziemnych zagłębia bitkowskiego.

	Niemcy	ZSSR	Czechosłowacja	Rumunia
Grupa Soły . . .	70	—	35	—
„ Dunajca . . .	145	—	45	—
„ Sanu . . .	270	270	30	—
„ Stryja . . .	—	190	35	160
„ Łomnicy . . .	—	145	40	100
Uniż n/Dniestrem .	—	65	90	35
Kraków . . . . .	70	—	65	—
Mościce . . . . .	145	—	80	—
Przeworsk . . . . .	260	260	80	—
Lwów . . . . .	—	160	130	—

W zestawieniu tym, w którym pominieliśmy odległości ponad 300 km, jedna okoliczność rzuca się w oczy, że bardzo wartościowe dorzecza Stryja i Łomnicy nie leżą bynajmniej ze względu na sąsiedztwo granicy gorzej aniżeli Dunajec, a nadzwyczaj korzystny zakład projektowany w Uniżu n/Dniestrem nie znajduje się w gorszym położeniu aniżeli grupa Soły. Natomiast trochę krytyczne jest stanowisko Krakowa jako punktu koncentracyjnego.

Stopień bezpieczeństwa granicy oznaczony jest kolejnością granic przez wymienienie państw sąsiednich ze stopniowaniem od większego do mniejszego niebezpieczeństwa. Niemcy są zresztą na pierwszym miejscu tylko dlatego, gdyż ciągle wychodzimy z założenia unieruchomienia zagłębia węglowego, które się właśnie na tej granicy znajduje.

Ad 5) Rozpatrując możliwość budowy zakładów wodnych wykluczamy z góry, aby one były wszędzie zaopatrzone w tak wielkie zbiorniki wodne, któreby pozwalały na ogólne wyrównanie ilości wody. Dla dokładniejszego rozstrzygnięcia tego problemu trzeba by znać zapotrzebowanie mocy i energii ewentualnych nowych zakładów przemysłowych i ich ruchu, czy to ma być stały ruch 24-o godzinny o niezmiennym nasileniu, czy też częściowo w jednej lub dwóch szczytach. Ostrożniej byłoby jednak przewidzieć z góry dla zakładów wodnych uzupełnienie kaloryczne i to w pierwszym rzędzie oparte na gazach ziemnych. Wybrane przez nas punkty koncentracyjne są w tym szczęśliwym położeniu, że oprócz Krakowa znajdują się w bardzo bliskim sąsiedztwie bogatych złóż gazowych, a Mościce i Lwów posiadają już gazociągi łączące się bezpośrednio ze źródłami gazu ziemnego w krośnieńskim, względnie Daszawie. Kraków musiałby uzyskać specjalnie bogate zapasy węgla, a dla Przeworska powstanie zapewne nowa elektrownia wprost założona przy źródłach gazowych.

Licząc się z odkrytymi dotąd źródłami gazu ziemnego dochodzimy do mocy po ok. 30 000 kW w grupie zachodniej (Mościce, Przeworsk) i w grupie wschodniej (Lwów), które to moce są osiągalne, a również wystarczające.

Ad 6) Z notatek przesłanych przez komisję wodną P.K.En. wynika, że na wykończenie rozpoczętej budowy zakładu wodnego w Rożnowie potrzeba 2,5 lat, z czego wypośrodkować można, że całkowity czas budowy z uwzględnieniem zdjęć,

opracowania projektu i prac przygotowawczych trzeba było dla Rożnowa preeliminować co najmniej na 4 lata. Taki mniej więcej czas trzeba przyjąć dla wszystkich zakładów zbiornikowych i dla tych, które wymagają budowy dłuższych sztolni. Dla zakładów o mniejszych robotach ziemnych i wodnych podaje komisja dwa lata, wyjątkowo 1,5 roku (Barcice) lub 1 rok (Myczkowce, Porąbka). Z cyfr tych wynika, że prace przygotowawcze i studia dla zakładów, które mają być szybko zrealizowane, muszą się natychmiast rozpocząć, bo inaczej straci się dużo niepotrzebnego czasu.

Koszta budowy podaje komisja wodna tylko w 13 wypadkach na 35 wymienionych zakładów. Koszta te przeliczone na 1 kW mocy rozporządzałnej wahają się w bardzo szerokich granicach od 415 do 1500 zł. Pomijamy tu zakłady na kanale Bug — Wisła (2600 — 3600 zł/kW) i dwa małe zakłady na Warcie i Horyniu (po 400 zł/kW), które na razie w ogóle nie wchodzi w rachubę. Wylączając jeszcze zakład w Szyłanach na Wilii (415 zł/kW) i w Bielanych na Wiśle (1500 zł/kW) ściśleściami granice rozproszenia do 800—1000 zł/kW w zakładach zbiornikowych i 500—1000 zł/kW w zakładach przepływowych. Dla poprzednio podanej mocy 300 000 kW, którą siły wodne powinny dostarczyć, trzeba się liczyć z kapitałem ok. 250 milj. zł.

Koszta przetransportowania sił wodnych do punktów koncentracyjnych zależą od przyjętego do tego celu napięcia. Nie chcemy na razie rozstrzygać, czy byłoby korzystniej wybrać napięcie niższe aniżeli w głównej szynie, a więc może 100 kV zamiast 150 kV, zwracamy tylko uwagę, że prawie we wszystkich wypadkach wchodzących w rachubę wystarczyłaby budowa o torze pojedynczym  $3 \times 95 \text{ mm}^2$  przy napięciu 100 kV wzgl.  $3 \times 120 \text{ mm}^2$  przy napięciu 150 kV, a tylko wyjątkowo należałoby się uciec do linii dwutorowej  $6 \times 120 \text{ mm}^2$  przy napięciu 150 kV. Według naszych obliczeń przy liniach jednorodowych możnaby jeszcze zastosować drewniane słupy portalowe, których koszt na 1 km linii 100 kV wyniósłby 16000 zł., a przy napięciu 150 kV 28000 zł.

Przybliżony rachunek wykazuje dla sieci dosyłowych i dla potrzebnych stacji transf. inwestycje w granicach 60 do 70 milj. zł.

Na tym kończymy teoretyczne rozważania przygotowawcze i dochodzimy do wniosków praktycznych.

## Wnioski

Ze względu na najdalej posunięte bezpieczeństwo Państwa powinny być równocześnie rozbudowywane siły wodne czterech grup zasadniczych, a to a) Soły, b) Dunajca, c) Sanu, d) dorzecza Dniestru.

Jako punkty koncentracyjne należy rozbudować równocześnie Kraków, Mościce, Przeworsk i Lwów.

Do pierwszej kolejności rozbudowy należy włączyć:

	kW	kWh×10 <sup>6</sup>	zł.×10 <sup>6</sup>
z grupy a) Porabka przy gotowym zbiorniku na Sole . . . . .	20 000	25	10
z grupy b) Różnów (w robocie) . . . . .	50 000	146	40
Czchów . . . . .	10 000	68	10
Czorsztyń . . . . .	15 000	38	8
z grupy c) Solina . . . . .	25 000	58	22
Myczkowce . . . . .	4 000	22	2
z grupy d) Uniź . . . . .	26 000	180	26
koszta sieci łączących z punktami koncentracyjnymi . . . . .			35
Suma . . . . .	150 000	537	153

Z grupy d) podaje Uniź jako jedyny dobrze przygotowany projekt, którego realizacja mogłaby się natychmiast rozpocząć.

Równocześnie należałoby ustawić po jednym dalszym turbozespole w Mościcach i Lwowie, każdy o mocy przynajmniej 15 000 kW dla użytkowania rezerwy opartej na gazie ziemnym i należałoby zamagazynować odpowiednią ilość węgla pod Krakowem. Poza tym należałoby opracować projekt elektrowni podziemnej w zagłębiu krośnieńskim, ewentualnie w zagłębiu daszawskim, jako dalszej rezerwy, której realizacja mogłaby nastąpić równocześnie z zakończeniem budowy zakładów wodnych w Różnowie, Solinie

i Uniżu, projekty te powinny przewidywać moc instalowaną po 15 000 kW.

Jeżeli przechodzę do drugiej kolejności budowy zakładów wodnych, to bynajmniej nie mam na myśli beztróskiego wyczekiwania na wykończenie projektów pierwszej kolejności, ale uważam, że należy natychmiast rozpocząć studia, projekty szczegółowe i prace przygotowawcze do następnych budów, gdyż na ich wykończenie i tak trzeba będzie czekać 5 do 6 lat od chwili decyzji na serio powziętej. Do tej drugiej kolejności należałyby następujące projekty:

	kW	kWh×10 <sup>6</sup>	zł.×10 <sup>6</sup>
z grupy a) Kęty—Jawiszowice na Sole . . . . .	7 000	50,5	5
z grupy b) Jazowsko . . . . .	32 000	145	20
Zgłobice—Żabno . . . . .	18 000	155	12
Barcice na Popradzie . . . . .	2 000	8,1	1,5
z grupy c) Łukawica . . . . .	8 000	30	6
Stuposiany . . . . .	7 500	27	6
Studenna . . . . .	30 000	100	24
Rajskie . . . . .	8 000	27	6
z grupy d) Stryj . . . . .	8 000	49	6,5
Rybnik . . . . .	6 000	25	5
Tyszownica na Oporze . . . . .	10 000	40	10
Perehińsko na Łomnicy . . . . .	25 000	150	25
koszta sieci łączących z punktami koncentracyjnymi . . . . .			36
Suma . . . . .	161 500	806,6	162

#### Zestawienie poleconych przez Komisję Wodną P. K. En. zakładów.

J. p.	Rzeka	Miejscowość	Kolejność budowy	Moc w tys. kW	Produkcja w mio kWh/rok	Całkowita pojemność w mio m <sup>3</sup>	Zbiornik kWh	Czas budowy lat	Koszt budowy w mio zł.
1	Dunajec	Różnów	I	50	145	228			
2	"	Czchów	I	10	40	7,5 I etap	5,7 mio w 6 m warst.	2,5	40
					68	25 II "	28 tys. kWh I etap	2	7 I etap
							470 " " II "		3 II "
3	"	Czorsztyń	I	15	38	38	900 mio w 6 m warst.	2	8
							1,2 " w 9 " "	3,5	
4	"	Jazowsko — Kłodne	II	32	145				
5	"	Zgłobice	II						
6	"	Żabno	II						
7	Poprad	Barcice	II	2	8,1			1,5	
8	San	Solina	I	25	58	169	4,3 " w 6 " "	2,5	22
9	"	Myczkowce	I	4	22			1	2
10	"	Łukawica	I	8	30			2	6
11	"	Międzybrody	II						
12	"	Babice	II						
13	"	Krasiczyn	II						
14	Górny San	Stuposiany	II	7,5	27	25			
15	"	Studenna	II	30	100	40			
16	"	Rajskie	II	8	27				
17	Sola	Porabka	I	20	25	32			
18	"	Kęty	I						
19	"	Jawiszowice	I	7	50,5				
20	Stryj	Stryj	II	8	49				
21	"	Rybnik	II		25				
22	"	Tyszownica	II	12	45				
23	Wkra	Pomiechówek p. Modli-	I	10	15	30			10
		nem							30
24	Wisła	Bielany p. Warszawa	II	20	87				56 bez zbiornika
25	"	Kanał Bug — Wisła	II	25	180	500			90 ze zbiornikiem
									15
26	Brda	Koronowo	I	20	40	30			
27	Wilja	Szyłany	I	12	76	1,5	70 000 kWh w 1 m warst.	2	
28	"	Grzegorzewo		6	36				
29	"	Werki		4	24				
30	"	uj. sw. Żelosy		2,5	15				
31	"	" Zejmiany		4	24				
32	"	Boroszuny		6	36				
33	Warta	Działoszyn		2	10				8
34	Horyń	Aleksandria		2	15				8
35	Dniestr	Uniź		30	187				

Sumując wyniki obu kolejności otrzymujemy ostatecznie

w grupie a) . . .	27 000	75,5	15
w grupie b) . . .	127 000	560,1	91,5
w grupie c) . . .	82 500	264	66
w grupie d) . . .	75 000	444	72,5
sieci dosyłowe . . .	—	—	70
rezerwy gazowe. . .	60 000	200	30 <small>niesumowano</small>
Suma . . .	311 500	1 343,6	315

Wynik ten odpowiada założeniom tak co do mocy potrzebnej na najbliższe lata, jak i co do energii rocznej w kWh.

## Zasoby sił wodnych w centrum kraju

**Z**ESTAWIENIE ogólnych zasobów energii wodnej, wykazuje 5800 milionów kWh dla rzek zakwalifikowanych do I kategorii.

Stosunek tych sił w poszczególnych częściach kraju do przyszłego przewidywanego zapotrzebowania energii (Sprawozdania i Prace P. K. En. z 1930 r.) wynosi dla 1950 roku: 1) w Małopolsce 49%, 2) na Pomorzu 29%, 3) w centrum kraju 5% i 4) na Wileńszczyźnie ponad 100%. Odnosne cyfry dla roku 1965 wynoszą: ad 1) — 22%, ad 2) — 9%, ad 3) — 1,5% i ad 4) — 65%. O ile nawet cyfry przewidywanego zapotrzebowania energii były wygórowane i wskutek kryzysu nieosiągalne w latach 1950 i 1965, to wyprowadzone procenty możliwego udziału sił wodnych zachowują się w tej proporcji w latach późniejszych. Z zestawienia tego wyciągnąć łatwo znane wnioski — że gros źródeł energii wodnej dostarczyć mogą rzeki karpackie, stosunkowo duże dorzecze Niemna na Wileńszczyźnie, wreszcie rzeki pomorskie, a najmniej rzeki w centrum kraju. To też w referacie p. Altenberga\*) opracowanym na tle materiałów dostarczonych przez Komisję Wodną P. K. En. — wysunięte były zakłady wodno-elektryczne w Małopolsce. Materiały dostarczone do tego referatu pokrywały się w zasadniczych liniach z wytycznymi programu rządowego, który na najbliższe lata przewiduje budowę szeregu zakładów wodno-elektrycznych (Porąbka, Rożnów, Czchów, Solina, Czorsztyn, Lesko-Łukawica i t. d.) opartych o duże zbiorniki wodne. Przy kalkulacji ceny energii tych zakładów przyjęto zasadę przeliczenia części kosztów budowy zapór i zbiorników na te działy, które osiągają znaczne korzyści z istnienia tych zbiorników. Wchodzi tu w grę przede wszystkim akcja przeciwpowodziowa i poprawa warunków żeglugi przez wyrównanie odpływów.

Troska o uodpornienie kraju pod względem energetycznym przez możliwe duże uniezależnienie się od węgla kamiennego, tego głównego surowca, lecz niekorzystnie usytuowanego — zmusić może do wykorzystania mniej rentujących się źródeł energii wody, położonych jednakże w centrum kraju.

W odróżnieniu od sił wodnych rzek górskich zwanych potocznie „białym węglem“ — te siły

Niezależnie od tych wyników jeszcze raz wspomniamy o zakładach wodnych rejonu warszawskiego (30 000 kW,  $102 \times 10^6$  kWh,  $40 \times 10^6$  zł), które ze względu na najbliższe sąsiedztwo stolicy są bardzo ważne, ale które powinny wejść bezpośrednio do opracowywanego obecnie projektu rozbudowy elektrowni warszawskiej.

Całość niniejszego opracowania wymaga uzgodnienia z referatami budowy magistrali państwowej, wyzyskania źródeł gazu ziemnego i magazynowania węgla.

Prof. K. Pomianowski i inż. H. Herblich

rzek nizinnych w literaturze występują pod nazwą „zielonego węgla“ — a wykorzystanie ich łączy się zazwyczaj z usprawnieniem żeglugi, przez zwiększenie głębokości na dłuższej przestrzeni rzeki. Przy czym to drugie zadanie często jest dominujące, a więc i znaczna część kosztów może być na ten cel przerzucona. Wychodząc z takich przesłanek podano poniżej dane charakteryzujące dla paru projektowanych zakładów z grupy „zielonego węgla“. Nie wyczerpują one wszystkich możliwości energetycznych polskich rzek nizinnych — nadają się jednak do przestudiowania w pierwszym rzędzie. Przede wszystkim koniecznym będzie zbadanie możliwości technicznego rozwiązania głównie w dwóch kierunkach: odpowiedniego podłoża do fundowania i w niektórych zakładach możliwość przepuszczania materiału wlezonego i unoszonego przez rzekę w czasie wielkich wód. Również sprawa wywłaszczenia gruntów, wobec stosunkowo dużych obszarów przeznaczonych pod zalew, nastęrczyć może trudności natury polityki agrarnej.

Popowo na Wiśle:

Okragło 40 km poniżej Sandomierza stanęłyby zapora ziemna długości 1 500 m. w tym 200 m. jaz ruchomy dla odprowadzenia nadmiaru wód powodziowych. Przy piętrzeniu zwierciadła wody do 10 m. uzyskać można 200.000.000 kWh przy mocy instalowanej około 50.000 kW. Pojemność zbiornika wyniosłaby 450.000.000 m<sup>3</sup>, a powierzchnia zbiornika na długości 35 km cofki wyniosłaby ok. 12.000 ha, w tym 20% koryta rzeki. Całkowity koszt zakładu preliminowany na 60 mio. zł. zawiera główną pozycję na wywłaszczenie gruntów (ok. 60%). Pozycja ta prawdopodobnie ulegnie zmniejszeniu przy bliższej ekspertyzie jakości gruntów i stanu zabudowań. Zakładając koszt i oprocentowanie kapitału włożonego — 7%, amortyzacji w przecięciu — 2%, utrzymania zakładu — 2%, oraz funduszu odnowienia w przecięciu — 2%, razem 13%, otrzymane koszty własne produkcji 3,8 gr/kWh. Cena ta odpowiada założeniu 100% zbycia energii będącej do dyspozycji w przeciętnym roku.

Niewątpliwie znaczna część kosztów tego zakładu będzie mogła być przeznaczona na cele żeglugowe, gdyż odpadnie koszt regulacji Wisły na długości 38 km i to w najdłuższej jej przestrzeni. Pozatym warunki regulacji na tej przestrzeni bę-

\*) Referat ten p. t. „Siły wodne Polski jako źródło elektryfikacji“, znajduje się w niniejszym numerze „Sprawozdań i Prac PKE<sup>n</sup>“.

dą korzystniejsze wobec stworzenia odcinka rzeki o znacznej głębokości i praktycznie stojącej wodzie. Brzegi zbiornika w pobliżu mającego powstać okręgu przemysłowego staną się ponętą okolicą dla rozwoju osiedli willowych i sportów wodnych, jak to ma miejsce zagranicą przy drogach wodnych o stałym poziomie.

Obliczony więc wyżej koszt własny 3,8 gr/kWh obniży się o znaczny procent, a w wypadku niemożności sprzedania całej energii w pierwszym okresie eksploatacji, utrzyma się w granicach paru groszy.

#### W a r s z a w a \*)

Na Bielanych w Warszawie istnieją geologicznie korzystne warunki dla postawienia jazu kanalizacyjnego, piętrzącego do poziomu przelewów burzowych kanalizacyjnych, tj. 2.70 m lub 80.83 m n. p. m. Cofka tego jazu kończyłaby się poniżej ujścia Wilanówki i obejmowałaby całą przestrzeń Wisły w obrębie Warszawy. Miasto odniosłoby z budowy jazu liczne korzyści. I tak: koryto w obrębie miasta wypełniłoby się wodą prawie stojącą, podobnie, jak to ma miejsce np. w Paryżu (Sekwana), lub w Pradze (Wełtawa), co pozwalałoby na ruch statków na całej szerokości koryta, a nie tylko po krętej linii nurtu. W fundamentach jazu może być założony chodnik tworzący stałą i bezpieczną komunikację między obu brzegami, w chodniku tym leżałyby rury wodociągowe, gazowe i przewody elektryczne, obok chodnika pomieściłyby się rury kanalizacyjne lewego brzegu Wisły, co znów pozwoliłoby na założenie jednej wspólnej oczyszczalni ścieków na prawym brzegu, na miejscu dla tego jak najbardziej dogodnym. Pod względem energetycznym jaz przedstawia możliwość uzyskania 81 milj. kWh rocznie, przy instalowanej mocy około 15 000 kW i spadach wahających się w granicach 3.44 m do 1.4 m. Koszt budowy jazu wraz ze służą komorową, z uporządkowaniem względnie podniesieniem wałów i odwodnieniem niskich przestrzeni poza wałami, wyniesie około 27 milj. zł. Przy koszcie rocznym kapitału i utrzymaniu jak poprzednio 13%, przeciętny koszt energii wynosiłby 4.34 gr. za kWh. Wprawdzie nie cała energia 81 milj. kWh dałaby się zużytkować, lecz natomiast część kosztów budowy należałoby zaliczyć na poczet ułatwień żeglugowych, oraz korzyści jakie miasto z budowy jazu odniesie.

#### P o m i e c h ó w e k n a W k r z e.

Dolina Wkry na ogół głęboka, wcięta pozwala w km 5 od ujścia na budowę zapory ziemnej ok. 400 m długości i piętrzenie wody do 14 m. Cofka powstałego zbiornika posiadać będzie 38 km długości, a powierzchnia zalewu obejmuje 3400 ha.

Pojemność zbiornika w użytecznej 2-metrowej warstwie wynosi 77 mio m<sup>3</sup>, co odpowiada akumulatorowi energii w ilości 2,5 mio kWh. Ta pojemność zbiornika, tak znaczna w porównaniu z przepływami Wkry, pozwoli na całkowite wyrównanie odpływów, wyrównywując zmienne prze-

pływy miesięczne, wahające się w granicach od 9,4 m<sup>3</sup>/s (w lipcu) do 34 m<sup>3</sup>/s (w marcu) do przeciętnego 17,9 m<sup>3</sup>/sek.

Nadmiar wody w marcu i kwietniu zostanie zamagazynowany w zbiorniku celem podniesienia niższych przepływów w okresie od maja do listopada, analogicznie nadmiar wody z grudnia pokryje niedobór w styczniu i lutym. W ten sposób nastąpi 100% wyzyskania rocznego dopływu wody, natomiast spadek będzie zmienny i zależny od poziomu wody w zbiorniku. Wahać się on będzie w granicach 9,8 do 13,6 m a średnia jego wartość wyniesie 11,8 m.

Przeciętna produkcja roczna wynosi 15 mio kWh. Wiążąc ten zakład z zakładami cieplnymi i ewentualnym wodnym w Warszawie, nadać mu można wybitnie szczytowy charakter na 1000 godzin użytkowania mocy instalowanej 15 000 kW.

Koszt całkowity budowy obliczono na 12 mio złotych a przy 13,5% oprocentowania kosztów kapitału, eksploatacji, amortyzacji i t. p. wypadła produkcja 1 kWh wyłącznie szczytowej energii — 10,8 grosza.

Łącząc dwa zakłady, na Bielanych i w Pomiechówku, możnaby mieć przynajmniej 30 000 kW instalowanej mocy i blisko 100 mio kWh rocznej produkcji energii. Traktując Pomiechówek jako zakład szczytowy, możnaby znaczną część nawet zmiennego zapotrzebowania energii w Warszawie tymi dwoma zakładami wodnymi pokryć.

