

Rozpoczęcie budowy zapory w Rożnowie

Zagadnienie komunikacji i zaopatrzenie w prąd elektryczny placu budowy. — Pierwsze kroki na placu budowy. — Wstępne roboty prowadzone przed objęciem robót przez Firmę „Zapory”. — Wstępne roboty wykonane przez Firmę „Zapory”. — Kolonia administracyjna.

Artykuł poniższy rozpoczyna cykl publikacji nadesłanych nam łaskawie przez PP. Inżynierów z Kierownictwa Budowy Zapory, które zebrane w całość będą tworzyć monografię o tej niezmiernie ważnej budowlu wodnej.

Zgodnie z życzeniem Komitetu Redakcyjnego Czasopisma „Życie Techniczne” przystępuję do opisu prac związanych z budową zbiornika i zakładu wodnego w Rożnowie.

Opis ten rozpoczne od chwili powstania Kierownictwa Budowy Zbiornika w Rożnowie, czyli jednostki, której powierzona została bezpośrednia piecza nad wykonaniem budowy.

Prace nad Rożnowem prowadzone były dużo wcześniej. Rożnów, jako miejsce wyzyskania energii wodnej Dunajca posiada swą dość długą i bogatą historię, z którą czytelnik może się zapoznać w artykule prof. Pomianowskiego¹⁾. Pomijając nawet wszystkie stadia rozwoju projektu, wszystkie warianty rozwiązań, jakimi dążyła myśl zanim zrodził się projekt w realizowanej obecnie postaci, Rożnów wymagał dużej pracy nad wykonaniem projektu ostatecznego i wstępnych prac w terenie w postaci zdjęć, badań geologicznych i pomiarów hydrograficznych, które dały podstawy do wykonania projektu²⁾. Pomijając cały ten okres wielkiej pracy przygotowawczej, poprzedzającej wejście w teren z gotowym projektem w ręku, bynajmniej nie robię tego w intencji zmniejszenia znaczenia prac wstępnych, lecz po pierwsze dlatego, że sądząc z rozmów z przedstawicielem „Życia Technicznego”, Komitet specjalnie interesuje sama praca w terenie, po drugie będąc od chwili powstania Kierownictwa Budowy jego pracownikiem, osobiście zetknąłem się z pracami, prowadzonymi przez Kierownictwo, czyli z pracami podjętymi już po wykonaniu studiów wstępnych i projektu. Siłą rzeczy trudniej by mi było omawiać cały okres poprzedni. Ci, którzy prowadzili te prace w swych dotychczasowych, jak również w przyszłych publikacjach, niewątpliwie zapoznają szerszy ogół z pracami przez siebie wykonanymi.

Nie będę również poruszał zadań jakie ma do spełnienia zbiornik w Rożnowie, oraz ogólnego opisu projektu, sprawy te bowiem zostały omówione już między innymi i w Nr. 6 „Życia Technicznego” z roku bieżącego i w wielu innych publikacjach.

Rozpoczynam tedy od dnia 1 kwietnia 1935 r., kiedy objął urzędowanie Kierownik Budowy inż. Ziemowit Śliwiński, z kilkoma współpracownikami, a zatem od dnia, w którym de facto ukonstytuowało się Kierownictwo Budowy.

Dla orientacji czytelnika, wobec częstych zapytań i nieporozumień jakie się spotyka na ten temat, chcę wyjaśnić, że zbiornik i zakład wodny w Rożnowie, wykonywany obecnie, stanowi całkowicie własność Skarbu Państwa, a zatem Ministerstwa Komunikacji, jako odpowiedniego resortu. Kierownictwo Budowy Zbiornika jest organem państwowym, który

sprawuje na miejscu budowy nadzór nad jej wykonaniem, dostosowuje projekt do wymagań nasuwających się w terenie, przeprowadza wywłaszczenie terenów zajętych pod budowlę i podlegających zalewowi, wreszcie prowadzi niektóre roboty wykonawcze, nie oddane do wykonania poszczególnym przedsiębiorcom.