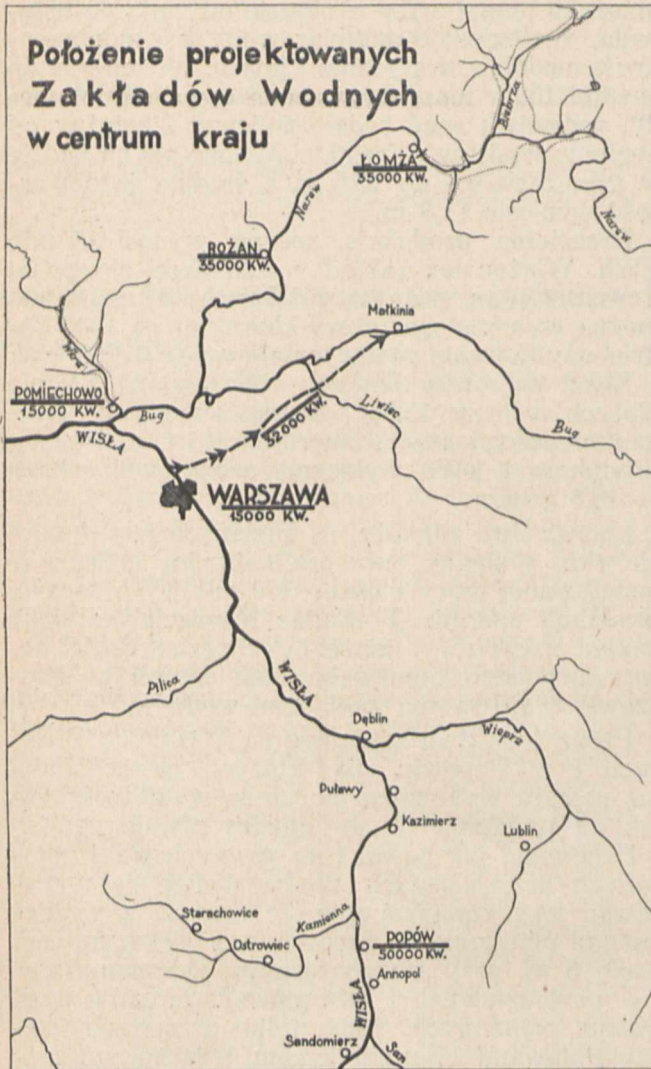
Prócz tych dwu zakładów na Wiśle: na Bielanych i w Popowie, dla których pewne studia już zostały wykonane, nie ulega wątpliwości, że tak na przełomie Wisły między Sandomierzem a Puławami, jak nawet i na pewnych niżej położonych przestrzeniach Wisły, dadzą się wybudować jazy kanalizacyjne, co prawda z niezbyt dużymi piętrzeniami, zapewne nie większymi jak około 5 m, przy równoczesnym wykonaniu wałów powodziowych i odwodnieniu terenów poza wałami położonych. Sama tylko przestrzeń między Puławami i Sandomierzem, o łącznym spadzie prawie 25 m, przedstawia potencjalną wartość energetyczną 500 mio. kWh przy równoczesnym użegłownieniu 100 km przestrzeni rzeki.

#### K a n a ł r o b o c z y B u g — W i s ł a.

20 km powyżej Małkini projektowany jest jaz na Bugu piętrzący wodę o 4 m i regulujący podział wody do kanału roboczego Bug—Wisła, oraz do starego koryta Bugu. W związku z budową tego kanału, łączy się budowa zbiornika koło Włodawy, który według proj. inż. Tillingera pozwalałby na stałe doprowadzenie do kanału 70—80 m<sup>3</sup>/s. Kanał miałby dwa zadania: komunikacyjne i energetyczne. Jako kanał żeglugi o długości 95 km stanowiłby część drogi wodnej Wisła—Dniepr, przyczym jego wymiary dostosowane byłyby do statków 1200 t i zamieniłby odcinek Bugu długości 140 km, który z powodu znacznego spadku, krętości i niskich brzegów nie nadaje się do większej żeglugi. Zadaniem energetycznym kanału roboczego Bug—Wisła byłoby dostarczenie energii elektrycznej dla Warszawy, na potrzeby miasta i kolei. Kanał ten, z przepływem wyrównanym przez zbiornik włodawski pozwoli na zainstalowanie na 4 stopniach w od-

\*) Wstępny projekt tego zakładu ukończono w kilka miesięcy po wygłoszeniu referatu. Szczegóły projektu podane są w streszczeniu na str. 18.

ległości od Warszawy 18, 21, 24 i 80 km — 4 siłownie o łącznej produkcji 180 mio. kWh w ciągu roku. Aczkolwiek dzięki przewidywanym stawom wyrównawczym będzie można liczyć w pewnym



stopniu na regulowanie dopływu do turbin według zapotrzebowania energii, to zasadniczo zakłady te będą miały charakter zakładów przepływowych o na ogół stałej mocy w ciągu doby i znaczna część tej energii będzie niewykorzystana i woda przepuszczana jako „woda jałowa”. Z tych też względów optymistycznie można liczyć na sprzedaż ok. 130 mio. kWh rocznie. Koszt budowy

kanalu wraz ze śluzami, jazem na Bugu i innymi obiektami obliczony jest przez inż. Tillingera na 50 mio. zł. Koszt zaś siłowni, turbin, urządzeń elektrycznych o łącznej mocy 32 000 kW na ok. 15 mio. zł.

Koszt zbiornika o powierzchni 12 000 ha (w czym naturalnych jezior 6800 ha) ok. 30 mio. zł. Razem 95 mio. zł., z czego 50% będzie mogło być odliczone od kalkulacji prądu elektrycznego, jako część obciążająca żeglugę. Przyjmując te same co wyżej 13% kosztów kapitału, amortyzacji i t.p. koszt własny produkowanej 1 kWh wyniesie 4,75 gr przy założeniu, że 50% kosztów całości budowy przejmie żegluga, oraz, że zbyt wyniesie 130 mio. kWh.

Kanał Bug — Narew — Niemien.

Wstępne studia wykazują, że przy skanalizowaniu Narwi na statki 1000-tonnowe, przy wyprostowaniu i znacznym pogłębieniu korytka, oraz budowie zbiornika w Łomży, można stworzyć drogę wodną na długości wraz z jeziorem Łomży 220 km, przy równoczesnym wyzyskaniu siły wodnej na dwu stopniach: w Łomży i Rożanach na spadach 20 m i 12 m, mocy łącznej instalowanej 70 000 kW i rocznej pracy 280 mio. kWh. Zapas wody w warstwie 1,3 m głębokiej w Łomży miałby 980 mio. m<sup>3</sup> pojemności, co odpowiada zapasowi energii 65 mio. kWh. Koszt budowy kanału zbiornika i zakładów wynosiłby około 140 mio. zł., w której to kwocie przeważają koszty wykupna gruntów i robót ziemnych. Gdyby całe koszty budowy miały być przerzucone na zakłady energetyczne, koszt kilowatogodziny wypadłby na 6,5 gr. Zaznaczyć jednak należy, że dzięki ogromnemu zbiornikowi w Łomży, który pozwala na zupełnie dowolne korzystanie z energii, można przyjąć, że 100% energii wyprodukowanej będzie mogło być zużytych.

Zakłady na Narwi wymagają dalszych bardziej szczegółowych studiów i będą bezwzględnie rentowne w związku ze wzrostem przewozów wodnych.

Zestawienie wyżej podanych zakładów wodnych dowodzi, że i w centrum kraju liczyć można na poważne siły wodne, pozwalające pokryć znaczną część zapotrzebowania energii, lecz że wyzyskanie siły wodnej jest tu na ogół ściśle związane z potrzebami żeglugi, na głównych szlakach wodnych.

## Zakład wodno-elektryczny na Wiśle pod Bielanami w Warszawie

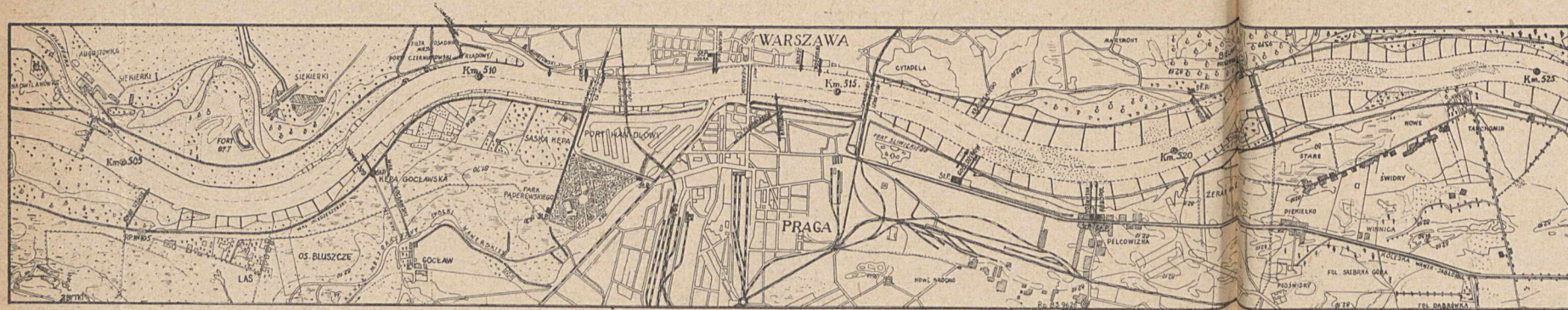
Streszczenie wstępnego projektu, opracowanego dla Pol. Komitetu Energetycznego przez pp. prof. K. Pomianowskiego, inż. H. Herbicha i inż. Z. Żmigrodzkiego.

### I. Zasady projektu i wpływ jazu na stosunki wodne w Warszawie.

#### I. Wstęp.

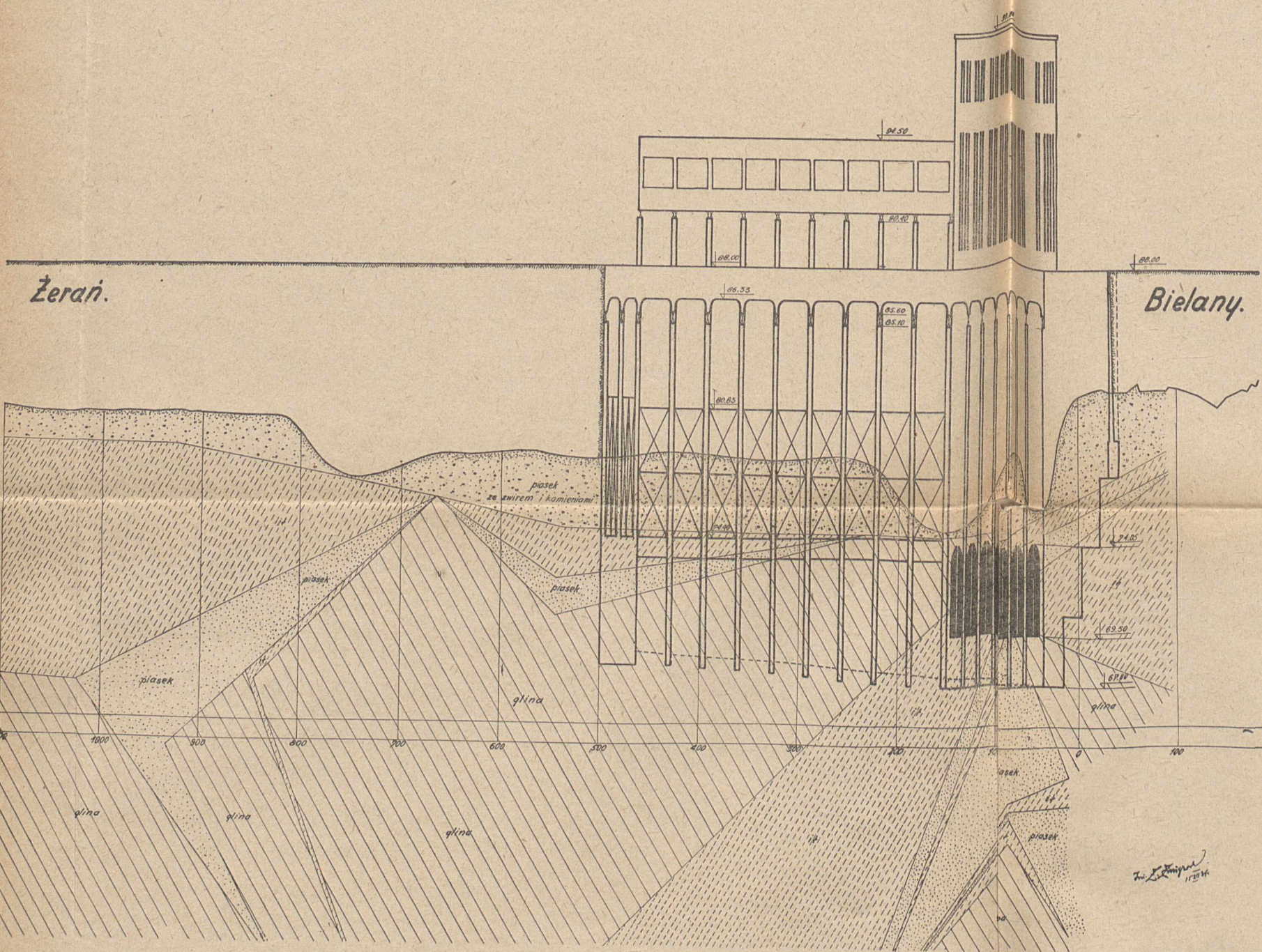
JUŻ w początkach czwartorzędowego okresu geologicznego Wisła, przynajmniej w swym górnym i środkowym biegu, miała zupełnie dobrze wyrobioną dolinę i koryto. Okres lodowy, przez zasypanie korytka i doliny Wisły, spowodował

silne zaburzenia w kierunkach odpływu wód. Gdy okres lodowy minął, Wisła w znacznym stopniu oczyściła swe koryto, i na ogół wróciła w pierwotne łożysko. Jako pozostałość okresu lodowego pozostał jednak pewien nadmiar spadku w środkowym biegu. W stosunku do ilości tocznej wody, wleczonego rumowiska, oraz grubości ziarna rumowiska Wisła w swym środkowym biegu ma spadek za duży. Stąd istnieje na tej prze-

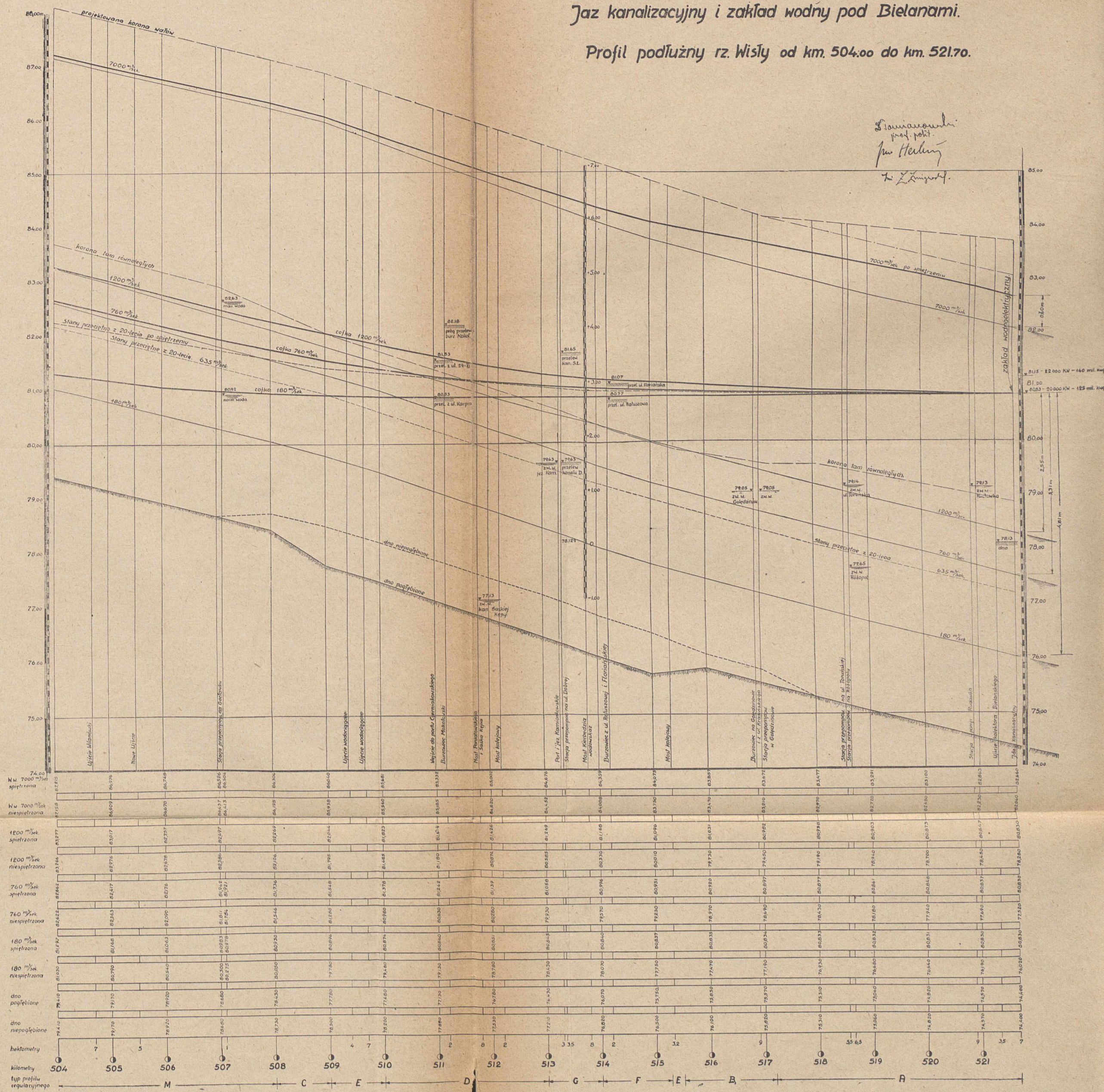


PLAN SYTUACYJNY

Skrócony profil geologiczny w osi jazu



Jaz kanalizacyjny i zakład wodny pod Bielanami.  
 Profil podłużny rz. Wisły od km. 504.00 do km. 521.70.



strzeni tendencja rzeki albo do zdziczenia, albo do pogłębienia koryta.

Każda systematyczna regulacja rzeki, przez skrócenie biegu oraz skoncentrowanie siły erozyjnej rzeki na zwężone koryto, ułatwiając zatem przepływ tak wody jak i rumowiska, wywołuje dążenie rzeki do zmniejszenia spadku i ustalenia się nowej równowagi między trzema czynnikami: spadkiem, ilością wody i ilością rumowiska. Rzeka zmniejsza spadek erodując dno i pogłębiając koryto.

Zjawisko erozji dna i zmniejszenia się spadku wystąpi przy systematycznej regulacji Wisły tym jaskrawiej, że rzeka ma już i w obecnym dzikim stanie pewien nadmiar spadku.

Pogłębienie się dna i koryta rzeki jest zawsze pożądane, o ile zachodzi w pewnym niezbyt dużym stopniu. Nadmierne pogłębianie się rzeki jest zawsze szkodliwe, tak ze względów melioracyjnych jak i żeglugowych, jak i w końcu ze względu na możliwość obnażenia się fundamentów budowli, stojących w korycie rzeki. Nadmiernemu pogłębianiu się rzeki musi być położona pewna granica, która da się osiągnąć dwoma sposobami: 1) albo przez wbudowanie w stosunkowo niedużych odstępach w dno regulowanego koryta silnych progów, albo 2) skoncentrowanie nadmiaru spadku w dogodnych punktach na jazach, w rzece żeglownej, na jazach kanalizacyjnych.

Ponieważ Wisła musi być systematycznie uregulowana, liczyć się trzeba z tym, że w miarę postępującej i realizującej się regulacji, ujawni się pewien nadmiar spadku, który będzie najłatwiej koncentrować na jazach kanalizacyjnych. Jest rzeczą oczywistą, że już i obecnie, zanim systematyczna regulacja została na pewnych odcinkach przeprowadzona, jazy takie mogą być w dogodnych i odpowiednich miejscach zbudowane, tworząc następnie z przeprowadzoną regulacją pewną organiczną całość.

W obrębie Warszawy stany wody na Wiśle wahają się w granicach powyżej 7-metrowych. Wobec tak znacznych różnic w poziomach wody urządzenia miejskie, związane ze stanami Wisły, musiały być założone na tak wysokim poziomie, aby były zupełnie od zalewu ochronione lub przynajmniej aby nie były zbyt często zalewane przez wielkie wody rzeki. W projekcie kanalizacji miasta jako poziom najniższy dla wylotów burzowców kanalizacyjnych uznano poziom, odpowiadający odczytowi wodowskazu na moście Kierbedzia + 2,70 m. Wynika z tego, że gdyby poniżej Warszawy wykonać piętrzenie jazem do poziomu + 2,70 m. na wodowskazu Kierbedzia, względnie do rzędnej 80,83 m. nad poz. morza, wszystkie normalne urządzenia kanalizacyjne i odwadniające na terenie Warszawy znajdują się ponad poziomem piętrzenia i nie będą jeszcze normalną cofką tego jazu dotknięte. Oczywiście znajdują się i teraz na terenie Warszawy miejsca tak niskie, że już przy stanie Wisły + 2,70 m. a nawet przy stanach jeszcze niższych tereny te leżą poniżej granicy, pozwalającej na ich grawitacyjne odwodnienie do Wisły. Tereny te albo już posiadają swoje odrębne stacje pomp, podnoszących wody opadowe i ścieki do wyższego poziomu, albo mają przewidziane w przyszłości takie urządzenia. Przez piętrzenie Wisły jazem do poziomu + 2,70 m

a nawet + 3,00 m. w tych punktach zmieni się tylko okres czasu pompowania w ciągu roku, a mianowicie okres ten się przedłuży, ewentualnie zmieni się także wysokość podnoszenia na pompach. Po wybudowaniu jazu, wysokości pompowania będą na ogół większe, i nie spadną poniżej granicy odpowiadającej poziomowi piętrzenia.

Piętrzenie jazu w czasie niskich i średnich stanów będzie stosunkowo wysokie. W czasie wielkiej wody i stanów najwyższych przez wykonanie ruchomej konstrukcji jazu będzie piętrzenie ograniczone do małej wartości, przyjętej w projekcie na 0,6 m. Cofka piętrzenia wielkiej wody sięgnie praktycznie biorąc po Czerniaków, a na moście Kierbedzia będzie wynosić już tylko 26 cm. Podniesienie korony wałów powodziowych, wywołane budową jazu, będzie zatem zupełnie nieznaczne i na ograniczonej przestrzeni. Gdy wały te muszą istnieć i teraz ze względu na potrzebę ujęcia w korycie rzeki wielkich wód, cofka normalnego piętrzenia jazem pomieści się w obrębie wałów bez potrzeby wykonania żadnych dodatkowych robót. Wynika z powyższego, że stosunki wodne zasadniczo pozwalają na budowę jazu piętrzącego w obrębie Warszawy.

Wisła jest rzeką nizinną, płynącą przeważnie w głębokich alluwiach oraz osadach dylluwialnych. Ponieważ tak alluvia jak dylluwia składają się z uworów niemal wyłącznie przepuszczalnych, zachodzi pytanie, czy istnieją geologiczne warunki, pozwalające na budowę jazu w obrębie Warszawy.

Terenowo najkorzystniejszym miejscem na budowę jazu są Bielany, gdzie jaz może być oparty lewym przyczółkiem o wysoki brzeg bielański.

W tym profilu wykonane wiercenia wykazują bardzo płytko bo około 4,0 m. pod dnem rzeki leżące igły glacialne i trzeciorzędowe.

Iły są idealnym podłożem dla fundowania jazu, podłożem zupełnie nieprzepuszczalnym, a równocześnie dostatecznie wytrzymałym. Iły leżą tak płytko, że można będzie łatwo wykonać jaz w otwartym wykopie, otaczając go bitymi żelaznymi ściankami szczelnymi, i dzieląc budowę na dwa etapy, po połowie długości jazu, w każdym z etapów.

Budowa jazu piętrzącego pod Bielaniem da cały szereg gospodarczych korzyści dla Państwa i miasta Warszawy. Jaz ten będzie jazem kanalizacyjnym, tworzącym w obrębie Warszawy jedno poziome stanowisko wody, która wypełni koryto od brzegu do brzegu. Jaz będzie uzupełnieniem regulacji rzeki w obrębie miasta, dającym te korzyści, jakich samymi tylko robotami regulacyjnymi nie można osiągnąć, a mianowicie dostateczne żeglowne głębokości na całej szerokości koryta. Ruch statków będzie się mógł odbywać nie jak dotychczas tylko po krętej linii zmiennej i stale na nowo wytyczanego nurtu, lecz swobodnie na całej szerokości rzeki. Przystanie i ładowanie będą mogły być również rozmieszczone prawie dowolnie na obu brzegach rzeki. Znikną z koryta wyspy piaszczyste, często przy niskich stanach zajmujące  $\frac{2}{3}$  koryta rzeki. Rzeka będzie przedstawiać się jako jedno jezioro 400 m. do 600 m. szerokości, ciągnące się na kilkanaście kilometrów od Bielania poza Czerniaków. Jezioro to



będzie miało bezpośrednią łączność z płaszczyznami wodnymi na portach Saskiej Kępy i Żerania.

Wały usypane z piasku wydobytego z koryta rzeki, staną się bulwarami miejskimi, zarazem ulicami prowadzącymi na most bieleński. Niskie przestrzenie będą obecnie zalewanym korytem rzeki, a leżące na praskim i warszawskim brzegu poza wałami, na przestrzeni między jazem a mostem kolejowym, w obszarze 130 ha będą piaskiem z koryta rzeki zarefultowane, i stworzą obszerne tereny sportowe, parkowe i budowlane. Miasto zyska nowe tereny w miejscu obecnych łąk i piaszczystych odsypisk.

W progu jazu, w jego fundamentach, znajdują pomieszczenie: 1) przejście dla pieszych przynajmniej  $4,0 \times 3,0$  m. światła, 2) przewody kanalizacyjne, odprowadzające ścieki z całej Warszawy do wspólnej oczyszczalni ścieków dla Warszawy i Pragi, położonej po prawym brzegu, według już opracowanego wstępnego projektu, 3) przewody wodociągowe, gazowe i elektryczne, łączące oba brzegi Wisły, co jest również bardzo ważne dla miasta na wypadek powikłań wojennych. Na filarach jazu stanie most jezdny, który w tym miejscu był i tak przewidziany w ogólnym programie rozbudowy Warszawy.

Przy piętrzeniu do  $+2,70$  m. ilość energii jaka się da na spadzie jazu uzyskać wynosi 125 mio. kWh rocznie, przy instalowanej mocy 20.000 kW i poborze wody  $760 \text{ m}^3/\text{sek}$ . Z obliczeń hydrologicznych wynika, że 85% całej ilości wody jaka w ciągu roku toczy Wisła, przejdzie użytecznie przez turbiny, a tylko 15% będzie w czasie wysokich stanów bezużytecznie przez jaz przepuszczonych. Rozkład energii w poszczególnych miesiącach jest bardzo równomierny, miesiące dużej konsumpcji energii jak grudzień i styczeń mają jeszcze dostatecznie dużą produkcję energii, 95,5 i 103% w stosunku do przeciętnej miesięcznej, dopiero luty wykazuje spadek produkcji do 87% przeciętnej miesięcznej, przy równoczesnym jednak już się objawiającym w tym miesiącu spadzie konsumpcji energii. Przy rocznym całkowitym rozbiórce energii w okręgu Warszawie, który w roku 1937 wynosił okragło 250 mio. kWh, cała produkcja energii na jazie pod Bielekami będzie niewątpliwie rozebrana. Energia ta może być oddana po tak niskiej cenie, że pewne przemysły, wymagające taniej energii, przy ciągłej pracy w ciągu roku, będą z niej napewno korzystać, tym bardziej, że dzielnica przemysłowa miasta jest projektowana w bliskości Bielek. W razie wybudowania zbiornika na Wkrze koło Modlina, połączone oba zakłady wodne na Wiśle pod Bielekami i na Wkrze będą dysponować razem mocą instalowaną około 40.000 kW i sumą roczną produkcji energii około 155 mio. kWh. Na wypadek przerwy w dostawie węgla, dwa te zakłady będą w stanie pokryć najkonieczniejsze zapotrzebowanie energetyczne okręgu warszawskiego, przyczem zakład zbiornikowy będzie pracował na szczyty, zakład bieleński na podstawie.

Zamknięcie koryta rzeki jazem oraz zmniejszenie prędkości wody przepływającej rzeką powyżej jazu, musi spowodować zatrzymanie toczącego piasku w korycie i tworzenie ławic w cofce piętrzenia. Ławice te muszą być periodycznie usu-

wane i koryto utrzymane w stanie czystym. W tym celu koryto rzeki musi być owałowane, tak w obrębie miasta jak i poniżej jazu. Wały muszą stanąć w odstępie przewidzianym projektem regulacyjnym, równoległe do siebie po obu brzegach, aby się uniknęło tworzenia zatorów lodowych i aby koryto rzeki zostało skoncentrowane, a rzeka otrzymała dostateczną siłę erozyjną dla przenoszenia swego rumowiska. Ponieważ w swoim czasie wykonane roboty w obrębie Warszawy między Czerniakowem a mostem Kierbedzia, na skutek zważenia koryta wielkich wód wywołały erozję koryta w górnym odcinku rzeki, a podniesienie koryta blisko o 1 m. w dolnym odcinku, między Czerniakowem aż poza Bieleki, musi być przeprowadzona systematyczna regulacja rzeki wraz z owałowaniem jej na przestrzeni poniżej Bielek, na najbardziej zdziczałym odcinku rzeki, przez co osiągnięte się przywrócenie pierwotnego poziomu dna rzeki pod Bielekami, t. j. obniżenie obecnego poziomu dna o około 1,0 m, a równocześnie ułatwi się żeglugę między Modlinem a Warszawą i zapewni swobodny odpływ tak piasku jak i lodów na tym odcinku rzeki. Niebezpieczeństwo tworzenia się zatorów poniżej Warszawy zniknie. Kanalizacja rzeki w obrębie Warszawy będzie uzupełnieniem regulacji i da korzyści żeglugowe, nieosiągalne za pomocą samych tylko robót regulacyjnych.

Gromadzący się w korycie w czasie średnich stanów piasek, będzie periodycznie w czasie wysokich stanów wypłukiwany. Ponieważ próg jazu będzie leżeć na poziomie przyszłego obniżonego dna rzeki, a w czasie najwyższych stanów piętrzenie na jazie wyniesie zaledwie 60 cm, w okresie wysokich stanów, t. j. wtedy, gdy są toczony największe ilości piasku, stosunki wodne w obrębie cofki jazu nie ulegną żadnej zmianie w stosunku do stanu jaki istniał przed budową jazu. Natomiast regulacja rzeki i systematyczne jej owałowania, które muszą być wykonane równocześnie z budową jazu, ułatwią odpływ kry i piasku, i to tak w obrębie miasta jak i poniżej, między Warszawą a Modlinem.

Przebież Wisły poniżej mostu kolejowego ma być podług projektu regulacji, obwałowana na wielkie wody w odstępie 900-metrowym. Gdy Wisła w obrębie Warszawy ma rozstaw wałów, względnie podsypywanych wysokich brzegów 450 — 600 m, zaś długość jazu z zakładem i śluzami wynosi 500 m. pozostawienie odstępu wałów 900 m. między mostem kolejowym a Bielekami stworzyłoby worek, w którym musiałyby powstać zatory. Rozstaw wałów musi być zatem na tej przestrzeni zmniejszony do 600 m, co pozwoli odzyskać z koryta rzeki około 130 ha terenów. Tereny te zarefultowane piaskiem z Wisły na wysokość 3 — 4 m będą bardzo pożądanymi w tych dzielnicach terenami sportowymi, parkowymi a nawet budowlanymi. Wartość terenów odzyskanych z koryta znacznie przewyższy koszt samego refultowania, zwłaszcza że na wałach będą wybudowane szerokie nadbrzeżne ulice.

Kwestia osadzania się toczącego przez rzekę rumowiska jest aktualną przy wszystkich jazach budowanych na rzekach toczących rumowisko.

Osady te usuwa się z koryta rzeki za pomocą periodycznego płukania koryta. Klasycznym przykładem takiego płukania na jazach rzecznych są zakłady wodne na Rodanie w Chèvres i Chancy-Pougny. Pierwszy zakład musi wypłukiwać olbrzymie ilości bardzo grubego rumowiska jakie do rzeki się dostaje z dopływu Rodanu Arvy, drugi musi przedrzeć w dół rzeki wypłukane w Chèvres rumowisko, jak również i to, które na przestrzeni pośredniej jest przez dopływy Rodanu wniesione. Dwadzieścia dwa razy płukane koryto Rodanu w Chèvres w okresie od roku 1899 do 1936, usunęło podług Lugeona z koryta rzeki łącznie 2.294.500 m<sup>3</sup> rumowiska. Dwukrotne płukanie w r. 1929 i 1930 Rodanu w Chancy-Pougny usunęło łącznie pół miliona m<sup>3</sup> rumowiska. W Warszawie nie ma zatem również obawy, aby gromadzone w korycie piaski nie dały się usunąć, i mogły zanieść koryto w stopniu utrudniającym żeglugę. Płukanie koryta może się odbywać dwa razy do roku w czasie wiosennych i letnich przyborów wody, i może trwać w sumie kilka, około 2 — 4 dni w ciągu roku.

W czasie wielkich wód stany wody w rzece się podnoszą, a spady użyteczne na jazie maleją tak, iż zmniejsza się wielkość mocy zakładu, spadając aż do zera przy stanach najwyższych. Obliczenie rocznej produkcji energii uwzględnia okresowy krótkotrwały postój zakładu.

W okresie wiosennych i letnich wezbrań Wisły, gdy jaz dla płukania koryta będzie całkowicie otwarty, z tych samych przyczyn, które wywołują wezbrania Wisły, będą przepełnione zbiorniki karpackich jej dopływów, jak również zbiornik na Wkrze pod Warszawą. Wszystkie zakłady wodne, stojące na rzekach będą miały nadmiar wody i energii tak, że czasowy deficyt energii i mocy, wywołany przez postój zakładu bielańskiego w okresie kilku (2 do 4-eh) dni w roku, będzie z nadmiarem pokryty przez wzmózoną pracę innych zakładów wodnych. W ten sposób wielkie wody, które będą musiały być bezużytecznie przepuszczone przez zakład bielański, wykonają potrzebną pracę na spadach innych rzek karpackich, których zakłady będą włączone z Bielanami w jednolity system elektryfikacyjny liniami na Lublin i Częstochowę.

## 2. Krzywa cofki piętrzenia.

Dla obliczenia cofki piętrzenia ustalono przede wszystkim współczynniki oporów ruchu podług wzorów Maninga, który daje te same wyniki, co wzór Kutter-Ganguilleta, przy znacznie bardziej uproszczonej formie wzoru. Dla tego wzoru współczynnik oporów  $k = \frac{1}{n}$  wyznaczono na podstawie pomiarów rzeczywistego przepływu wody przy pewnych stanach na wodowskazie Kierbedzia, oraz przy pomierzonych spadach zwierciadła wody. Obliczenie to wykazało, że współczynnik  $k$  otrzymuje tym wyższą wartość, im jest większym napełnienie koryta, czyli im jest większy promień przekroju, względnie średnia głębokość. Gdy cofka musiała być liczona dla stanów jakie się ułożą w uregulowanym korycie rzeki, przeliczono także współczynnik  $k$  dla napełnień

koryta, przewidzianych w projekcie. Na podstawie tych danych wykreślono bieg współczynników oporu  $k$ , i dla każdej średniej głębokości oraz projektowanego spadu przyjmowano w obliczeniu odpowiednią wartość współczynnika.

Cofkę liczono dla czterech przepływów, a mianowicie: odpowiadającego najniższemu stanowi i przepływowi 183 m<sup>3</sup>/sek., dla wody roboczej z ilością przepływu 760 m<sup>3</sup>/sek. i w końcu dla wielkiej wody, przewidzianej w projekcie 7.000 m<sup>3</sup>/sek., która odpowiada prawdopodobieństwu pojawienia się raz na 100 lat. Celem obliczenia wysokości podnoszenia na przelewach burzowych wód burzowych z kanalizacji miejskiej, obliczono dodatkowo stany wody i cofkę, odpowiadającą objętości przepływu 1.200 m<sup>3</sup>/sek., która przepływa obecnie przy stanie + 2,7 m na moście Kierbedzia. Wieloletnie obserwacje wykazały, że przy tej ilości wody w Wiśle nie zdarzają się już równoczesne opady burzowe o wysokim natężeniu, które wymagałyby uruchomienia pomp burzowych na przelewach kanalizacyjnych.

Cofka była liczona ruchem zmiennym przy uwzględnieniu różnic prędkości w następujących po sobie profilach, przy czym wysokość prędkości odzyskaną w niższej leżącym profilu przyjmowano w 60% wartości teoretycznej, zaś tam, gdzie trzeba było wytworzyć zwiększoną prędkość w profilu niżej położonym, przyjmowano stratę wysokości równą 120% teoretycznej wysokości prędkości. Gdy projektowane przekroje są dwudzielne, ze znaczną różnicą średnich głębokości w części środkowej i częściach bocznych, traktowano oddzielnie część środkową i boczną, wyznaczając dla każdej z nich odpowiedni współczynnik  $k$  i średnią prędkość w przekroju, przy tym samym spadzie jednostkowym tak, aby suma przepływów była równa danej objętości wody.

Obliczenie wykonywano dla przekrojów odległych co 1 km, gdyż przy bardzo małych spadach zwierciadła wody okazało się, że przyjęcie bliższych profili nie daje dokładniejszych wyników. Obliczenie prowadzono do przekroju, w którym różnica między zwierciadłem wody spiętrzoną a niespiętrzoną wynosi kilka cm. Teoretycznie cofka kończy się w nieskończoności.

Z profilu podłużnego wynika, iż cofka przy najniższych stanach sięga poza ujście Wilanówki, przy stanach odpowiadających wodzie roboczej kończy się koło ujścia Wilanówki przy najwyższych wodach już pod mostem Kierbedzia wpływ cofki piętrzenia jest bardzo mały, i wynosi 26 cm, a na moście Poniatowskiego 19 cm.

## 3. Zmiana wysokości podnoszenia do Wisły wód melioracyjnych i kanalizacyjnych.

Na skutek wybudowania piętrzącego jazu na Bielanach, zmieni się wysokość podnoszenia wód opadowych na stacjach pomp, które już istnieją, lub też będą w przyszłości dopiero wybudowane na obu brzegach Wisły. Istnieją dwa typy tych stacji, melioracyjne, t. j. takie, które podnoszą wody z potoków i jezior, są to: na lewym brzegu stacja pod Czerniakowem, na Rudawce pod Bielanami i na prawym brzegu z lotniska w Goła-

wiu oraz Spółki Wodnej Wawerskiej, podnoszącej wody z jeziora Kamionkowskiego, w końcu z rowów melioracyjnych odwadnianych w ul. Toruńskiej. Drugi typ stacji to są te, które podnoszą wody burzowe z kanalizacji miejskiej tam, gdzie poziom przelewu na burzowcu leży poniżej pewnych stanów wody na Wiśle. Są to projektowane burzowce na ul. 29 Listopada i dawnej Karpiej, dwa burzowce w ul. Dobrej z kolektora *D i SŁ* na warszawskim lewym brzegu Wisły, burzowiec Saskiej Kępy, koło mostu Poniatowskiego, Floriańskiej i Ratuszowej na Pradze, na Gołędzinowie i na Różopolu, na prawym brzegu Wisły. Burzowce odprowadzające wody opadowe z wysoko położonego brzegu warszawskiego, których wyloty nie są podtopione nawet przy najwyższych stanach wody na Wiśle, są to burzowce: Mokotowski, Alei Trzeciego Maja, Karowej, Bolesć, Kościelnej, Krasińskiego. Na te burzowce, które obejmują przeważną część zlewni miejskiej w Warszawie, wybudowanie jazu na Bielanych nie będzie miało żadnego wpływu.

Dla określenia wywołanej budową jazu zmiany w wysokości podnoszenia na stacjach pomp wyznaczono dla każdego położenia stacji pomp, wysokości podnoszenia przed budową jazu i po jego budowie dla stanów najniższych, absolutnie przeciętnych, odpowiadających przepływowi 1.200 m<sup>3</sup>/sek. i najwyższych.

Dla obliczenia sumy pracy rocznej na pompach podnoszących wody melioracyjne, miarodajnym jest spad absolutnie przeciętny w roku, przy czym dla rozmiaru instalowanej mocy jest miarodajny najwyższy poziom piętrzenia w rzece przy przepływie 7.000 m<sup>3</sup>/sek., lecz przy równoczesnym zmniejszonym dopływie do pomp wody deszczowej. Przy pompach obsługujących burzowce, dla obliczenia rocznej sumy pracy jest miarodajny przeciętny stan wody na Wiśle, natomiast dla mocy instalowanej, jest miarodajny stan wody, odpowiadający przepływowi 1.200 m<sup>3</sup>/sek., gdyż, jak obserwacje wieloletnie wykazały przy stanach na moście Kierbedzia wyższych jak + 2,70 nie zdarzają się już opady o wysokim natężeniu.

#### 4. Wielkość mocy instalowanych i sumy rocznej pracy na kanałach burzowych miejskich.

Na stacjach pomp kanalizacyjnych wody burzowe będą podnoszone przez pompy od chwili, w której zwierciadło ścieków zrówna się z poziomem przelewu, względnie osiągnie poziom odpowiadający podwójnemu max. przepływowi ścieków. Do różnicy między tym poziomem a poziomem wody w Wiśle dodano jeszcze 1,0 m spad na straty w kanałach dopływowych i odpływowych z pomp. Strata ta będzie zmienna zależnie od wydajności pomp, t. j. liczby jednostek równocześnie w ruch puszczonych. Przyjęcie przeciętnej straty wysokości 1,0 m wydaje się zupełnie wystarczającym.

Jeśli pominiemy burzowce z górnego miasta, których krawędzie przelewów leżą znacznie powyżej wszystkich, nawet najwyższych stanów Wisły, pozostaje do rozpatrzenia tylko 8 burzowców, z tego cztery po stronie warszawskiej i cztery po stronie praskiej.

Moc instalowaną na stacjach pomp liczono dla max. wysokości podnoszenia przy przepływie w Wiśle 1.200 m<sup>3</sup>/sek. oraz dla ilości wód burzowych obliczonych z generalnego projektu kanalizacji Warszawy. Roczna ilość pracy na stacji pomp liczono z przeciętnej wysokości podnoszenia, mało co zresztą różnej od poprzedniej, oraz rocznej ilości wód burzowych.

Z kilkuletnich obserwacji na ombrometrach samopiszących można wnosić, że ilość krótkotrwałych opadów burzowych w ciągu roku, takich, które dadzą wody burzowe w sieci kanalizacyjnej, a zatem o sumie opadu wyższej jak 4 mm, odpowiadających retencji terenowej i kanałowej, wynosi około 120 mm, t. j. okragło 22% rocznej sumy opadów. Należało przyjąć, że z opadów burzowych na retencję terenową, retencję kanałową, parowanie i wsiąkanie odpada tylko mały procent, ze względu na krótki czas trwania deszczu i odpływu. Przyjęto zatem w mieście odpływ w wysokości 80 — 90%, na terenach częściowo zabudowanych Saskiej Kępy 60%, prawie niezabudowanych Gołędzinowa i Różopolu 50%.

Te przyjęcia pozwoliły wyliczyć całkowitą roczną ilość wód burzowych, która musi być na stacjach pomp podniesiona, a z niej roczną sumę pracy pomp, wyrażoną w kWh. Założono, że sprawność transformatorów, względnie linii przesyłania wynosi 95%, motorów 90%, pomp 60%. Tak wyliczona suma przeciętnej rocznej pracy na pompach przelewów burzowych wyniesie 89.741 kWh, okragło 90.000 kWh.

#### 5. Wody normalne i burzowe, pochodzące z melioracji przybrzeżnych gruntów.

Dla stacji pomp melioracyjnych zestawiono obszar dorzecza, max. obliczonych wód burzowych, następnie obliczono moc instalowaną z ilości max. wód burzowych, i stanu na Wiśle, odpowiadającego przepływu 1.200 m<sup>3</sup>/sek. Sumę kWh w roku obliczono z różnicy poziomów między dopuszczalnym stanem na kanale melioracyjnym, a poziomem absolutnie przeciętnym spiętrzonej Wisły, dodając do tego straty na kanałach wlotowych i wylotowych w wysokości 1,0 m i przyjmując, że z całej sumy opadów w Warszawie, wynoszących 550 mm w ciągu roku, wyparowuje około 250 mm, do odpływu dostanie się 300 mm, t. j. 300.000 m<sup>3</sup> z 1 km<sup>2</sup>. Obliczona na tej zasadzie cała ilość wody, która musi być na stacji pomp podnoszona, odpowiada dla danej wysokości tłoczenia pewnej sumie kWh.

Rozpatrywać należy 5 punktów, w których zbierać się będą wody, pochodzące z odwodnienia gruntów. Z tych t. z. Nowe Ujście, stanowi kanał melioracyjny, odcinający od Gocławka i jeziora Kamionkowskiego 74,2 km<sup>2</sup> zlewni. Ujście to, projektowane w km rzeki 505,50, ma spiętrzoną wodę przy stanach absolutnie przeciętnych o 18 cm, przy stanach najwyższych o 8 cm. Gdy musi być ono zaprojektowane na przeprowadzenie wód burzowych w ilości 9,0 m<sup>3</sup>/sek. przy stanach wyższych niż absolutnie przeciętne, kilkucentymetrowa różnica stanów między stanem przed i po budowie jazu nie usprawiedliwiłaby potrzeby budo-

wy tu stacji przepompowania wód melioracyjnych. Stanie tu zatem zwykły przepust, zamknięty w czasie wysokich stanów wody na Wiśle, przy czym wody przez ten czas dopływające z dorzecza, będą się czasowo magazynować w pojemności kanału melioracyjnego.

Pierwszym zakładem pompowym będzie stacja pomp na kanale Gocławskim, odwadniającym lotnisko cywilne.

Przeciętna wysokość podnoszenia wyniesie tu 0,733 m, dobowe zużycie energii 208 kWh, a roczne 57.800 kWh zamiast 42.000 kWh, obliczonych dla rzeki niespiętrzanej. Zaznaczyć jednak należy, że cyfry powyższe odnoszą się do stanu obecnego, przed budową Nowego Ujścia. Po jego wybudowaniu suma zapotrzebowanej energii zmniejszy się w stosunku do obszaru zlewni, a zatem wyniesie 0,45 obliczonej poprzednio wartości, t. j. 26.000 kWh.