Poszczególne części robót prowadzone są pod ogólnym nadzorem Kier. Bud. przez firmy prywatne, występujące w charakterze przedsiębiorców. A więc: roboty budowlane zapory i zakładu wodno-elektrycznego, oraz stałą kolonię mieszkalną dla personelu, obsługującego w przyszłości zakład wykonywa firma „Zapory i Roboty Hydrauliczne Two Polsko-Francuskie”, turbiny dostarcza i montuje na miejscu firma Escher-Wyss, S. A. generatory i urządzenia elektryczne firma Brown-Boveri.

Równolegle z budową musi być przeprowadzona kłopotliwa i niekiedy drażliwa akcja wywłaszczenia gruntów podlegających zalewowi, akcję tę przeprowadza Kier. Budowy.

W chwili, od której rozpoczynam niniejszy opis prac rożnowskich, zakończony był w ogólnych zarysach projekt wykonawczy i w toku były formalności przetargowe na roboty budowlane.

Przed przystąpieniem do pracy w terenie należało rozważyć podstawowe zagadnienia niezbędne do prowadzenia budowy wogóle, w większych robót w szczególności. Mianowicie najważniejsze rozwiązanie drogi komunikacyjnej dla dowozu materiałów oraz środka energii niezbędnej do poruszania wszelkich urządzeń na placu budowy.

W warunkach rożnowskich nie były te kwestje łatwe do rozstrzygnięcia. Zważyć bowiem należy, że miejsce budowy zapory i zakładu położone jest na uboczu od wszelkich arterij komunikacyjnych, a jeżeli chodzi o dojazd na właściwy plac budowy, to prowadziła doń tylko leśna dróżka, zdatna do przejazdu furmanką, lecz niedostępna nawet dla lekkiego samochodu, a cóż dopiero mówić o ruchu towarowym na większą skalę. Należało przewidzieć doprowadzenie arterii komunikacyjnej z placu budowy do jakiegokolwiek stacji kolejowej i to na linii, która pozwoliłaby na przetransportowanie w ciągu budowy ok. 120.000 t. ładunków, (w tym największą pozycję stanowi cement). Jeżeli chodzi o transporty dzienne, to te należy ocenić na ok. 250 t., a jednorazowo przewożone ładunki przy transporcie urządzeń maszynowych dojdą do 40 t.

Jak widać z przytoczonych danych, chodziło o stworzenie drogi komunikacyjnej bądź kolejowej, bądź szosy, pozwalającej na ruch samochodów ciężarowych i ciężkich pociągów drogowych.



Sytuacja dróg dojazdowych do Rożnowa.

Przy rozważaniu alternatyw połączenia z liniami PKP wchodziły w grę trzy stacje kolejowe: Marcinkowice na linii N. Sącz-Chabówka, Gromnik na linii N. Sącz-Tarnów, wreszcie Brzesko na linii Kraków-Tarnów. Połączenie z Marcinkowicami możliwe jest jedynie przy pomocy kolei wąskotorowej ok. 18 km, przebiegającej wzdłuż Dunajca, całkowicie w terenie przyszłego zalewu. Trasa kolejki musi przechodzić przez trudny teren, przy stromych zboczach schodzących częstokroć do samego Dunajca. Przeprowadzenie zatem kolejki połączone jest z większymi robotami ziemnymi i skalnymi. Przebiegając całkowicie w terenie zalewowym, kolejką, łączącą plac budowy z Marcinkowicami z natury rzeczy, skazana jest na odegranie roli li tylko tymczasowej arterii komunikacyjnej, podlegającej rozbiórce po wykończeniu zapory.