W jeziorze Kamionkowskim będą się zbierać wody z dorzecza o obszarze 8,90 km<sup>2</sup>. Przyjmując, że w roku odpłynie z tego dorzecza 300 mm opadu, t. j. w sumie 2,67 mio. m<sup>3</sup>, oraz że poziom wody w jeziorze będzie pompami stale utrzymywany na rzędnej 79,63 m, odpowiadającej odczytowi na moście Kierbedzia + 1,50 m, przeciętna wysokość podnoszenia wyniesie 1,37 m, a po uwzględnieniu oporów w kanałach odpływowych i dopływowych w wymiarze 1,0 m, wysokość podnoszenia przeciętna na pompach wyniesie 2,37 m, czemu odpowiada roczna praca w ilości 33.370 kWh.

W ul. Toruńskiej obszar dorzecza obliczony przez Biuro Melioracyjne miasta Warszawy wynosi 3,05 km<sup>2</sup>, rzędna zwierciadła wody w kanale melioracyjnym 79,14 m, rzędna zw. wody przeciętnego na Wiśle 80,86 m, wysokość podnoszenia 1,72 m, a uwzględniając opory 2,72 m. Roczna suma wody do podnoszenia będzie 0,916 mio. m<sup>3</sup>, a roczna suma potrzebnej energii 13.250 kWh.

Na brzegu warszawskim melioracyjna stacja pomp na jeziorze Czerniakowskim odwodni 19,93 km<sup>2</sup> zlewni. Poziom wody w rowie melioracyjnym będzie utrzymany na 79,83 m, przeciętny poziom wody Wisły 81,21 m, wysokość podnoszenia 1,38 m, a uwzględniając straty ciśnienia 2,38 m. Całkowita ilość wody do podniesienia w ciągu roku wyniesie 5,98 mio m<sup>3</sup>, a suma wydatkowanej energii 75.500 kWh.

Potok Rudawka będzie utrzymywany z poziomem na stacji pomp 79,13 m. Obszar odwodnionego dorzecza wynosi 13,6 km<sup>2</sup>, roczna objętość wody do podnoszenia 4,06 mio m<sup>3</sup>. Dla rzędnej zw. wody przeciętnego na Wiśle 80,84 m, wysokość podnoszenia będzie 1,71 m, a po uwzględnieniu strat ciśnienia 2,71 m, suma energii potrzebnej dla podniesienia wody wyniesie 58.500 kWh.

Łączna suma energii jaka będzie potrzebna dla podniesienia wód melioracyjnych na 5-ciu stacjach będzie 238.400 kWh, okrągło 240.000 kWh.

6. Wody gruntowe na terenach przybrzeżnych Wisły.

Wody gruntowe na obu brzegach Wisły przy samym korycie rzeki spiętrzą się do poziomem pię-

trzenia w rzece i ułoży się w gruncie cofka wód gruntowych, spływających z brzegów ku Wiśle. Tam, gdzie sieć kanalizacyjna istnieje w pewnej odległości od rzeki, z poziomem ścieków niższym od poziomu piętrzenia Wisły, będzie dopływać do kanałów woda gruntowa z brzegów tak, jak dotychczas dopływała, zaś z Wisły w ilościach większych, niż to się dzieje obecnie. Stwierdzić jednak należy od razu, że ilości przesiąkającej wody z Wisły w dno rzeki i pojawiającej się następnie jako woda gruntowa w sieci kanałów czy rowów melioracyjnych, będzie stale maleć. Woda rzeczna, a tym bardziej woda wiślana, prowadzi bardzo wiele drobnych zawiesin, które wchodzą z przesiąkającą wodą w grunt i go z czasem uszczelniają. Bardzo czyste wody Aary, wchodzące w grube żwiry nadbrzeżne na zakładzie wodnym w Doggern, przy wysokim ich piętrzeniu obustronnymi wałami, dawały po uruchomieniu zakładu tak znaczne ilości wody gruntowej, iż można było tą wodą, ujętą równoległymi rowami, zasilać stawy rybne. Po kilku latach ilości te zmalały do tak nieznacznej wartości, że stawy straciły zasiłek wody. Sprewa w Berlinie ma tak silnie uszczelnione dno koryta, że pewne tunele pod nią były wykonane przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym, bez potrzeby uciekania się do powietrza sprężonego. Nie ulega żadnej wątpliwości, że to zjawisko uszczelnienia się gruntu pojawia się w brzegach w bardzo szybkim czasie na Wiśle, tak jak je zauważono przy budowie bulwarów w porcie na Saskiej Kępie, gdzie dopływ wody do otwartego wykopu pochodził prawie wyłącznie z brzegu, a nie z koryta rzeki.

Współczynnik przepuszczalności piasku wiślanoego został wyznaczony w Laboratorium Wodnym Politechniki Warszawskiej i wynosi on 0,000164 m/sek. Ilość wody jaka na metrze bieżącym dopływa do drenu czy otwartego rowu depresji  $s$ , odległości  $L$  i grubości całej warstwy prowadzącej wodę  $H$ , oblicza się wzorem:

$$q = \frac{(2H - s) \cdot s \cdot k}{2L} \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Dla  $s$  równego różnicy poziomów między zwierciadłem spiętrzoną Wisły a zwierciadłem wody w kanale czy rowie, dla  $k = 0,000164$ , odległości  $L$  zależnej od położenia rozpatrywanej przestrzeni od 200 do 400 m odległości kanałów czy rowów od zwierciadła wody w rzece, oraz  $H = 10$  m, wzór na ilość wody gruntowej na długości 1 km będzie:

$$q = 0,164 \frac{s(20 - s)}{24} \text{ m}^3/\text{sek/km.}$$

Grubość warstwy wodonośnej przyjęto bardzo liberalnie na 10 m, jakkolwiek w tych granicach grubości bez wątpienia znajdują się wkładki namulów glin i ilów, które zmniejszają tak grubość pokładu prowadzącego wodę, jak i współczynnik przepuszczalności  $k$ . Odległość  $L$  przyjęto zależnie od położenia, na 200 do 400 m, gdyż bezpośrednio poza wałami będą założone ogrody i parki, a zamieszkała część miasta, wymagająca głębokiego położenia wody gruntowej, będzie się

znajdować w odległości od wody nie mniejszej jak przyjętych 200 do 400 m.

Pod rozwagę przyjęto następujące przestrzenie:

- 1) Przestrzeń Bielany — Cytadela, o długości 4,5 km z odległością  $L = 400$  m
- 2) Przestrzeń Cytadela — Port Czerniakowski 4,4 km z odległością  $L = 200$  m.
- 3) Przestrzeń Jaz Bielański — fort Śliwicki 6,0 km z odległością  $L = 400$  m.
- 4) Park na Pradze 1,5 km z odległością  $L = 300$  m.
- 5) Saska Kępa — Goławek 3,0 km z odległością  $L = 300$  m.

Dla każdej z tych przestrzeni obliczono: ilość wód gruntowych, wysokość podnoszenia oraz ilość potrzebnej do tego w ciągu roku energii.

Łączna suma pracy jaka musi być zużyta, czy to na specjalnych stacjach pomp wód drenowych, czy też stacjach podnoszących te wody, łącznie z wodami kanałowymi lub melioracyjnymi, wyniesie 138.900, okragło 140.000 kWh rocznie, przy ilości wody podnoszonej łącznie 213,11/sek. Są to cyfry maksymalne, i gdyby nawet były osiągnięte w pierwszej chwili po uruchomieniu jazu, w kilka lat później spadną do mało znaczących wartości, na skutek stopniowego zatkania się dróg dla wody przesiąkającej w koryto rzeki.

## 7. Wnioski:

Z obliczeń powyższych wynika, że roczna ilość pracy na pompach przelewów burzowych wyniesie okragło 90.000 kWh, na stacjach pomp wód melioracyjnych 240.000 kWh, pomp wód drenowych 140.000 kWh, razem zatem 470.000 kWh. Podnosząc tę cyfrę do 500.000 kWh, ze względu na zapotrzebowanie energii na cele oświetlenia, warsztatów podręcznych i t. d. widać, że suma energii potrzebnej na zupełne uporządkowanie stosunków wodnych w Warszawie, w związku ze staraniami wody na Wiśle, pochłonie zaledwie 0,4% energii przez zakład na jazie bielańskim produkowanej. Zaznaczyć należy, że podane cyfry odnoszą się do całej sumy potrzebnej energii po wybudowaniu jazu, a nie do różnicy między energią obecnie potrzebną, a energią, która okaże się potrzebną po wybudowaniu jazu. Natomiast w obliczeniu uwzględniono zmniejszenie ogólne stanów wody na Wiśle, wynikające z przeprowadzonej na niej systematycznej regulacji.

Z profilu podłużnego spiętrzonej Wisły oraz z przeliczeń wysokości podnoszenia na stacjach pomp, wynika, iż normalne piętrzenie na jazie może być podniesione jeszcze o dalszych 32 cm, t. j. do rzędnej 81,15 przy utrzymaniu piętrzenia wielkiej wody na projektowanym poziomie bez szkody dla projektowanych urządzeń.

Moc instalowana podniesie się wtedy do 22.000 kWh, a roczna praca urośnie do cyfry 140.000.000 kWh.

## II. Gospodarka wodno-energetyczna.

### 1. Wstęp.

Dla określenia mocy instalowanej i przeciętnej rocznej produkcji energii zakładu wodno-elektrycznego na Wiśle na Bielanach — opracowa-

no gospodarke wodno-energetyczną dla okresu lat od 1921 do 1932.

Podstawą do obliczeń służyła stacja wodowskazowa I rzędu w Warszawie przy moście Kierbedzia w km 513,8, przy którym powierzchnia zlewni Wisły wynosi  $A = 85176$  km<sup>2</sup>, a poziom zera wodowskazu  $P = 78.129$  m. n.p.m.

Wobec nieznaczonej odległości wybranej stacji wodowskazowej (w km 513,8) od miejsca, w którym projektowany jest zakład (w km 521,7) i minimalnej różnicy w powierzchni dorzeczy — objętość przepływu Wisły w Warszawie przyjęto bez korekcji (zwiększenia) dla zakładu w Bielanach, co biorąc praktycznie poprawić jedynie może możliwości energetyczne zakładu w stosunku do obliczonych. Dla badanego 12-letniego okresu zestawiono przeciętne w poszczególnych dekadach lat 1921—1932: stany wody brutto i netto (robocze) oraz odpowiadające im objętości przepływu całkowitego i roboczego. Po ustaleniu zaś spadów na jazie w Bielanach określono odpowiadające tym spadom i ilościom wody roboczej — przeciętne moce w poszczególnych dekadach miesiąca oraz energie za okresy dziesięciodniowe.

Uproszczony dekadowy system obliczeń dla zakładów przepływowych daje wystarczającą dokładność i nie odbiega od codziennego, szczególnie gdy dotyczy to rzek takich jak Wisła o stosunkowo nieznacznym wahaniach wobec dużego obszaru dorzeczca. Wyjątek stanowią okresy wielkich wód, gdzie rachunek przeprowadzono dla codziennych przepływów.

### 2. Objętości przepływów.

Dla określenia objętości przepływów służyła krzywa objętości ustalona na podstawie 51 pomiarów hydrometrycznych w okresie letnim oraz 7 pomiarów w okresie zimowym pod pokrywą lodową, wykonanych przez Państwową służbę hydrograficzną.

Wyniki pomiarów wykonanych w dużej amplitudzie wahań stanów wody (od +46 do +515), pozwoliły na ustalenie związku między stanami wody i objętościami przepływów od najniższych do przepływu  $Q = 4850$  m<sup>3</sup>/sek.

Przez extrapolację ustalić można było również największe przepływy Wisły z okresu wezbrań najwyższych, a więc z lipca 1934 r.  $Q = 5830$  m<sup>3</sup>/sek. oraz z marca 1924 r.  $Q = 5950$  m<sup>3</sup>/sek.

Do obliczenia światła jazu przyjęto przepływ jeszcze większy,  $Q = 7000$  m<sup>3</sup>/sek., odpowiadający 100-letniemu okresowi pojawiania się.

Chcąc uwzględnić odmienny związek między stanami wody a objętościami przepływów w okresie zimowym, co potwierdzają wyniki pomiarów wykonanych pod powłoką lodową — wprowadzono odpowiednie współczynniki redukcyjne. I tak: dla okresu zlodzenia całego koryta rzeki — 50%, dla okresów z płynącą krą — 80% i wreszcie dla okresu ze śryżem — 90% tych wartości, jakie wypadłyby przy zastosowaniu letniej krzywej objętości dla stanów notowanych w porze zimowej. W ten sposób określone zostały objętości przepływu całkowitego, jakie Wisła pod Warszawą prowadzi. Przy ustalaniu zaś stanów

i przepływów roboczych w poszczególnych dekadach badanego okresu, odliczano jednak wszystkie nadwyżki przepływów ponad maksymalny instalowany przepływ t. j.  $760 \text{ m}^3/\text{s}$ , trwający 75 dni w roku, jak to wynika z przeciętnej krzywej czasów trwania przepływów.

Ten instalowany maksymalny przepływ roboczy odpowiada stanom wody:  $+200$  na wodowskazi warszawskim w okresie letnim,  $+307$  w okresie zlodzenia,  $+227$  przy krze, oraz  $+214$  przy płynącym śryżu w rzece. Określając więc przeciętne stany wody t.zw. użytkowe, odliczano nadwyżki ponad wspomniane stany wody, w zależności od warunków atmosferycznych.

W ten sposób obliczony przebieg przepływów w 12-to leciu, pozwolił na ustalenie następujących charakterystycznych objętości:

Najmniejsza mała woda . . . . .	$Q = 130 \text{ m}^3/\text{s}$
Średnia mała woda . . . . .	$Q = 193 \text{ m}^3/\text{s}$
Średnia woda robocza . . . . .	$Q = 469 \text{ m}^3/\text{s}$
Średnia woda . . . . .	$Q = 550 \text{ m}^3/\text{s}$
Instalowana woda robocza . . . . .	$Q = 760 \text{ m}^3/\text{s}$
Średnia wielka woda . . . . .	$Q = 3160 \text{ m}^3/\text{s}$
Wielka woda z 1924 r. . . . .	$Q = 5950 \text{ m}^3/\text{s}$
Przyjęta W. W. do obliczenia światła jazu . . . . .	$Q = 7000 \text{ m}^3/\text{s}$

### 3. S p a d.

Obecne budowle regulacyjne wykonywane w stosunkowo małym zakresie powodują stałe pogłębianie się koryta rzeki, przy jego koncentracji, wykazując obniżanie się zwierciadła wody.

Wykonane bezpośrednio pomiary niwelacyjne wykazały następujące poziomy zw. wody w projektowanym miejscu zakładu w km 521,7

11.X.1924 przy stanie  $+100 - 78.006$ , co odpowiada poz. dla m. wody  $Q = 183 \text{ m}^3/\text{s} - 77,80 \text{ m n. p. m.}$

15.VII.1930 przy stanie  $+56 - 77.640$ , co odpowiada poz. dla m. wody  $Q = 183 \text{ m}^3/\text{s} - 77,72 \text{ m n. p. m.}$

25.IX.1932 przy stanie  $+62 - 77.280$ , co odpowiada poz. dla m. wody  $Q = 183 \text{ m}^3/\text{s} - 77,28 \text{ m n. p. m.}$

Również projekt regulacji Wisły opracowany przez b. Dyрекję Dróg Wodnych w Warszawie (8.I.1932 r.) dla odcinka od ujścia Wilanówki w km 500,0 do Modlina w km 551,0 przewiduje stałe, dalsze obniżanie się zw. wody tak, iż po ukończeniu regulacji, poziom zwierciadła małej wody ( $Q = 183 \text{ m}^3/\text{s}$ ) w projektowanym miejscu zakładu km 521,7 ustalony będzie na poziomie  $76,06 \text{ m n. p. m.}$ , a dno na poziomie  $74,44 \text{ m n. p. m.}$

km	Rzędna zw. małej wody $Q = 183 \text{ m}^3/\text{s}$	Przeciętny spadek i w ‰
521,7 (proj. miejsca zakładu)	76,06	—
523,3	75,67	0,245
525,3	75,18	0,245
548,3	69,89	0,230
549,3	69,61	0,280
550,0	69,38	0,230

Zakładając:

1) że regulacja Wisły na odcinku Bielany-Modlin będzie równolegle wykonana z budową zakładu wodno-elektrycznego w Bielanych (programy inwestycyjne Biura Dróg Wodnych Ministerstwa Komunikacji akcentują stałe potrzebę uregulowania odcinka Warszawa-Modlin);

2) że regulacja ta wykonana zostanie na podstawie zasad wyszczególnionych w projekcie b. Dyrekcji Dróg Wodnych z 1932 r., z wyłączeniem odcinka powyżej Bielanych do Czerniakowa, jako leżącego w cofce projektowanego zakładu;  
— wprowadzono do obliczeń spadów w poszczególnych dekadach 12-toletniego okresu: a) stały górny poziom piętrzenia  $80,83 \text{ m n.p.m.}$  (co odpowiada stanowi wody  $+270$  na wodowskazi w Warszawie przy moście Kierbedzia) oraz b) zmienny poziom dolnej wody, dla dna na rzędnej  $74,44 \text{ m n.p.m.}$  i normalnego przekroju regulacyjnego.

W ten sposób obliczone spadki wykazały następujące wahania:

Maksymalny spadek	4,93 m
Średni maksymalny spadek	4,72 m
Średni spadek w 12-leciu	3,67 m
Spadek dla inst. wody rob. $Q = 760 \text{ m}^3/\text{s}$	3,24 m
Średni minimalny spadek w dekadzie (przy przepływie W. W.),	192 m.
Śr. minimalny spadek w ciągu 1 dnia (przy przepływie katastrofalnych wód)	0,63 m

Średnie wahania w poszczególnych miesiącach wynoszą od  $2,75 \text{ m}$  w kwietniu, do  $4,10 \text{ m}$  w lipcu.

### 4. M o c.

Na podstawie obliczonych objętości przepływów ( $Q$ ) i spadów ( $h$ ) metodami wyżej podanyymi — obliczono przeciętne rozporządzalne moce w poszczególnych dekadach na zakładzie w Bielanych dla okresu 12 lat.

Moce te obliczono z wzoru  $N = 8,11 \times Q \cdot h$ , w kW, który to wzór odpowiada współczynnikom sprawności dla przeciętnych warunków pracy turbin Kaplan'a zakładu w Bielanych z przeniesieniem trybowym na generatorze.

Średnie wahania mocy w poszczególnych miesiącach roku wahają się od  $11.771 \text{ kW}$  w lipcu do  $17.106 \text{ kW}$  w kwietniu.

Instalowana moc (przy przepływie  $Q = 760 \text{ m}^3/\text{s}$ ) wynosi  $19.970 \text{ kW}$  ok.  $20.000 \text{ kW}$   
Maksymalna bez przerwy w ciągu całej dekady rozporządzalna moc wynosi  $19.424 \text{ kW}$   
Średnia moc w 12-leciu wynosi  $13.786 \text{ kW}$   
Śr. minimalna moc w 12-leciu wynosi  $7.387 \text{ kW}$   
Minimalna moc dekadowa (1 dek. IX.1921 r.) w najsuchszym roku wynosi  $5.558 \text{ kW}$ .

### 5. E n e r g i a.

Jako wynik końcowy obliczeń otrzymano zdolność produkcyjną zakładu na Bielanych w poszczególnych dekadach, miesiącach i latach 12-toletniego badanego okresu.

Przeciętny rozkład produkcji energii w poszczególnych miesiącach przedstawia się następująco:

I	—	10,39	milionów kWh
II	—	8,80	" "
III	—	11,35	" "
IV	—	11,51	" "
V	—	11,78	" "
VI	—	9,91	" "
VII	—	9,19	" "
VIII	—	9,49	" "
IX	—	8,86	" "
X	—	9,85	" "
XI	—	10,03	" "
XII	—	9,64	" "

Razem średnia produkcja roczna 120.819.935 kWh

Przy podniesieniu poziomu piętrzenia o 32 cm do rzędnej 81.15 oraz przy sprzężeniu bezpośrednim wałów turbin i generatora, produkcja wzrasta do 140 mio kWh rok.

Wahania w poszczególnych latach w zależności od warunków atmosferycznych wynoszą:

- 1) w wybitnie suchym roku 1921 —  
— 96.975.048 kWh
- 2) w mokrym roku 1926 —  
— 137.694.240 kWh

Rozkład miesięczny rozporządzałnej produkcji energii w poszczególnych miesiącach świadczy o stosunkowo dużym wyrównaniu, jak na zakład przepływowy, nie posiadający zbiornika dla sezonowego wyrównania przepływów. Jedynie nieznaczne wahania w zbiorniku bieleńskim pozwolą na krótkotrwale wyrównywanie mocy w ciągu doby zwłaszcza w okresach zimowych.

Jako zakład przepływowy predestynowany jest jedynie do współpracy z istniejącymi zakładami cieplnymi, które pokrywać będą szerokie szczyty obciążenia energii w zmiennej krzywej zapotrzebowania tak w ciągu doby jak i w poszczególnych miesiącach.

Dla pokrycia szczytów najwyższych i krótkotrwałych 2 — 3 godzin w ciągu doby — pożądanym byłoby przy dalszym rozwoju elektryfikacji wyzyskanie projektowanego przez Biuro Dróg Wodnych Ministerstwa Komunikacji zbiornika na Wkrze pod Modlinem, którego możliwości energetyczne wynoszą 15 milionów kWh przy mocy około 15 000 kW.

### III. Opis techniczny

#### 1. Jaz.

Oś jazu została usytuowana w km 521 + 700 rzeki Wisły. Katastrofalną wielką wodę, odpowiadającą prawdopodobieństwu pojawiania się raz na sto lat, przyjęto zgodnie z projektem regulacji rzeki Wisły na  $Q = 7.000 \text{ m}^3/\text{sek.}$ ; światło jazu dobrano tak, aby woda ta mogła przejść przy nadpiętrzeniu nie większym, niż  $h = 0,60 \text{ m}$ . Pole przekroju koryta uregulowanego:  $F = 1159 +$

$+ 1273 + 1475 = 3907 \text{ m}^2$ . Przy nadpiętrzeniu  $oh = 0,6 \text{ m}$ , przekrój wzrośnie o  $0,6 \cdot 900 = 540 \text{ m}^2$

$$F_1 = 4447 \text{ m}^2$$

Przeciętna szybkość dopływu:

$$v_d = \frac{7000}{4447} = 1,58 \text{ m/sek.}$$

$$k = \frac{v_d^2}{2g} = \frac{1,58^2}{2g} = 0,127 \text{ m}$$

Rzędna zwierciadła dolnej wody = 82,06 m  
„ proggu jazu (dna rzeki) = 74,40 „

Głębokość dolnej wody  $H = 7,66 \text{ m}$

Przez 1 mb. szerokości jazu przepływie:

$$q = \mu \sqrt{2g(h+k)} \left( \frac{2}{3} h + H \right) =$$

$$= \mu \sqrt{0,6 + 0,127} \left( \frac{2}{3} \cdot 0,6 + 7,66 \right) =$$

$$= 0,87 \cdot 30,4 = 26,4 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Niezbędne światło jazu:

$$L = \frac{Q}{q} = \frac{7000}{26,4} = 266 \text{ m}$$

przyjęto dziewięć przesel po 30 m =  $9 \times 30 = 270 \text{ m}$ .

Należy zauważyć, że współczynnik dławienia = 0,87 przyjęto ostrożnie, gdyż na jazach na Renie analogicznej konstrukcji przy nieco mniejszych światłach pomierzony rzeczywisty współczynnik dławienia jest znacznie większy.

Poziom piętrzenia normalnego został ustalony na rzędnej 80,83. Konstrukcja jazu została wzorowana na jazie w Suresnes pod Paryżem (kanalizacja Sekwany) ukończonym w 1933 r. nie tylko ze względu na prawie identyczne światło przesel i wysokość piętrzenia, lecz również ze względu na analogię w budowie geologicznej podłoża (piaski, gliny, iły).

Filary betonowe o szerokości 5 m., długości 23,75 m. i kształcie hydrodynamicznym zostały wpuszczone 2,5 m w warstwy ilów względnie gliny i posadowione w żelaznych ściankach szczelnych. W filarze umieszczone są wnęki dla górnych ścianek zakładanych i wnęki dla właściwych zasuw; środkowa ich część, wyprowadzona do rzędnej 90,40 służy do podparcia stalowego mostu służbowego, zaś dolna część zakończona na rzędnej 85,10 dźwiga most drogowy. Naciski na grunt dochodzą w najniekorzystniejszym wypadku, jak wykazują wstępne obliczenia statystyczne, do  $5 \text{ kg/cm}^2$ ; o ileby przy przeprowadzeniu dalszych studiów wytrzymałość grutów wymagała zmniejszenia tych naprężeń, da się to łatwo skutecznie przez dodanie odpowiednich odsadzek w fundamentach filarów.

Obliczenie statyczne filarów jazu.

Spółczynnik stateczności na wywracanie filara:

$$n_1 = \frac{56 \cdot 900}{21 \cdot 500} = 2,65$$

Siła tarcia  $T = 0,3 \cdot (G - W) = 0,3 (4880 - 1155) = 1120 \text{ t.}$

Spółczynnik stateczności w przesunięciu:

$$n_2 = \frac{T}{P} = \frac{1120}{724} = 1,55$$

Naciski na grunt:

mimośród:  $e = \frac{23,75}{2} - 9,5 = 2,38 \text{ m}$

$$\sigma_{\max} = \frac{3725}{5 \cdot 23,75} \left( 1 \pm 6 \cdot \frac{2,38}{23,75} \right) = 5,0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = 1,25 \text{ „}$$

W obliczeniach tych pominięto ciężar stalowego mostu służbowego, oraz mostu żelbetowego, to też faktyczne współczynniki bezpieczeństwa będą większe, rozkłady zaś naprężeń nieco równomierniejsze od wyżej obliczonych. Również przyjęcie 100% wporu mimo fundowania filarów w warstwach wodoszczelnych i w ściankach szczelnych, zawiera w sobie również znaczny dodatkowy zapas bezpieczeństwa.

Wobec znacznego zapasu w bezpieczeństwie, pominięto we wstępnych obliczeniach skrecanie filarów przy otwarciu jednego przesła, gdy sąsiednie są zamknięte, tym bardziej, że przepisy ruchu nie będą pozwalały na tak nierównomierne manipulowanie zasuwami.

Próg jazu został umieszczony na rzędnej 74,40, to jest na równi z dnem uregulowanego koryta, co umożliwi swobodne przejście materiałów wleczonych przy przepłukiwaniu w czasie przejścia wielkich wód. Konstrukcja progu — żelbetowa z okładziną kamienną; posadowienie progu odbędzie się również w żelaznych ściankach szczelnych, zabitych na głębokość kilku metrów w wodoszczelne warstwy gliny lub ilów. Przez progi jak też przez filary przechodzą kanały kolektora, jak też i przejście podziemne o wymiarach  $3 \times 4 \text{ m}$ ; wymiary tego przejścia mogą być bez większych trudności technicznych powiększone do  $4,5 \times 6,5 \text{ m}$ .

Celem zabezpieczenia dna rzeki przed rozmyciem przedłożono próg w górę i w dół rzeki blokami betonowymi grubości 1 m. na podsypce z kamienia, grubości 0,5 m; długość tych ubezpieczeń, jak ew. konieczność przytrzymania ich zabitymi palami drewnianymi wykażą doświadczenia laboratoryjne.

## 2. Z a s u w y.

Część ruchomą jazu stanowią zasuwę stalowe, dwudzielne, systemu M. A. N., system ten pozwala na niezależne podnoszenie górnej lub dolnej zasuwę, co umożliwi precyzyjną regula-

cję odpływu i noziomu piętrzenia, przepuszczanie lodów, części płynących, unoszonych lub wleczonych.

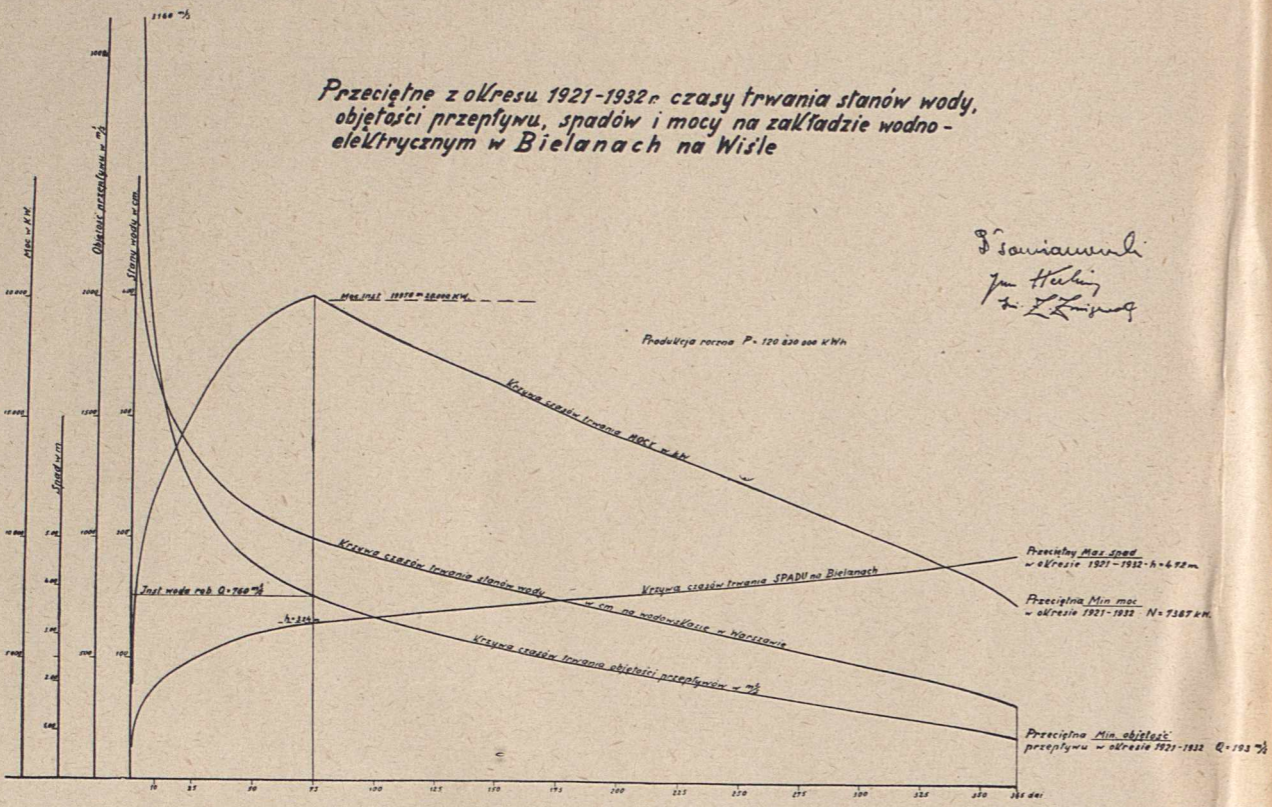
Podnoszenie zasuw prowadzonych na rolkach po torach we wnękach filarów, uskutecznia się za pomocą łańcuchów Galla. Przy całkowitym otwarciu przesła dolna krawędź zasuwę znajduje się 2.0 m. ponad najwyższym zwierciadłem wody. Mechanizmy do podnoszenia zasuw umieszczone są na odpowiednio przykrytym moście służbowym w ten sposób, by podnoszenie zasuw odbywało się na obu końcach jednocześnie przy jednakowym skrecie wałów pednych. Dźwigary główne mostu służbowego służą również do podparcia torów dla dźwigu uruchamiającego górne ścianki zakładowe. Należy nadmienić, że wykonanie samych ścianek zakładanych z duraluminium zmniejszyłoby ich wagę trzynaściekrotnie, a tym samym zmniejszyłoby znacznie obciążenie mostu służbowego, który mógłby być wówczas wykonany w żelbecie; mogłoby to dać w sumie oszczędności około 350.000 złotych.

## 3. Z a k ł a d.

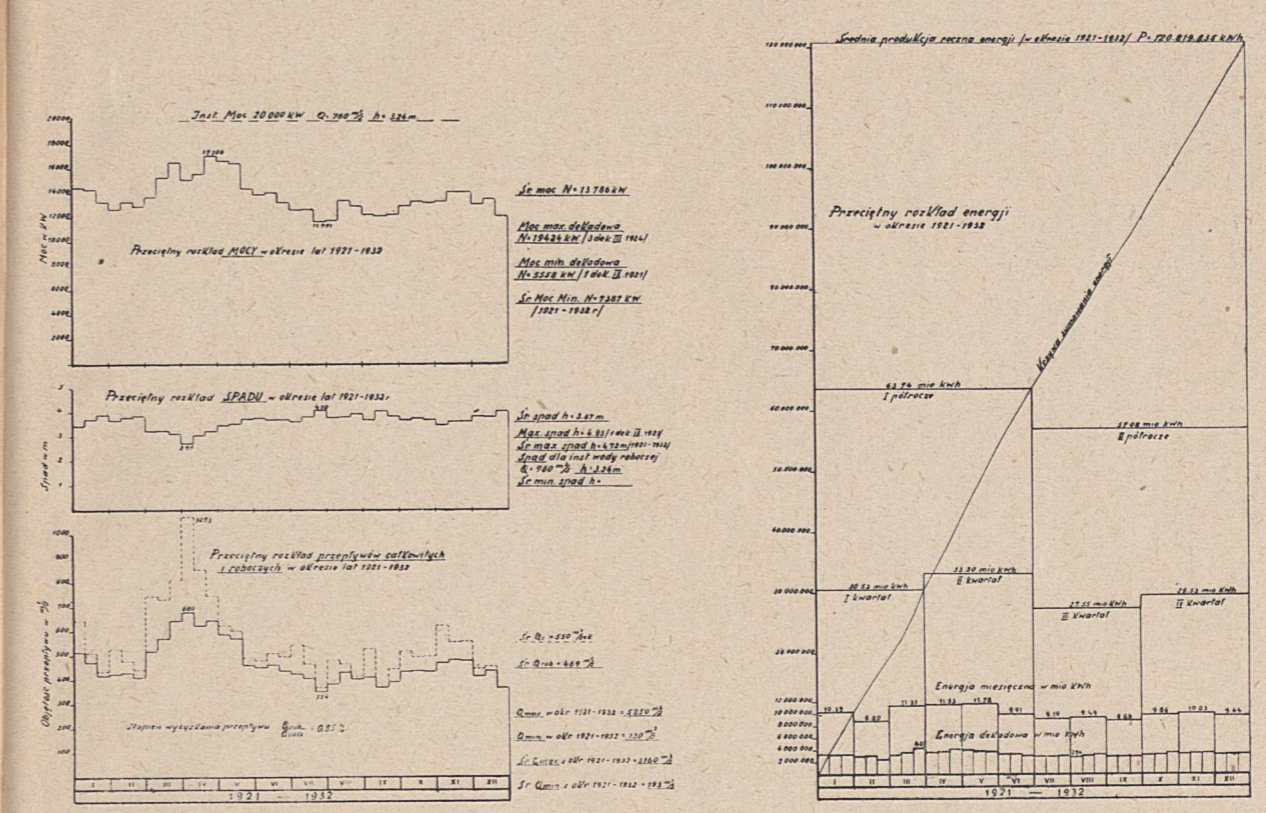
Budynek zakładu usytuowano przy lewym brzegu Wisły i zaprojektowano jako konstrukcję żelbetową, mieszczącą w sobie 7 turbozespołów o łącznej mocy 20.000 KW na zaciskach generatora, przy czym podłogę hali maszyn umieszczono na rzędnej 84,66, na którym to poziomie zaprojektowano również wjazd do zakładu, niezależny od pozostałego ruchu na moście drogowym. Jako najodpowiedniejsze dobrano turbiny systemu Kaplana, dające najlepsze współczynniki sprawności przy zmiennych obciążeniach i spadach, przy jednocześnie możliwie wielkiej liczbie obrotów, wynoszącej 75 na minutę. Pozwala na to bezpośrednie sprzęgnięcie generatora z turbiną. Rozstaw osi turbin wynosi 16.00 m. Dla montażu turbin i generatorów znajduje się w zakładzie dźwig o nośności 70 ton. Poza tym został wyposażony zakład w górne i dolne ścianki zakładane, wraz z odpowiednimi dźwigami, wlot zaś do turbin w kratę gęstą z maszyną do jej czyszczenia. Przy szukaniu oszczędności przy zakładzie należałoby przeanalizować jako wariant generatory umieszczone na wolnym powietrzu, obsługiwane dźwigiem bramowym, co pozwoliłoby na zaoszczędzenie 500.000 złotych, lub zastąpienie generatorów o 75 obr/min., szybkobieżnymi o 750 obr/min., sprzężonych z turbiną przekładnią dziesięciokrotną; w tym ostatnim wypadku zaoszczędzono by na urządzeniu elektromechanicznym 600.000 zł., jednak kosztem 1,5% produkcji rocznej, gdyż lepszy o 2,5% współczynnik sprawności generatorów szybkobieżnych jest niweczony 4% straty na przekładni. Również znaczne oszczędności na części budowlanej zakładu dałyby się osiągnąć (około 800.000 zł.) przez zastosowanie turbin kaplanowskich systemu Schwede — Coburg, o osi poziomej, równoległej do biegu rzeki; odpada wówczas cały budynek, fundamenty się znacznie zewężają, gdyż spirala, szerokości kilkunastu metrów zostaje zastąpiona rurą wlotową



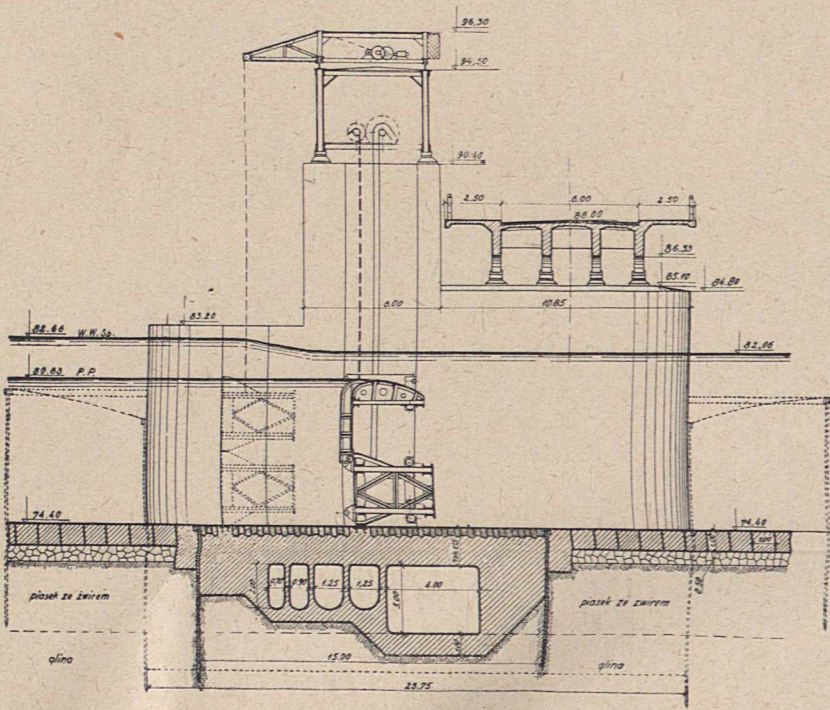




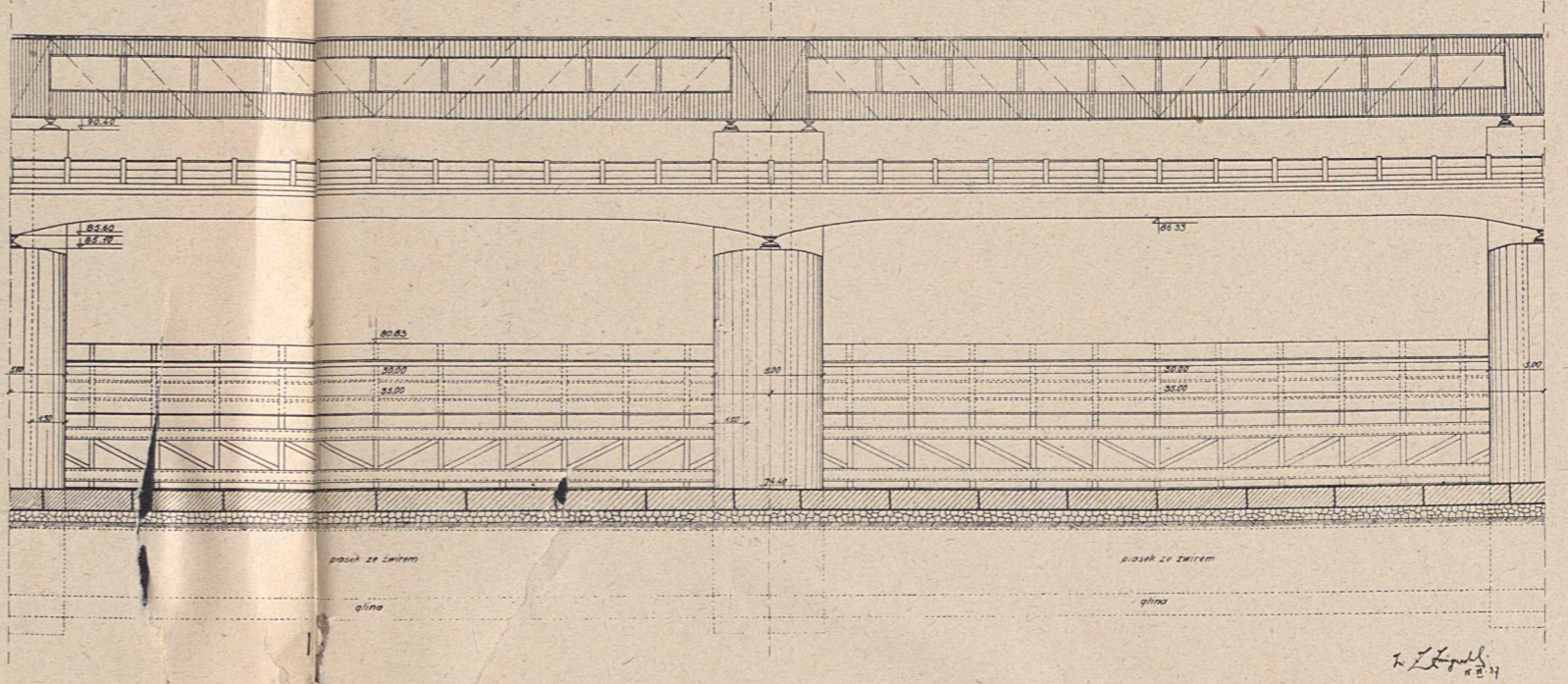
Pracownik  
Jan Hübner  
i  
L. K. [unclear]



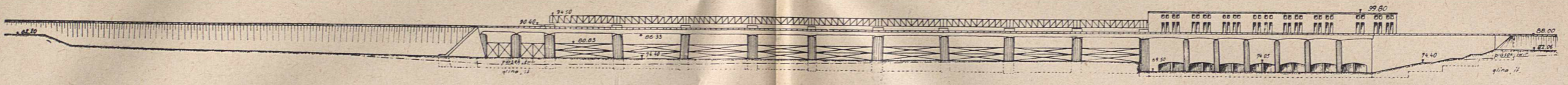
PRZEKRÓJ POPRZECZNY PRZEZ JAZ.