Przy dwóch następnych alternatywach czyli połączeniu ze stacją Gromnik (ok. 40 km) lub Brzeska (ok. 50 km) wchodziła w grę budowa szos o silnej nawierzchni, gdyż istniejące w chwili obecnej drogi, w żadnym razie nie zniósłby potrzebnego ruchu towarowego. Pewną przewagą tego rozwiązania było pozostawienie na przyszłość odcinków dróg o dobrej nawierzchni, z tym jednak zastrzeżeniem, że w trakcie budowy zapory zostałyby one solidnie zużyte.

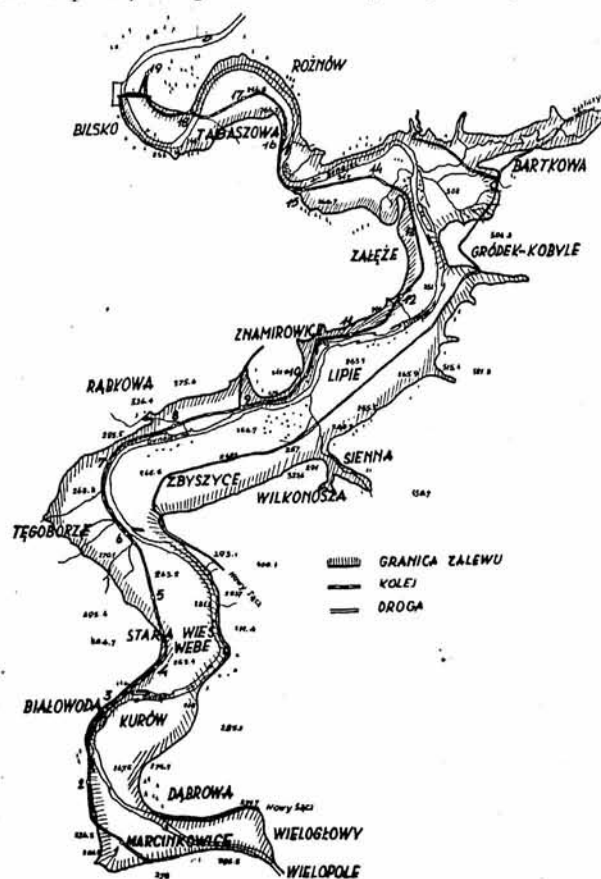
Przy rozważaniu tych możliwości, wchodziły w grę nie tylko koszty wymienionych dróg, lecz zarówno późniejsze koszty eksploatacyjne przy transporcie towarów, oraz pewność ruchu na poszczególnych arteriach i łatwość przeładunku na stacjach kolejowych. Nie należy bowiem zapominać, że przy pełnym biegu robót, dzienne zużycie cementu na budowie wyniesie do 250 t, czyli około 17 wagonów normalnotorowych, możliwość magazynowania na placu siłą rzeczy ograniczyć się musi do zapasów zaledwie kilkudniowych. W tych warunkach staje się zrozumiałym, że sprawne i niezawodne funkcjonowanie dróg komunikacyjnych jest jednym z podstawowych warunków wykonywania prac w przewidzianych terminach.

Po dłuższych rozważaniach i przekalkulowaniu wszelkich argumentów za i przeciw wybrana została alternatywa budowy kolejki łączącej plac budowy ze stacją Marcinkowice.

Drugim podstawowym zagadnieniem dla budowy jest kwestia zaopatrzenia placu w niezbędną energię elektryczną. Tu były dwie możliwości: budowa specjalnej elektrowni na miejscu lub doprowadzenie linii przesyłowej (ok. 50 km) z elektrowni w Mościcach. Łączna moc przeznaczona dla uruchomienia instalacji i oświetlenia placu przewidziana jest na 1200 KW, zaś całkowite zużycie w ciągu budowy wyniesie ok. 5 mil. kWh.