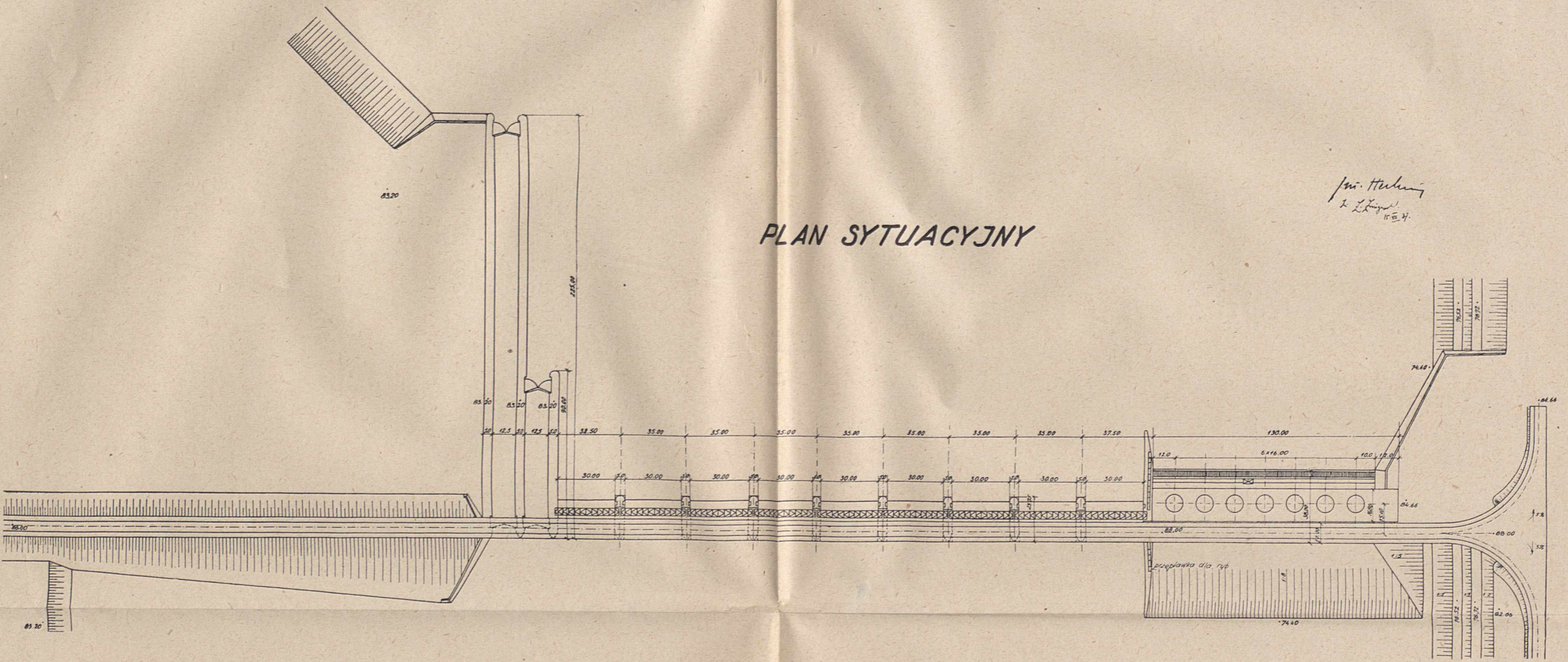
WIDOK JAZU OD DOLNEJ WODY /FRAGMENT: 2 SEKCJE./



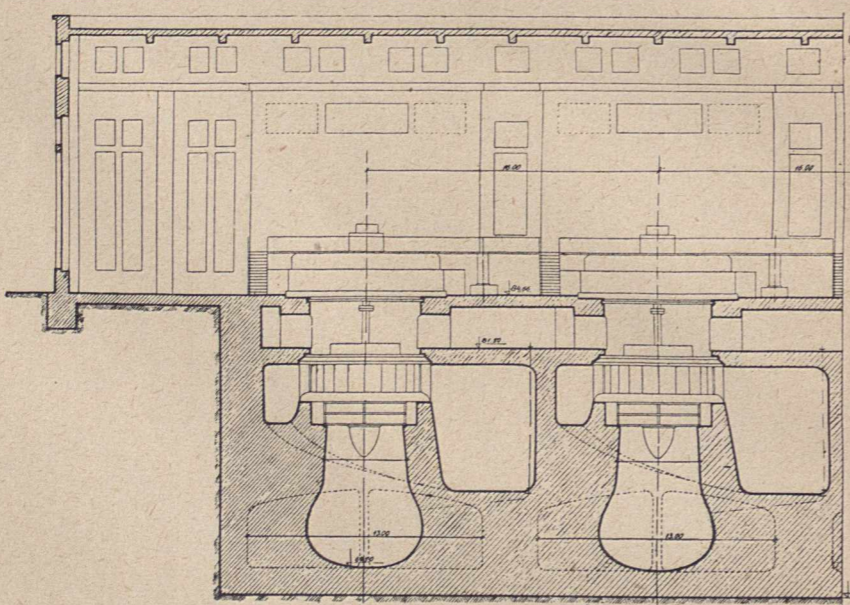
WIDOK OD DOLNEJ WODY



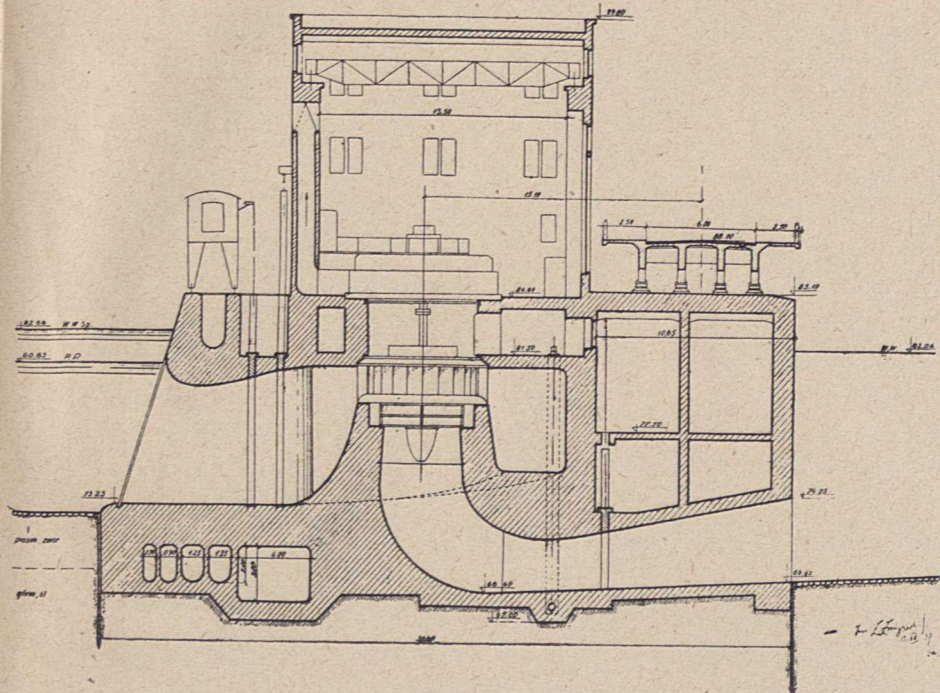
PLAN SYTUACYJNY



PRZEKRÓJ PODŁUŻNY PRZEZ ZAKŁAD /FRAGMENT: 2 TURBOGENERATORY./



PRZEKRÓJ POPRZECZNY PRZEZ ZAKŁAD.



5. Most (ustrój niosący) drogowy, żelbetowy:	
485 mb. à 2.100.— zł . . . . .	= 1.020.000.— „
6. Grobla ziemna 220 mb.	
680.000 m <sup>3</sup> à 3.— zł . . . . .	= 2.040.000.— „
7. Roboty wykończeniowe etc. . . . .	= 1.760.000.— „
Razem . . . . .	= <u>20.600.000.— „</u>

### B. Konstrukcje stalowe.

1. Zasuwy jazu wraz z opierzeniem wnek:	
1.400 t à 1.200 zł . . . . .	= 1.680.000.— zł
2. Ścianki zakładane wraz z dźwigiem:	
300 t à 1.450.— zł. . . . .	= 435.000.— „
3. Mechanizmy do jazu:	
380 t à 3.000.— zł . . . . .	= 1.140.000.— „
4. Most służbowy:	
315 mb. à 2.800.— zł . . . . .	= 880.000.— „
5. Wrota śluz wraz z mechanizmami:	
220 t à 1.600 zł. . . . .	= 355.000.— „
Razem . . . . .	= <u>4.490.000.— „</u>

### C. Wyposażenie elektromechaniczne zakładu z montażem.

1. Generatory 7 × 360.000.— zł . . . . .	= 2.520.000.— zł
2. Turbiny Kaplana 7 × 440.000.— zł. . . . .	= 3.080.000.— „
3. Dźwig w zakładzie . . . . .	= 180.000.— „
4. Kraty wraz z maszyną do czyszczenia . . . . .	= 110.000.— „
5. Górne i dolne ścianki zakładane z dźwigami i opierzeniem wnek . . . . .	= 240.000.— „
6. Rozdzielnia 20.000 kW z transformatorami 35.000 kW . . . . .	= 600.000.— „
Razem . . . . .	= <u>6.730.000.— „</u>

### Całkowity koszt budowy (bez kosztów regulacji rzeki).

A. Część budowlana . . . . .	= 20.600.000.— zł
B. Konstrukcje stalowe . . . . .	= 4.490.000.— „
C. Wyposażenie zakładu . . . . .	= 6.730.000.— „
Razem . . . . .	= <u>31.820.000.— „</u>
D. Studia, projekt, kierownictwo budowy . . . . .	1.000.000.— „
E. Interkalaria 2% . . . . .	600.000.— „
Ogólny koszt budowy . . . . .	= <u><u>33.420.000.— „</u></u>

### V. Rachunek rentowności

Jako podstawę obliczenia przyjęto roczną produkcję 140 mio kWh, dających się uzyskać przy piętrzeniu Wisły do rzędnej 81.15 m., przyczem podniesienie piętrzenia o około 30 cm. w stosunku do opracowanego projektu wyrazi się wzrostem kosztów o kilka tysięcy zł. na skutek zwiększonej wysokości górnej zasuw. Wszystkie inne wymiary przewidziane w projekcie pozostają te same. Zwiększenie kosztów pompowania wód kanałowych i drenowych jest tak nie-

znaczne, iż mieści się w błędach samych obliczeń.

Oprocentowanie kapitału włożonego w budowę przyjęto na 4,5% z uwagi na to, że zakład ma zapewniony zbyt energii a tym samym i rentowność, że zatem przedstawia zupełnie pewną lokatę kapitału, który w tych warunkach nie będzie żądał wysokiego oprocentowania. Amortyzację całego kapitału włożonego w budowę przyjęto w okresie 60 lat, jako normalnym okresem trwania koncesji przy zakładach wodnych. Przyjęto 4% oprocentowania rat amortyzacyj-

nych. Dla wymiany części maszynowych wraz z suwnicą, przyjęto okres 30-letni jako okres złożenia funduszu odnowy. Koszt utrzymania mechanicznej części zakładu przyjęto na 1% rocznie, budowlanej na 0,6% rocznie. Koszt ruchu na 0,1 gr/kWh.

I. Ogólny koszt budowy 33.500.000 zł, w czym 5.700.000 zł koszt części mechanicznych.

1) Oprocentowanie 33,5 mio zł po 4,5% . . . . .	1.507.500 zł
2) Rata amortyzacyjna w ciągu 60 lat przy 4% skład. . . . .	141.350 „
3) Fundusz odnowy dla 5,7 mio zł oprocentow. na 4% . . . . .	10.350 „
4) Koszt ruchu 0,1 gr od 1 kWh . . . . .	140.000 „
5) Koszt utrzymania części mechanicznej 1% od 5,7 mio . . . . .	57.000 „
6) Koszt utrzymania części budowlanej 0,6% od 27,8 mio . . . . .	166.800 „
7) Świadczenia, podatki itd. dla zaokrąglenia . . . . .	77.000 „
	Razem . 2.100.000 „

Dla produkcji 140 mio kWh roczny przeciętny koszt 1 kWh wyniesie 1,5 gr.

II. Ponieważ most drogowy oraz tunele kanalizacyjne przedstawiają wartość okragło 7 mio. zł, należałoby tę sumę od kosztorysu potrącić, na skutek czego zmniejszy się on do kwoty 26.400.000 zł. Obliczenie kosztu własnego produkcji 1 kWh będzie w tym wypadku następujące:

1) Oprocentowanie kapitału 26,4 mio zł po 4,5% rocznie . . . . .	1.188.000 zł
2) Amortyzacja w ciągu 60 lat całego kapitału przy 4% składanych, rata . . . . .	111.390 „
3) Fundusz odnowy w ciągu 30 lat dla sumy 5,7 mio zł, kosztu urządzeń mechanicznych przy składanym procencie 4% . . . . .	10.350 „
4) Koszt ruchu 0,1 gr. od 1 kWh . . . . .	140.000 „
5) Utrzymanie części mechanicznej 1% od 5,7 mio zł. . . . .	57.000 „
6) Utrzymanie części budowlanej 0,6% od 20,7 mio zł. . . . .	124.200 „
7) Świadczenia, podatki itd. dla zaokrąglenia . . . . .	69.060 „
	Razem . 1.700.000 zł

Przy produkcji rocznej 140 mio kWh koszt przeciętny 1 kWh wypada na 1,21 gr.

## Tezy Komisji Gazyfikacyjnej Polskiego Komitetu Energetycznego w sprawie gazyfikacji

uchwalone na posiedzeniu z dnia 27 kwietnia 1937 r., którego protokół podany jest osobno w zeszycie niniejszym.

1. Gazyfikacja ze względu na przesłanki gospodarcze i materiałowo-surowcowe wymaga równoległego wykorzystania zapasów gazu ziemnego i węgla, jako surowca przerabianego w koksowniach i w gazowniach — przy uwzględnieniu interesów ogólnej gospodarki i obronności kraju.

2. Konieczność intensywnych wierceń poszukiwawczych w obrębie San — Wisła — Dunajec (na Przedgórzu szczególnie).

3. Konieczność możliwie szybkiego doprowadzenia gazociągu do Niska z Daszawy względnie z innych bogatych terenów gazonośnych dla oszczędzenia zasobów jasielskich.

4. Konieczność prowadzenia racjonalnej gospodarki złożem gazowym. Za wyjątkiem obszarów gazowo-naftowych, dla których gaz ziemny

jest podstawowym paliwem, zużywać należy gaz ziemny w czasach normalnych, w sposób oszczędny tylko dla zastosowań o wysoko wartościowych cechach technologicznych.

5. Ze względu na rozbudowę sieci gazociągów gazu ziemnego, celem uregulowania gospodarki rozdziału gazu, odbieranego do sieci jest konieczne, by Ministerstwo Przemysłu i Handlu jak najprędzej wydało rozporządzenie do ustawy z r. 1919 uzupełnionej Rozporządzeniem Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej w r. 1928, celem ochrony interesów producenta i konsumenta gazu ziemnego.

6. Gazyfikacja i elektryfikacja powinny być traktowane jako czynniki równorzędne i równoległe.

## SPRAWOZDANIA Z POSIEDZEŃ

### KOMISJA NAFTOWO-GAZOWA P. K. En.

#### Protokół posiedzenia z d. 24 kwietnia 1937 r.

Obecni: inż. M. Boj, dyr. inż. Daźwański, prezes inż. J. Mokry, dr. inż. St. Ochęduszek, inż. St. Paraszczak, inż. St. Psarski, inż. St. Sulimirski, inż. B. Szymański, inż. M. Wieleżyński, prof. dr. inż. R. Witkiewicz, inż. J. Wójcicki.

Nieobecność usprawiedliwili: prof. inż. Z. Saryusz Bielski i inż. Al. Markiewicz. Przewodniczył prof. Witkiewicz, a protokółował dr. Ochęduszek.

Na wniosek inż. Wójcickiego zaniechano odczytowania protokołu poprzedniego posiedzenia, ponieważ zostało ono ogłoszone drukiem w sprawozdaniach P. K. En.

Przewodniczący Komisji, inż. Wójcicki, podał do wiadomości następujące sprawozdanie z działalności Komisji Naftowo-Gazowej za rok ubiegły.

W ciągu roku 1936/1937 Komisja była zajęta sprawami związanymi:

1) z dziesięcioleciem P. K. En.,

2) z wszechświatową konferencją energetyczną w Waszyngtonie,

3) z dyskusją na temat pilnych inwestycji energetycznych.

W związku z dziesięcioleciem zostały opracowane przez członków Komisji dwa referaty do pracy „Źródła Energii w Polsce”, a to referat dra St. Schaezla p. t. Ropa naftowa i referat inż. J. Wójcickiego p. t. Gaz ziemny. Komisja zabiegała, lecz bez rezultatu, o większą ilość referatów, zwłaszcza z dziedziny kopalnictwa naftowego.

Na waszyngtońską konferencję został zgłoszony ze strony Komisji Naftowo-Gazowej tylko jeden referat, dra St. Schaezla p. t. Organizacja, dystrybucja ropy naftowej i jej produktów końcowych. Dalsze 3 referaty nie zostały na czas opracowane przez referentów.

W końcu 1936 roku Generalny Sekretariat P. K. En. zwrócił się do Komisji Naftowo-Gazowej o wypowiedzenie się na zawarte w kwestionariuszu pytania, pozostające w związku z państwowym programem inwestycji energetycznych, a dotyczące gazu ziemnego jako źródła energii. Na ten kwestionariusz dał odpowiedź z dnia 6.XII.1936, przewodniczący Komisji z tym, że sprawy te, po ustaleniu się

bliższych danych, zostaną poddane dyskusji Komisji, a która to dyskusja jest objęta programem dzisiejszego posiedzenia.

Podkomisja badań palników rozpoczęła już swe prace. W dniu 29.IX.1936 r. odbyło się posiedzenie Podkomisji z zaproszonymi delegatami: Politechniki Lwowskiej, Zarządu Stowarzyszenia Dozoru Kocioł w Warszawie, Sp. Akc. Gazolina, Koncernu Naft. Małopolska. Na tym posiedzeniu został ustalony plan prac i udział finansowy firm i instytucji biorących udział w konferencji. W ciągu roku 1936-go Komisja otrzymała na ten cel następujące subwencje: od P.K.En. — 1200 zł., od Stowarzyszenia Dozoru Kocioł w Warszawie 2000 zł. i od Sp. Akc. Gazolina — 1000 zł. Ze sprawozdania dra inż. Ocheńdzki za prac Podkomisji wynika, że do tego czasu zostały opracowane projekty specjalnych przyrządów pomiarowych, a same też już zostały wykonane, opracowano projekt urządzenia pomiarowego i oddano go do wykonania f-mie Gazolina. Ukończenie wykonania i ustawienie go na miejscu pomiarów w Daszawie przewidywane jest już w najbliższym czasie, a po tym zostanie rozpoczęte niezwłocznie same pomiary. Obecnie Podkomisja poszukuje inżyniera do tych pomiarów, co napotyka na trudności z powodu braku wolnych, młodych inżynierów mechaników.

Powyższe sprawozdanie z działalności Komisji zebrani przyjęli do wiadomości.

Na rok 1937/1938 przewodniczący Komisji przewiduje następujące prace:

- kontynuowanie badań palników i palenisk gazowych,
- opracowanie zasad technicznych do oceny — praktycznie osiągalnych zasobów złóż ropnych i gazu w zależności od sposobu ich eksploatacji,
- zebranie materiału dotyczącego napędu gazem ziemnym motorów samochodowych i stałych motorów Diesla,
- zebranie materiału do pracy zbiorowej o zastosowaniu gazu ziemnego jako paliwa w przemyśle (pozostaje to w związku ze znacznym rozszerzeniem się gazu ziemnego, a ma na celu zebranie w jednej broszurze licznych artykułów z tej dziedziny i uzupełnienie tego materiału najnowszymi wzorami z praktyki krajowej i zagranicznej),
- opracowanie przepisów dla urządzeń gazociągowych w kotłowniach (ten punkt był objęty programem prac na rok ubiegły, lecz nie został wykonany).

Przewodniczący zebrania poddaje dyskusji przedłożony program prac. Punkty: a, b, i e zostały przyjęte do wiadomości. Co do p. c. dyr. Dażwański zakomunikował, że Polmin rozpoczął już badania nad napędem gazem ziemnym automobili i przeznaczył do tego celu dwa auta. Mówca obawia się tylko trudności dysponowania odpowiednim materiałem stalowym na butle. Inż. Wieleżyński zaznacza, że Gazolina — parę lat temu — opracowywała również ten sam problem. Inż. Psarski wyraża wątpliwości czy uda się ominąć trudności z zastosowaniem gazu ziemnego do motorów samochodowych obecnej konstrukcji.

Nad p. „b” wywiązała się ożywiona i obszerna dyskusja. Inż. Paraszczaś wyraża obawę czy temat ten nie przekracza zakresu działania P.K.En. zwłaszcza, że problem ustalania zasobów ropy i gazu ziemnego został powierzony P.I.G. — Dyr. Dażwański uważa za wskazane ograniczyć się do opracowania właściwych metod eksploatacji złóż ropnych i gazowych natomiast brać od P.I.G. dane co do zasobów. Prezes inż. Mokry przestrzega przed zbyt dużym sugerowaniem się liczbami otrzymanymi z przeliczeń zasobów, poza tym komunikuje, że ostatnio ocena zasobów ropnych została dosyć szczegółowo wykonana dla Min. P. i H. Do pracy nad ustaleniem metod eksploatacyjnych i ich wpływu na wysokość rozporządzalnych zasobów poszczególnych terenów Wyższy Urząd Górniczy ustosunkowuje się pozytywnie i będzie udzielał pomocy w miarę swych możliwości. Inż. Sulimirski konstatuje, że brak jest podstawowych zasad do obliczeń zasobów a także obecna statystyka naftowa nie jest w tym kierunku nastawiona, to też uważa pracę nad tym zagadnieniem za bardzo opożyteczną i jest pewien, że w każdym razie da ona wiele cennych wskazań. Mówca proponuje rozpisanie ankiety do osób i instytucji wchodzących w rachubę dla zorientowania się, na podstawie odpowiedzi, co do sposobu podejścia do samego zagadnienia jak i wyłowienia osób, które należało by do tej pracy wciągnąć, wreszcie komunikuje, że temat będzie prawdopodobnie poruszony w pracy Stowarzyszenia Polskich Inżynierów. Przemysłu Naftowego na tegoroczny Kongres Inżynierów. Inż. Wójcicki podkreśla zupełną słuszność wywo-

dów inż. Sulimirskiego i uważa za konieczne oparcie się Komisji Naftowo-Gazowej — zarówno w tej pracy jak i w innych — na ściśle współpracy ze Stow. P.I.P.N. i zwraca się z prośbą do Komisji o aprobatę tego, a do inż. Sulimirskiego o poparcie tego projektu na terenie Stow. P.I.P.N., widząc w tym możliwość wzmocnienia prac Komisji i skoncentrowania tych prac w jednym ośrodku.

Przewodniczący zebrania, uważając sprawę należytego szacowania zasobów ropy i gazu za zagadnienie ważne dla Państwa, chciałby przede wszystkim przekonać się czy istnieją widoki realizacji tej pracy i stawia zebraniem następujące pytania:

1) czy jest na terenie Borysławia odpowiednia osoba, która mogłaby zająć się tym zagadnieniem.

2) czy możliwe jest zdobycie na ten cel środków finansowych, potrzebnych na zaangażowanie choćby jednego inżyniera. W tym miejscu p. Przewodniczący zwraca się do p. Prezesa Mokrego z zapytaniem czy Komisja Naftowo-Gazowa może liczyć na pomoc finansową ze strony Funduszu Wiertniczego?

P. Prezes Mokry oświadczył, że na razie trudno jest powiedzieć jakie stanowisko w tej sprawie zajmie Rada Funduszu Wiertniczego, albowiem będzie to zależało od tego, w jakim stopniu projektowane prace będą się łączyć z zadaniami Funduszu Wiertniczego, którego głównym zadaniem jest poszukiwanie nowych źródeł ropy i gazu. Również inż. Paraszczaś wątpi, żeby Fundusz Wiertniczy mógł przyjąć z pomocą finansową Komisji Naftowo-Gazowej. Dyr. Dażwański uważa, że łatwiej daloby się to zrobić w formie zapłaćnia za określona pracę Stowarzyszeniu P.I.P.N. Ostatecznie postanowiono prosić Stow. P.I.P.N. o opracowanie programu tych prac i ustalenie preliminarza potrzebnych na ten cel środków, po czym projekt ten zostałby rozpatrzony przez Podkomisję złożoną z p.p. prof. Fabiańskiego, inż. Paraszczaś, inż. Sulimirskiego i przewodniczącego Komisji inż. Wójcickiego. Podkomisja ta zadecyduje też o nadaniu dalszego biegu tej sprawie. Przewodniczący Komisji Naftowo-Gazowej będzie się starał już teraz o uzyskanie na ten cel dotacji P.K.En. z budżetu na rok 1937/1938.

Prof. Witkiewicz podaje do wiadomości, że inż. Orel z rafinerii Galicja ma zamiar przeprowadzić badania palenisk gazowych kotła wodnorurowego i chciałby otrzymać moralne poparcie P.K.En., polegające na wystosowaniu do Zarządu firmy, że badania takie Komisja Naftowo-Gazowa uważa za celowe. Zebrani zgodzili się na to.

Zamiarem p. inż. Wójcickiego było poddanie dyskusji odpowiedzi jego, z dnia 6.XII.1936, wystosowanych do Generalnego Sekretariatu P.K.En. na cztery pytania dotyczące udziału gazu ziemnego w programie inwestycji energetycznych. Przed tym jednak referent oświecił — danymi statystycznymi — jaki jest udział gazu ziemnego w ogólnym bilansie energetycznym Polski oraz w jakim stosunku do zasobów, eksploatowany jest gaz ziemny w porównaniu z innymi źródłami energii. Ponieważ porównanie to jest niekorzystne dla gazu ziemnego to prelegent wyciąga wniosek, że szafowanie gazem ziemnym musi być ogłędne. W opracowaniach Komisji Gazyfikacyjnej gaz ziemny przewidywany jest jako paliwo podstawowe tylko dla terenów naftowo-gazowych, natomiast jako paliwo specjalne — w warunkach normalnych — i jako paliwo zastępcze — w chwilach wyjątkowych — dla okręgów: sandomierskiego, radomskiego i miasta Warszawy. Zapotrzebowanie energii elektrycznej dla tych okręgów przewidywane na najbliższe lata po ich zelektryfikowaniu szacowane jest na około  $1200 \times 10^6$  kWh, a szczytowa moc — na około 300.000 kW. Wytworzenie tej ilości energii elektrycznej wymagałoby zużycia około 3.000 m<sup>3</sup>/min. gazu ziemnego, co jest niemożliwe w naszych warunkach, i dlatego w omawianych obecnie projektach energetycznych przewiduje się, że zapotrzebowanie energii elektrycznej — wymienionych okręgów — będzie oparte na siłach wodnych rzek: Dunajca, Sanu, i środkowej Wisły, ocenianych łącznie na około 275.000 kW, a tylko niedobór energii w okresie małej wody był by pokrywany przez elektrownie opalane gazem ziemnym. W normalnych warunkach gaz ziemny na tych terenach byłby używany do celów specjalnych. Zapotrzebowanie gazu ziemnego dla okręgów: radomskiego i sandomierskiego (bez Warszawy) Komisja Gazyfikacyjna ocenia na około 800 m<sup>3</sup>/min po paru latach od uruchomienia przemysłu i zgazyfikowania, a w wypadkach braku węgla — na 1850 m<sup>3</sup>/min średnio i 2650 m<sup>3</sup>/min szczytowo, łącznie zaś z Warszawą — na 2300 m<sup>3</sup>/min średnio i 3200 m<sup>3</sup>/min szczytowo. Samym zgazyfikowaniem, a tym

bardziej samemu zelektryfikowaniem Centralnej Polski nie da się rozwiązać zagadnienia energetycznego z punktu widzenia obronności Państwa. Dla tej samej racji wytwarzanie energii elektrycznej nie powinno być skoncentrowane w małej ilości punktów, lecz obronny program energetyczny winien opierać się na całym szeregu punktów wytwarzania rozrzuconych na omawianym terenie, połączonych między sobą siecią wysokonapięciową i połączonych także z siecią gazociągową. Należałoby przeprowadzić po jednym ciągu głównym po obu stronach Wisły, składającym się z przesyłowej linii elektrycznej opierającej się nie tylko na siłach wodnych Podkarpacia, lecz również na elektrowniach ciepłokowych wzdłuż trasy, rozbudowanych do pewnej ustalonej wielkości, a następnie składającego się też z gazociągu obliczonego na zapotrzebowanie w wypadkach braku węgla. Projektowany układ sieci elektrycznych i gazociągowych był przedstawiony na mapkach rozdanych zebraniom. Następnie prelegent odczytał swój referat z dnia 6.XII. 1936\*), będący odpowiedzią na kwestionariusz Generalnego Sekretariatu P.K.En., a po tym Przewodniczący zebrania otworzył dyskusję nad poszczególnymi punktami. W sprawie odpowiedzi na pytanie 1-sze, gdzie i jak wielkie elektrownie, oparte na gazie ziemnym, należy budować, poglądy zebranych były tak podzielone, że nie dało się ustalić jednolitej opinii, zwłaszcza wobec braku danych o rozmiarach projektowanego uprzemysłowienia okręgu sandomierskiego.

W dyskusji nad odpowiedzią do p. 2-go, prezes Mokry przestrzega przed zbyt intensywną eksploatacją pola gazowego w Roztokach, jak również wyraża obawy co do trafności oceny jego zasobów. Inż. Paraszcza przestrzega również przed zbyt dużym liczeniem na zasoby pola roztockiego, gdyż tamte złoża są ropno-gazowe. Dyr. Dażwański nie podziela tego zdania, a obawy co do dewastacji złoża uważa za przedwczesne, gdyż Polmin ilością otworów może dostosować się do wymagań technicznych.

Dyr. Wieleżyński uważa podaną cyfrę możliwej obecnie produkcji pola daszawskiego za nieco wysoką, a ocenę zasobów za optymistyczną; uważa dalej za bardziej racjonalną rozbudowę przemysłu u źródła gazu, jak to robi f-ma Gazolina, niż przesyłanie gazu do ośrodków przemysłowych w środkowej Polsce. Mówca obawia się nierentowności inwestycji gazociągowej w zakresie przewidywanym przez prelegenta. Zławszcza odcinek Nisko — Warszawa uważa p. Wieleżyński za nierealny przed dowiezieniem gazu na terenie sandomierskim.

Inż. Wójcicki wyjaśnia, że dane o możliwej produkcji pól gazowych: daszawskiego i roztockiego otrzymał bezpośrednio od zainteresowanych firm, co do zasobów pola roztockiego ma te same obawy co i przedmówcy i dlatego kładzie duży nacisk na konieczność budowy gazociągu Daszawa—Nisko, w referacie swoim objął całość zagadnienia gazyfikacji gazem ziemnym dzieląc wykonanie programu na trzy etapy: 1-szy etap obejmuje budowę gazociągu Jasło — Radom, II-gi etap przewiduje doprowadzenie gazu z Daszawy do okręgu sandomierskiego, a III-ci etap — budowę odcinka Nisko — Warszawa. Podział ten wynika z konieczności finansowych i rozporządzalnych obecnie rezerw gazowych, gdyż z punktu widzenia obronności Państwa uważa doprowadzenie gazu ziemnego do stolicy za równie ważne, jak i doprowadzenie go do okręgu radomskiego.

Prezes Mokry uważa program gazyfikacyjny, przedstawiony przez prelegenta, za program maksymalny, program zaś na najbliższą przyszłość musi być znacznie skromniejszy. Opieranie gazyfikacji okręgów: sandomierskiego i radomskiego wyłącznie na terenach roztockich mówca uważa za bardzo ryzykowne. Ponieważ dyskusja nad tym punktem również nie doprowadziła do uzgodnienia opinii, to Przewodniczący otworzył dyskusję nad odpowiedzią na trzecie pytanie kwestionariusza, dotyczące rejonów użytkowania gazu ziemnego i rodzaju zakładów przemysłowych, jakie należałoby nastawić na paliwo gazowe. Nad tym punktem nie rozwinęła się dyskusja i przystopiono z kolei do dyskusji nad odpowiedzią na 4-te pytanie, dotyczące warunków i możliwości współpracy akcji elektryfikacyjnej z akcją gazyfikacyjną. Dyr. Wieleżyński nie widzi powodów do konkurencji między akcją gazyfikacyjną i elektryfikacyjną. Gazolina na terenie Borysławia jest jednocześnie dostawcą gazu dla elektrowni i najpoważniejszym odbiorcą prądu. — Dyr. Da-

żwański uważa regulowanie „z góry“ akcji gazyfikacyjnej i elektryfikacyjnej za eksperyment niepotrzebny i jest za pozostawieniem warunków wolnej konkurencji. Według mówcy stworzenie nadzrędnego może stać się hamulcem rozwoju gazyfikacji. Inż. Wójcicki uważa za wskazane — w interesie Państwa — istnienie czynnika nadzrędnego zwłaszcza w dziedzinie planowania, gdyż pozostawienie pełnej swobody przedsiębiorstwom gazowym i elektrycznym może doprowadzić do nadmiernej eksploatacji tylko pewnych terenów gazowych, położonych najkorzystniej z punktu handlowego może również uniemożliwić prace wiertnicze, poszukiwawcze za gazem na terenach nie należących do firm posiadających koncesje gazociągowe. Taki stan rzeczy byłby sprzeczny z interesami Państwa i obrony.

Dyr. Dażwański oświadcza, że godzi się z tym, by do czynnika nadzrędnego należało tylko planowanie, ale przestrzega przed oddaniem temu czynnikowi zarządu ruchem gazociągu.

Przewodniczący zebrania konstatuje fakt dużej rozbieżności w poglądach na sprawy poruszone przez prelegenta i nie widzi możliwości, by Komisja Naftowo-Gazowa mogła wypowiedzieć się decydująco za lub przeciw wnioskowi prelegenta zwłaszcza, że brak jest podstawowych danych, które mogłyby potwierdzić słusność lub niezałożenie, na których prelegent oparł swe wnioski. — Inż. Szymański podkreśla, że danie odpowiedzi na kwestionariusz Generalnego Sekretariatu P. K. En. jest nader trudne wobec braku wielu danych. Może to zrobić tylko jednostka zakładając sobie pewne dane. Wnioski postawione przez prelegenta są logicznym następstwem przyjętych przez niego założeń. Na wniosek ostatniego mówcy Zebranie przyjęło do wiadomości referat inż. Wójcickiego, uważając go za referat indywidualny, oparty na przyjętych przez niego założeniach i wyraziło prelegentowi podziękowanie za trud poniesiony na jego opracowanie.

## KOMISJA GAZYFIKACYJNA P. K. EN.

### Protokół posiedzenia z d. 27 kwietnia 1937 r.

Obecni: przewodniczący dyr. Cz. Swierczewski. Członkowie p. p. prof. inż. T. Czaplicki, dyr. inż. B. Dalbor, dyr. inż. J. Gigiel, inż. L. Kazubski, inż. S. Krasnodębski, inż. J. Malecki, inż. M. Reguła, dyr. inż. Bł. Roga, dyr. inż. M. Seifert, inż. K. Siwicki — Sekretarz Generalny P. K. En., dyr. inż. J. Wójcicki, dyr. inż. M. Wieleżyński i radca inż. J. Krzyżkiewicz, który pełni obowiązki sekretarza.

Na wniosek inż. Maleckiego zamiast protokołu z ostatniego posiedzenia odczytano następujące sprawozdanie z prac Komisji Gazyfikacyjnej w r. 1936/1937.

### Sekcja Gazu Ziemnego.

Ostatnie posiedzenie Komisji Gazyfikacyjnej (Sekcji Gazu Ziemnego) odbyło się w dniu 26 stycznia 1936 r. Praca w Komisji ze względu na konieczność zebrania materiałów i danych, o których mowa w dzisiejszym sprawozdaniu musiała koncentrować się w Prezydium Komisji.

Prace te objęły głównie zbieranie danych statystycznych i opracowywanie rozmiarów prawdopodobnej konsumpcji gazu ziemnego w zakładach przemysłowych Okręgu Radomsko-Kieleckiego.

Na zasadzie tych danych inż. Malecki po dokonaniu objazdu wchodzących w grę zakładów przemysłowych, opracował 3 referaty p. t.

1. „Materiały do kalkulacji gazociągu“, w którym zebrano i podsumowano dane o konsumpcji węgla w przemyśle i u ludności Okręgu Radomsko-Kieleckiego.

2. „Prawdopodobny rozwój konsumpcji gazu ziemnego w fabrykach Okręgu Radomsko-Kieleckiego“.

W referacie tym podano ogólne orientacyjne etapy rozwoju konsumpcji gazu w powyższych zakładach, jak również prawdopodobny okres czasu do zastosowania gazu ziemnego w poszczególnych piecach, kotłach i t. p.

3. „Obliczenie najwyższych nateżeń konsumpcji paliwa w zakładach Okręgu Radomsko-Kieleckiego“.

Referat ostatni obejmuje dane szczegółowe o konsumpcji przeciętnej, jak również szczytowej każdego poszczególnego pieca i kotła. Podano również wyliczenie potrzebnej średnicy gazociągu dla przepuszczenia tych ilości gazu, jakie będą zapotrzebowane w pierwszych latach zużycia gazu.

Również zagadnienie rentowności gazociągu z Jasła do będącego w mowie Okręgu zostało opracowane w oparciu o wyżej wspomniane dane konsumcyjne.

\*) Podany oddzielnie w zeszycie niniejszym.

To zagadnienie również w opracowaniu inż. Maleckiego wyraża się w 2 referatach:

1. „Kalkulacja kosztów transportu gazu z Jasła do Okręgu Radomsko-Kieleckiego“ dającej obraz opłacalności gazociągu w ujęciu orientacyjnym” i

2. „Analizy rentowności gazociągu z Jasła do Okręgu Radomsko-Kieleckiego“, w którym to referacie podano szczegółowo ceny gazu loco poszczególne miejscowości przy różnych wariantach oprocentowania i amortyzacji kapitału (6 wariantów).

Prezydium ma nadzieję, że były one nie bez znaczenia przy opracowywaniu gazociągu do okręgu radomskiego i sandomierskiego, którego budowa obecnie ma się rozpocząć.

Ponieważ Główny Urząd Statystyczny nie zestawiał dotychczas danych szczegółowych o konsumpcji węgla w poszczególnych przemysłach i w miastach, więc w porozumieniu z Władzami Urzędu ustalono wykaz potrzebnych danych i zebrano w r. 1936 szczegółowe wykazy konsumpcji węgla dla wchodzących w grę okręgów dla większości miast, które mogą być zgazyfikowane gazem ziemnym. Dane te zostały ostatnio przekazane na żądanie Ministerstwa Skarbu do Biura Planowania Gospodarczego.

Od Ministerstwa Spraw Wojskowych otrzymano cały szereg pytań, związanych z projektem szerszego wprowadzenia gazu ziemnego do polskiego przemysłu.

Prace potrzebne dla dania odpowiedzi na te pytania prowadzono w ścisłym porozumieniu z analogicznymi pracami Komisji Gazowo-Naftowej i Komisji Gospodarki Elektrycznej P. K. En.

Ostateczne odpowiedzi zawarte są we wspólnym referacie inż. Maleckiego i inż. J. Wójcickiego, wykonanym w porozumieniu z przewodniczącym Komisji Gazyfikacyjnej dyr. Swierczewskim p. t. „Projekt gazyfikacji Polski centralnej i południowo-wschodniej gazem ziemnym“. Referat ten stoi w związku z wytycznymi i danymi z posiedzenia Komisji Gazyfikacyjnej odbytego w dniu 21 stycznia 1936 r. we Lwowie, na którym inż. Malecki przedstawił pracę p. n. „Szkic gazyfikacji Polski gazem ziemnym“.

Sekcja gazu ziemnego w oparciu o powyższe prace na zasadzie punktu IV programu prac uchwalonych przez Komisję Gazyfikacyjną poleciła inż. Maleckiemu opracowanie cyklu referatów, oświetlających szczegółowo zastosowanie gazu ziemnego w przemyśle metalurgicznym ze szczególnym uwzględnieniem ostatnich udoskonaleń w Stanach Zjednoczonych A. P.

Pierwszy z tych referatów p. t. „Zastosowanie gazu ziemnego do pieców martenowskich“ ukazał się w „Przełądzie Mechanicznym“ z r. 1936.

Następne ukazały się p. t.

1. „Piece metalurgiczne ze sterowaną atmosferą w palenisku“.

2. „Spalanie dyfuzyjne i jego zastosowanie w piecach metalurgicznych“.

3. „Nawęglanie ciągle gazem ziemnym“.

4. „Paliwo rezerwowe i zagadnienie ogólne przy przejściu pieców metalurgicznych z paliwa węglowego na gaz ziemny“.

### Sekcja Gazu Koksowniczego.

Prace Sekcji Gazu Koksowniczego koncentruje w swoich rękach przewodniczący Sekcji p. dyr. Blitek, który złoży odnośne sprawozdanie.

### Sekcja Gazów Sztucznych.

Prace Sekcji Gazów Sztucznych posunęło Prezydium Komisji naprzód w następujących kwestiach:

1. W Gazowni Warszawskiej prowadzono prace doświadczalne nad odgazowaniem torfu w retortach pionowych i w generatorach wbudowanych. Prace te były wykonane w 2-ch fazach: w r. 1934 przeprowadzono pod kierownictwem dyr. Swierczewskiego odgazowanie torfu karczewskiego przy temperaturze  $\pm 1000^{\circ}$  w retortach pieców periodycznych Gazowni Warszawskiej. Wyniki tej pracy opisane przez dr. Dubois zostały opublikowane w r. 1934 na łamach czasopisma „Gaz i Woda“ i w r. 1936 przy temperaturze ok.  $800^{\circ}$  pod kierownictwem obecnej dyrekcji gazowni miejskiej w Warszawie przez inż. Kalinowskiego. Również zostało przeprowadzone doświadczenie ze zużyciem torfu do generatorów w gazowni warszawskiej zamiast koksu.

2. P. przewodniczący Swierczewski nakreślił krótki memoriał opublikowany w „Sprawozdaniach i pracach PKE<sup>n</sup>“

p. t. „Kilka słów o stanie gazownictwa miejskiego w Polsce i o programie jego rozbudowy“ i

3. Sekcja Gazów Sztucznych zbiera materiały z poszczególnych miast Polski w celu opracowania orientacyjnych planów i kosztorysów dla budowy odpowiednich gazowni“.

Następnie p. inż. Malecki odczytał referat p. t. „Projekt gazyfikacji Polski gazem ziemnym“\*) po którym przewodniczący podaje do wiadomości dodatkowe wnioski do referatu uchwalone dnia poprzedniego na Komisji Gospodarki Elektrycznej i otwiera dyskusję, streszczoną poniżej.

P. Gigiel wyraża wątpliwość, czy referat był uzgodniony z Sekcją Gazu Ziemnego, gdyż znajduje pewną rozbieżność między rozmiarami gazociągu Jasło — Starachowice przyjętymi w obliczeniach referatu, a tymi rozmiarami, które Polmin zdecydował zastosować przy układaniu gazociągu.

Poza tym p. Gigiel podkreśla, że nie ma dotychczas w Wojskowości jednego miejsca, które zajmowałoby się kwestią gazyfikacji. P. Kazubski odpowiada, że zasadniczo sprawami gazyfikacji zajmuje się wyłącznie Biuro Wojskowe przy M. P. i H. inne zaś organy Wojskowości traktują zagadnienie gazyfikacji z punktu widzenia swoich bezpośrednich interesów.

Referat odczytany jest referatem dyskusyjnym, wyrażającym pogląd obu referentów i dlatego wydaje się, że referenci nie mieli obowiązku uzgadniania referatu z Sekcją Gazu Ziemnego.

P. Wójcicki zaznacza, że wytyczne odczytanego referatu były przez niego uzgadniane z Przewodniczącym Sekcji Gazu Ziemnego.

P. Wieleżyński zapytuje, czy uwzględnione były w obliczeniach transportu, kosztu ruchu.

P. Malecki odpowiada, że uwzględniono kosztu ruchu w wysokości ok. 1.000 zł./km rocznie.

P. Krzyżkiewicz referuje szczegółowy bilans energetyczny zużycia i zasobów energii w Polsce i uwydatnia na tle bilansu dużą rolę węgla w życiu gospodarczym Polski. Kwestia produktów ubocznych przy destylacji węgla jest ogromnie ważna dla kraju czego najlepszym dowodem jest rozwój tej wytwórczości w Niemczech. Polska leży obecnie na granicy samowystarczalności w dziedzinie produktów destylacji węgla i dlatego każdy spadek tej produkcji wywoła konieczność importu.

Z tych powodów konieczne jest zwrócenie bacniejszej uwagi na rozwój gazownictwa węglowego. Ostatnio na skutek przeznaczenia całej sumy inwestycyjnej dla gazyfikacji kraju na gazociągi gazu ziemnego, jest zagrożone 5 gazowni węglowych.

P. Krzyżkiewicz zgłasza wobec powyższych faktów następujące 2 rezolucje:

1. Gazyfikacja ze względu na przesłanki gospodarcze i materiałowo-surowcowe wymaga równoległego i równorzędnego wykorzystania zapasów gazu ziemnego i węgla, jako surowca, przerabianego w koksowniach i w gazowniach — przy uwzględnieniu interesów ogólnej gospodarki i obronności kraju.

2. Wzywa się Komisję Gazyfikacyjną do przeprowadzenia w latach najbliższych systematycznych badań i studiów w terenie dotyczących zebrania materiałów i zbadania możliwości uruchomienia nowych niezależnych gazowni węglowych i budowy gazociągu dalekosiężnego gazu koksowniczego na Górnym Śląsku i w Zagłębiu Węglowym.

P. Wieleżyński kwestionuje cenę gazu loco konsument przyjętą w referacie w wysokości 1 gr/m<sup>3</sup>. Przy takiej cenie nie będzie rozwoju wiertnictwa, bo 1 szyb kosztuje ok. 350.000 zł. i dla zamortyzowania inwestycji trzeba by wydobyć ok. 35.000.0000 m<sup>3</sup> z każdego szybu. Ale niektóre szyby są bardzo ubogie, albo w ogóle suche.

Mówca uważa, że żeby wiertnictwo było intensywne należy tak kalkulować cenę gazu, żeby inwestycje włożone mogły się zamortyzować w 3 lata. Dlatego mówca podaje cenę 2 gr/m<sup>3</sup> jako najwłaściwszą.

P. Gigiel wysuwa, że okres amortyzacji 10:15 lat, przyjęty w referacie jest za krótki. Według danych z praktyki, gazociągi leżące prawie bez izolacji w złych warunkach terenowych, jeszcze po 15 latach nie były poważnie zniszczone.

P. Wieleżyński popiera powyższe stanowisko, i podaje, że Gazolina przyjmuje w swoich kalkulacjach okres amortyzacji na 50 lat.

\*) Podany w zeszycie niniejszym.

P. Reguła podaje, że w Stanach Zjednoczonych przyjmuje się 33-letni okres amortyzacji. Dalej mówca podaje w wątpliwość zasoby Roztok w wysokości 6 miliardów i uważa, że raczej dla tego terenu należy przyjąć cyfrę 2 miliardów, jak to w mównicy podał prof. Bogdanowicz. Tak samo dla Strachociny nie sposób określić zasobów mając odwiercony tylko 1 szyb.

Z tych powodów mówca popiera postulat referatu wysuwający konieczność szybkiego doprowadzenia gazociągów z innych terenów gazonośnych.

Dalej mówca kwestionuje cyfrę w referacie odnoszącą się do obecnych możliwości produkcyjnych Daszawy (700 m<sup>3</sup>/min), która wydaje się być zbyt duża.

P. Wójcicki odpowiada, że brał cyfry podane mu bezpośrednio przez Polmin i Gazolinę.

Ocenę zasobów terenów roztockich referent podtrzymuje, gdyż zebrał odnośne opinie bezstronnych fachowców władz górniczych.

Cenę gazu loco kopalnia na 1 gr./m<sup>3</sup> podaną w referacie referent podtrzymuje, uważając ją za dolną granicę, ale jeszcze rentowną dla producentów gazu.

P. Gigiel podtrzymuje stanowisko p. Wieleżyńskiego, że cena 1 gr./m<sup>3</sup> jest zbyt niska i chociaż teraz Polmin kupuje po tej cenie gaz od innych producentów, to jednak wiertnictwo w okręgu Jasielskim jest obecnie nastawione na ropę, i gaz uważany jest za produkt uboczny.

P. Wieleżyński uważa, że cyfry konsumpcji podane w referacie są zbyt duże i dlatego rozmiary gazociągów wypadły za duże, co odbiło się ostatecznie przy chęci utrzymania rentowności, na obniżeniu ceny gazu loco kopalnia. Mówca wysuwa, że należy kalkulacje rentowności przeliczyć, biorąc dłuższy okres amortyzacji i wyższą cenę loco kopalnie.

P. Wójcicki wysuwa, że po takim przeliczeniu prawdopodobnie nic się nie zmieni w rentowności gazu ziemnego, bo cena loco konsument wypadnie ta sama.

P. Reguła podkreśla, że praktyka amerykańska zmierzająca obecnie do niskich ciśnień w gazociągach, kalkuluje się to lepiej, gdyż waga rur na km gazociągu wypada mniejsza.

P. Wieleżyński proponuje przyjąć wszystkie tezy referatu za wyjątkiem tezy 4. Projekt niezależnienia administracji gazociągów od producenta powstał w Sejmie i to powstał dlatego, że gospodarka Polminu krzywdzi innych, poza nim, producentów. Mianowicie Polmin od innych producentów (w Strachocinie) kupuje gaz po niskiej cenie, a swój gaz sprzedaje po cenach wyższych (w Sanoku).

Mówca uważa jednak, że tworzenie osobnego zakładu gazowego jest niepotrzebne, a należy tylko skłonić Polmin, żeby prowadził politykę popierania innych producentów. Połączenie gospodarki sieciami gazowymi i elektrycznymi uważa mówca za nierealne.

P. Gigiel odpowiada, że w Sanoku Polmin musi brać wyższą cenę, bo gazociąg się nie opłaca; położony jest 2 lata temu, a odbiór gazu dotychczas jest bardzo mały.

P. Siwicki zaznacza, że wspólna administracja sieci gazowych i elektrycznych przyczyni się do bardziej racjonalnego użytkowania gazu i elektryczności i rezultaty takiej gospodarki będą lepsze niż przy nieograniczonym współzawodnictwie, które z pewnością wytworzy szkodliwą konkurencję.

P. Reguła zastrzega się przeciwko tendencji do pobierania wysokich cen za gaz ziemny specjalnie jeśli chodzi o przemysł naftowy, gdzie gaz jest podstawowym źródłem energii. Mówca wnosi odpowiednią poprawkę do tezy 3.

P. Kazubski proponuje przegłosować wnioski p. Krzyżkiewicza najpierw jako wnioski o bardziej ogólnym charakterze.

Ostatecznie uchwalono tezę p. Krzyżkiewicza i wszystkie tezy referatu\*) oraz przyjęto treść referatu do wiadomości z poleceniem dodatkowego przeliczenia rentowności.

Następnie uchwalono program dalszych prac Komisji Gazyfikacyjnej w brzmieniu następującym.

a. w *Sekcji Gazu Ziemnego*.

1. Dalsze rozwinięcie projektu gazyfikacji centralnej i południowo-wschodniej Polski gazem ziemnym, na zasadzie wytycznych z posiedzenia plenum Komisji Gazyfikacyjnej.

2. Opracowanie danych, dotyczących konsumpcji gazu w projektowanym okręgu przemysłowym sandomierskim.

3. Opracowanie szczegółowe zagadnienia przejścia pieców z paliwa węglowego na gaz ziemny, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia paliwa rezerwowego i możliwości powrotu pieców na paliwo węglowe.

4. Opracowanie szczegółowe wytycznych polityki konsumpcyjnej dla gazu ziemnego w przemyśle okręgu radomskiego i sandomierskiego.

b. w *Sekcji Gazu Koksowniczego*.

1. Opracowanie planu gazyfikacji Polski południowo-zachodniej gazem koksowniczym na zasadzie danych zebranych dotychczas przez Sekcję w Katowicach.

c. w *Sekcji Gazów Sztucznych*.

1. Opracowanie orientacyjnych planów i kosztorysów gazyfikacji miast w Polsce nie posiadających gazowni.

2. Kontynuowanie prac dotyczących odgazowania i zgazowania torfu w ścisłym związku z komisją torfową, dążąc do rozstrzygnięcia budowy w Polsce gazo-elektrowni.

P. Gigiel wysuwa konieczność stworzenia niezależnej stacji doświadczalnej dla zastosowań gazu ziemnego w przemyśle, która wobec rozrostu znaczenia gazu ziemnego jest teraz bardzo aktualna. Instytut Gazowy S.A., który istnieje przy Gazolinie jest od niej całkowicie zależny i przemysł odczuwa potrzebę placówki samodzielnej. Następnie uchwalono budżet Komisji na 1937/38 r.

Na tym posiedzenie zamknięto.

## KOMISJA WODNA P. K. En.

### Protokół posiedzenia z dn. 26 lutego 1938 r.

Obecni: Przewodniczący: prof. dr. Pomianowski, członkowie pp. dyr. Romański, inż. Rundo, inż. Herbich, inż. Kopnka, inż. Siwicki, inż. Prokopowicz, inż. Puzyna, który pełni obowiązki sekretarza.

P. prof. Matakiewicz i dyr. Hoffmann — usprawiedliwili swą nieobecność.

Zebrał się Przewodniczący Komisji Wodnej P.K.En. p. prof. Pomianowski, na którego wniosek obecni uczcili pamięć ś.p. prof. M. Rybczyńskiego, Pierwszego Przewodniczącego Komisji Wodnej P.K.En.

Sprawozdanie z posiedzenia Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapór, odbytego w Paryżu w dniu 28.VI.37 r. wygłosił inż. H. Herbich.\*

Do biura stałego M.K.W.Z. Narodowe Komitety Energetyczne zgłosiły 16 tematów, celem rozpatrzenia i wybrania do obrad 3-go Międzynarodowego Kongresu Wysokich Zapór. Zgodnie z uchwałą poprzedniego Kongresu, M. K. W. Z. wybrało z pośród zgłoszonych tematów cztery, z uwagi na możliwość wszechstronniejszego ujęcia mniejszej ilości zagadnień.

Wybrano tematy następujące:

1. Studia i wyniki obserwacji empirycznych dotyczących wyporu i naprężeń wewnętrznych.

2. Obliczanie i sprawdzanie doświadczalne zapór łukowych.

3. Urządzenia przyjęte w zaporach ziemnych dla przeciwdziałania tworzeniu się kanalików.

4. Wykonanie fundamentów zapór ciężkich.

Wobec rozbieżności zdań komitetów narodowych, M.K.W.Z. przesłał powyższe tematy do wszystkich Komitetów Energet. celem uzgodnienia, zaznaczając że na miejsce 4-go tematu może być rozpatrywany temat dotyczący cementu specjalnego. (Temat polecony przez ubiegłe dwa Kongresy).

Po rozpatrzeniu powyższej sprawy, Komisja Wodna P. K. En. zdecydowała zgłosić do M.K.W.Z. zmianę w porządku poszczególnych tematów w tym sensie, aby zamiast tematu 2-go umieścić temat 4-ty, uzupełniony wnioskiem japońskim dotyczącym przeciwdziałania ześlizgowi zapory po fundamencie, a temat 2-gi przesunąć na ostatnie miejsce.

Decyzją swą Komisja Wodna PKEn. umotywowała tym, że zagadnienia ujęte tematami 1, 3 i 4 są w odniesieniu do polskich stosunków znacznie ważniejszymi od tematu 2-go, który może interesować Polskę jedynie w sensie teoretycznym, wobec braku warunków w Polsce do budowy zapór łukowych.

W sprawie kanału Czarnomorskiego i zagadnień energetycznych z nim związanych, po dyskusji, w której za-

\*) Podano osobno w zeszycie niniejszym.

\*) Podano osobno w zeszycie niniejszym.



bierali głos: inż. Konopka, inż. Siwicki, inż. Rundo, inż. Herbich i dyr. Romański, na wniosek przewodniczącego, prof. Pomianowskiego Komisja Wodna uznała za wskazane prowadzenie studiów energetycznych ogólnych, które jednak konkretniej będą mogły być przeprowadzone dopiero po skonkretyzowaniu projektu ogólnego kanału Czarnomorskiego i generalnym ustaleniu trasy i profilu kanału. Ponieważ podstawą wyjściową do tworzenia drogi wodnej Bałtyk—Morze Czarne, jest sprawa Wisły, Komisja Wodna uznała za niezbędne prowadzenie przede wszystkim studiów energetycznych związanych z jej kanalizacją, co pozostaje w ścisłym związku z usprawnieniem żeglugi głównej arterii wodnej w Polsce, oraz realizacją Czarnomorskiej drogi wodnej.

Sprawę zakładu wodno-elektrycznego na Wiśle pod Bielanami przedstawił prof. Pomianowski, podkreślając, że z pośród wszystkich zagadnień energetycznych, związanych z Wisłą środkową, wyzyskanie Wisły pod Bielanami najbardziej dojrzało do realizacji, biorąc pod uwagę, że studia hydrologiczne, terenowe i geologiczne zostały już wykonane.

Po wysłuchaniu przedstawionych przez prof. Pomianowskiego ogólnych założeń projektu i jego opisu\*), Komisja powzięła następujące postanowienia:

Komisja uważa projekt za dojrzały do szczegółowego opracowania oraz do wykonania, z następujących względów:

1. Stworzenie źródła energii w obrębie Warszawy, o produkcji rocznej 140 mio kWh przy instalacji około 22.000 kW.

2. Rozwiązanie kwestii swobodnej żeglugi w obrębie Warszawy.

3. Połączenie brzegu lewego z prawym za pomocą mostu i tunelu, w którym oprócz tunelu przejazdowego dla ruchu publicznego znajdują pomieszczenie: przewody elektryczne, gazowe, wodociąg, kanalizac., telefoniczne.

4. Umożliwienie budowy wspólnej oczyszczalni ścieków dla Warszawy i Pragi na brzegu praskim.

5. Uporządkowanie Wisły w granicach między mostem kolejowym a Bielanami przez owałowanie i budowę obustronnych bulwarów na tej przestrzeni, i uzyskanie z obecnego koryta rzeki drogą zrefulowania około 130 ha. terenów budowlanych i parkowych.

Inż. Rundo prosi o dostarczenie mu operatu hydrologicznego celem bliższego przestudiowania.

6. W sprawie dalszych studiów energetycznych, Komisja wypowiedziała się za przeprowadzeniem studiów nad Wisłą w rejonie Okręgu Centralnego i Warszawy (Wkra, kanał roboczy Bug—Wisła).

Inż. Herbich zgłosił wnioski:

1. Dokooptowania nowych członków do Komisji Wodnej a mianowicie pp. inż. Z. Słowińskiego, inż. St. Smoleńskiego i inż. St. Fercha.

2. Zaproszenia inż. Słowińskiego do złożenia referatu na temat fundamentowania zapór — celem zgłoszenia na następny Międzynarodowy Kongres Wysokich Zapór.

Komisja Wodna oba wnioski przyjęła.

Na wniosek inż. J. Puzyny Komisja Wodna uchwaliła dążyć do budowy Państwowego Centralnego Laboratorium Wodnego na prawobrzeżnych terenach położonych poniżej projektowanego jazu na Bielanach. Takie położenie Laboratorium, znajdującego się w bliskości stolicy, pozwoli dysponować do badań spadkiem uzyskanym na jazie, oraz dowolnymi ilościami wody.

### **Sprawozdanie z posiedzenia Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapór odbytego w Paryżu w dniu 28 czerwca 1937 roku.**

Złożone przez inż. Herbicha, delegata Pol. Komitetu Energetycznego, na posiedzeniu Komisji Wodnej tegoż Komitetu.

Na porządku dziennym posiedzenia, na którym było obecnych 30 osób, reprezentantów 13 państw, rozważane były kwestie techniczne i administracyjne ujęte w 11 punktach.

\*) Podany osobno w zeszycie niniejszym.

W krótkim sprawozdaniu jakie zamierzam wypowiedzieć zajmę się tylko sprawami technicznymi.

### **Wybór tematów na III-ci Kongres Wysokich Zapór.**

Do Biura Stałego M. K. W. Z. zgłoszonych zostało 16 tematów przez poszczególne Narodowe Komitety Energetyczne, z których maximum można wybrać 4, gdyż uchwała poprzedniego Kongresu ograniczyła ilość tematów, z uwagi na możliwość wszechstronniejszego ujęcia mniejszej ilości zagadnień. Tematy te zgłoszone zostały dla 5-ciu działów zagadnienia Wysokich Zapór.

#### **I. z działu ogólnego:**

a) Studia i wyniki z obserwacji empirycznych dotyczących wyporu—wniosek ten złożony przez Komitet Rumuński dość późno, by go włączyć do programu II-go Kongresu został przyjęty przez Komitet wykonawczy w 1936 r. w Hadze do programu III-go Kongresu. Był on poparty przez 6 państw, a przeciwko niemu wypowiedział się Komitet Belgijski motywując, iż zbyt jest specjalny.

b) Metody specjalne uszczelnienia zapór i ich zbiorników — zgłoszony przez Komitet Włoski.

c) Nadzór nad bezpieczeństwem zapór w czasie eksploatacji — zgłoszony przez Komitet Japoński.

d) Kolmatacja zbiorników wysokich zapór i jej pomiary, środki uniknięcia lub ograniczenia — temat zgłoszony przez Indie Brytyjskie już na II-gi Kongres, obecnie ponowiony.

#### **II. z działu zapór ciężkich:**

e) Studia nad kwestią poślizgu zapór ciężkich po podłożu fundamentowym — metody zakotwiczenia i spojenia z podłożem skalnym — temat zgłoszony przez Komitet Japoński.

f) Kwestie wykonania fundamentów - wydobywanie najgłębszych warstw, ograniczenie strefy wierceń, położenie pierwszych warstw zaprawy, korzyści i niedogodności zastrzyków o wysokim ciśnieniu — temat zgłoszony przez Komitet Austriacki.

g) Badać czy jest dobrze lub nie, dać nasyp-zasypkę od strony odpowietrznej zapory—wniosek zgłoszony przez Komitety: Niemiecki, Austriacki i Indie Brytyjskie.

Odrzucono przez Komitet Belgijski jako zbyt specjalny, natomiast Komitet Angielski wstrzymał się od głosu, nie rozumiejąc pytania.

h) Studia nad konstrukcją ostrogi u stopy zapory — temat zgłoszony przez Komitet Japoński.

i) Obliczanie zapór łukowych — temat zgłoszony przez Komitety: Włoski, Belgijski i Francuski.

j) Dozowanie zrzucanie i urabianie betonu w zaporach—temat zgłoszony przez Komitety: Belgijski i Norwesk.

#### **III. z działu zapór ziemnych:**

k) Jakie są najlepsze sposoby dla przeciwdziałania tworzeniu się kanałków wewnętrznych (renards, grundbruche)—temat proponowany przez prof. Rehbocka na I-ym Kongresie. Komitet wykonawczy w Hadze w 1936 r. postanowił poddać pod dyskusję Komitetów. Wypowiedziały się i poparły Komitety: Niemiecki, Austriacki, i Angielski. Negatywnie wypowiedział się Komitet Belgijski, jako zbyt specjalny temat.

l) Studia generalne zapór ziemnych — temat zgłoszony przez Komitet Francuski.

#### **IV. z działu zapór z narzutu kamiennego (en enrochement):**

m) Jak można określić początek obsuwania się zapór z narzutu kamiennego? — temat zgłoszony przez Komitet Rumuński poparty przez Komitet Austriacki, a odrzucony przez Komitety: Niemiecki, Belgijski i Indie Brytyjskie.

#### **V. wreszcie z działu budowy związanych z zaporami:**

n) Obliczenie i konstrukcje upustów i ujęć wody — temat zgłosił Komitet Belgijski.

o) Pomiary i typy przelewów (ouvrages de décharge) — temat zgłosił Komitet Włoski.

p) Podstawy obliczenia przelewów jako maksymalnych upustów — temat zgłosił Komitet Indii Brytyjskich.

Biuro stałe M. K. W. Z. wybrało z tych 16 tematów cztery, które miały poparcie większej ilości Komitetów, bądź były już odrzucane z poprzednich Kongresów:

*Dz. I.* 1. Studia i wyniki obserwacji empirycznych dotyczących wyporu i naprężeń wewnętrznych.

*Dz. II.* 2. Obliczenie i sprawozdanie doświadczalne zapór łukowych.

3. Urządzenia przyjęte w zaporach ziemnych dla przeciwdziałania tworzeniu się kanalików (renards).

*Dz. III.* 4. Wykonanie fundamentów zapór ciężkich.

Wobec rozbieżności zdań wśród delegatów postanowiono jeszcze raz rozesłać te pytania wszystkim Komitetom Energetycznym, zaznaczając, że z tych jeden temat będzie zarezerwowany dla kwestii cementu specjalnego zlecony przez ubiegłe dwa Kongresy.

Pożądanym byłoby, aby z Polski na III-ci Kongres zgłoszone były referaty np. na temat 3. t. j. fundamentowania, posiadamy bowiem ciekawy materiał z Rożnowa. Referat podjąłby się napisać Kierownik Budowy Z. Śliwiński.

Prace podkomisji cementu specjalnego poruszają się w dalszym ciągu.

Od sprawozdania inż. Hellstrom'a o stanie prac podkomisji na Komitecie Wykonawczym w 1936 r. w Waszyngtonie — Komisja w dalszym ciągu prowadziła swoje prace studiów, poszukiwań, oraz ostateczne sformułowanie punktów ogłoszono w Londynie 16 kwietnia 1937 roku.

To zebranie przy udziale 21 techników cementowych rozpatrzyło szereg referatów przedstawionych przez:

P. Mary (Francja) o doświadczeniach nad przepuszczalnością.

P. Rengade (Francja) o wpływie wody filtrującej przez beton na cement.

P. Hakanson (Szwecja) o nowym kalorymtrze adiabetycznym do pomiaru ciepła hydratyzacji. Po dyskusji kalorymtr adiabetyczny został uznany za równorzędny przyrządem uprzednio przez Podkomisję.

Kwestia skurczu była przedmiotem interesującej dyskusji — odnośnie raportów przedstawionych przez Podkomitet cementowy niemiecki, angielski i amerykański.

Punktem najbardziej interesującym, który wyszedł z tej dyskusji jest, że tendencja do spekań betonu jest funkcją nie tylko skurczu, ale także własności elastycznych i plastycznych betonów.

P. Sawage zapoznał Podkomisję z doświadczeniami na aparacie specjalnym, pozwalającym na odczytywanie skurczu wolnego lub nie.

Dyskutowano również metodę doświadczeń działania puzolanów w/g referatu szwedzkiego i angielskiego, jak również metod pomiaru miękkości (referat amerykański, szwedzki i p. Rengade).

Doświadczenia będą wykonane przez różne kraje na 3-ch próbkach przesłanych przez Komitet Brytyjski.

Wreszcie p. Cleret de Langavant zapoznał Podkomisję z użyciem cementów specjalnych żuźlowych (ciment de laitier) w zaporach francuskich. Członkowie niemieccy zaprosili Podkomisję cementową na następne zebranie do Berlina, podczas którego odbędzie się zwiedzenie zapory Hohenwarte.

Dotychczas koszty Podkomisji od 1934 r. wynoszą 31 fr. szw. plus 22 fr. szw. na wydawnictwa raportów.

Pażądanym byłoby, o ile nie nadszedł już do Pols. Kom. Energ. zażądać obszerniejszego publikowanego materiału z konferencji Podkomisji w Londynie (gdyż Polska nie jest członkiem tej Podkomisji) w celu wygłoszenia referatu na ten temat na następnym zebraniu Komisji Wod-

nej. Opracowania tego referatu podjąłby się inż. Z. Śliwiński.

W sprawie decyzji dotyczącej wniosków p. Gilboya (St. Zjedn.) i p. Mayer'a (Francja) na tematy 6 i 7 II-go Kongresu w Waszyngtonie, obejmujących temat budowy zapór ziemnych:

I. Wniosek w/g Mayer'a dotyczy studiów wszystkich przerwanych zapór ziemnych z charakterystyką materiału i obliczeń stateczności wszelkimi do dziś znanymi metodami.

II. Wniosek p. Gilboya bardziej ogólny dotyczący wypracowania ankiety odnośnie wykonania zapór ziemnych i ustalenia prac Kongresów następnych.

III. Wniosek przedstawiony przez p. Brito (Brazylia) dotyczy potrzeby doświadczeń, które byłyby wykonane przez konstruktorów, w celu dostarczenia materiału eksperymentalnego, brakującego obecnie i apelowania do Komitetów Narodowych by wykonały wszystko, aby zebrać ten materiał na robotach wykonywanych.

W rezultacie zapadła następująca uchwała:

Każdy Komitet Narodowy jest proszony o:

1) Zebrać listę i charakterystykę większych zapór ziemnych poczynając od tych, które miały wypadki.

2) Podać analizę i przyczynę wypadków o ile mogłyby być one dokładnie znane.

3) Porównać doświadczenie z teorią o ile chodzi o braki stateczności korpusów ziemnych zapór przy zbiorniku pełnym lub próżnym z uwzględnieniem materiałów użytych.

4) Zaproponować najlepsze metody badawcze dla istniejących zapór ziemnych, a w szczególności dla pomiarów ciśnienia wody wewnątrz korpusu oraz osiadania zapór.

5) Zrobienie ogólnej ankiety o budowie i wykonaniu zapór ziemnych, a w szczególności uwzględniającej metody wykonania budowy, szczegóły konstrukcyjne takie jak: drenaż, filtry, nachylenie skarp, ubezpieczenie skarp, osiadanie grobli, z podaniem wszystkich rozmaitych trudności w czasie eksploatacji.

Nadesłane odpowiedzi z poszczególnych Komitetów będą ostatecznie rozstrzygnięte przez Podkomisję w skład której wejdą delegaci z 5-ciu państw: Niemiec, Anglii, Francji, Włoch i Stanów Zjednoczonych. Nazwiska tych delegatów podadzą zainteresowane Komitety do Biura Stałego.

Komisja słownictwa technicznego międzynarodowego złożona z delegatów państw: Niemcy, Stany Zjednoczone, Francja, Anglia, Japonia, Sowiety i Włochy, pracuje opierając się na wstępnej pracy inż. Mary (Francja), który ustalił metodyczną listę z podziałem na 4 części: ogólna, zapory, budowie pomocnicze i wykonanie budowli.

Ta lista będzie przestudiowana przez p. de Rouville i Thimel i będzie oddana Kongresowi dla doręczenia członkom tej Podkomisji celem przetłumaczenia i uzupełnienia jeżeli będzie potrzeba.

Rejestr statystyczny obejmuje już 166 indeksów z danymi charakterystycznymi dla zapór w 11 krajach. Poza tym zgłoszili wysyłkę — Algier dla 2-ch, a Japonia dla 68 zapór.

Sprzedaż tych indeksów pozwoliła na pokrycie prawie całej kwoty wydania ich, która wynosiła 529 fr. szw.

Niezależnie od powyższego Sekretariat Biura Stałego sporządził na podstawie czasopism technicznych bibliografię 260 zapór o wysokości 15 m.

W końcu w Engineering News Record ukazał się artykuł p. Sutherland'a z listą 60 zapór światowych o wysokości poniżej 30 m.

Zebranie tych wszystkich danych pozwoli Biuru Stałemu na ogłoszenie indeksów około 800 zapór, który będzie stanowić przegląd ogólny wysokich zapór dla członków Komisji.

Adres Redakcji i Administracji:

Warszawa, ul. Elekoralna 2

Redakcja otwarta codziennie od godz. 10 do 12-ej  
telefon 624-55

P. K. O. 14.252

Cena rocznika Zł. 10. —

Cena zeszytu Zł. 2.50

Wydawca: **Polski Komitet Energetyczny**

Redaktor odp. inż. **Kazimierz Siwicki** Sekretarz Generalny P. K. En.

Druk. „Bagatela“ (właśc. M. Twardowski). Tel. 9-49-99.