Budowa elektrowni miejscowej pociąga za sobą konieczność transportu materiałów pędnych, w dodatku elektrownia taka traktowana być może jedynie jako tymczasowa na okres budowy. Dostarczenie prądu z Mościc wymaga wprowadzenia budowy specjalnej linii elektrycznej, jednakże linia ta pomyślana na nap. 30000 V służyć będzie w przyszłości jako jedna z linii przesyłowych, prowadzących prąd z elektrowni rożnowskiej na bliższe okęgi.

Ze względu na konieczność dostarczenia prądu na plac budowy w możliwie szybkim czasie, równoległe z rozpoczęciem budowy linii przesyłowej Mościce-Rożnów wybudowana została w Rożnowie (ok. 3 km od placu budowy) elektrownia prowizoryczna o napędzie silnikiem Diesla. Elektrownia ta posiada moc 500 KM. Została ona ukończona w jesieni 1935 r. i dostarczyła prąd na plac budowy w grudniu 1935 r. Moc prowizorycznej elektrowni wystarczyła na zaspokojenie potrzeb budowy w pierwszych mie-



Sytuacja zbiornika rożnowskiego.

siącach pracy. W czerwcu 1936 r. została wykończona linia przesyłowa z Mościc i podstacja w Rożnowie. Prace te wykonane zostały przez Zarząd Elektrowni w Mościcach. Od tej chwili plac budowy może otrzymywać moc do pełnej przewidzianej wartości. Na samym placu budowy znajduje się miejscowa stacja transformatorów, przetwarzających prąd na napięcie robocze (220/380 V). Wybudowana na początku elektrownia prowizoryczna służyć będzie przez cały czas trwania budowy jako rezerwa, zapewniająca choć częściowe zaspokojenie potrzeb placu, na wypadek uszkodzenia na linii. Trzeba bowiem pamiętać, że zatrzymanie całkowite dostawy prądu, choćby stosunkowo na niedługi okres czasu, spowodować może znaczne straty. Weźmy np. wstrzymanie pracy pomp odwadniających wykop, lub nagłe wstrzymanie betoniarni, z pozostawieniem betonu w betoniarkach i na transporterach bez możliwości jego usunięcia.

W połowie maja 1935 r. osiedli w Rożnowie pierwsi pracownicy Kierownictwa Budowy. Punktem zaczepienia na miejscu stał się dwór, odległy ok. 3 km od placu budowy. Na samym bowiem placu budowy była tylko jedna mała chałupka z nielicznymi zabudowaniami gospodarczymi, poza tym lasy na stokach, pola obsiane lub zasutrowane w czasie katastrofalnej powodzi 1934 r., wreszcie sam Dunajec. Nie było więc możliwości zainstalowania się na miejscu budowy na tak zw. Łaziskach, w uroczym zakątku jakie utworzyło zakole Dunajca, gdzie jedynym widocznym śladem przyszłej zapory były kolki, którymi wyznaczono jej oś i białe paliki, wyznaczające linię zalewu, pozostawione przy pomiarach wstępnych terenu, poza tym kilka galerii badawczych i szereg otworów wiertniczych, wykonanych przy przeprowadzeniu badań geologicznych.

Korzystając tedy z lokalu udzielnego we dworze w Rożnowie powstało biuro Kierownictwa Budowy Zbiornika w Rożnowie. W okresie tym prowadzone były nadal rozpoczęte uprzednio prace pomiarowe terenów podlegających w przyszłości wywłaszczeniu, oraz przystąpiono do prac wstępnych, związanych z zagospodarowaniem właściwego placu budowy, załatwiając równocześnie formalności w związku z powstaniem nowej placówki urzędowej.

Z polecenia Biura Dróg Wodnych Min. Komunikacji, Kierownictwo Budowy winno było przede wszystkim przystąpić do szczegółowego badania miejscowych szutrowisk z punktu widzenia przydatności materiału jako kruszywa do betonu, oraz rozpocząć badania nad ustaleniem właściwego składu betonów. W związku z tym winno było powstać na placu Laboratorium Betonowe i corychlej przystąpić do prac badawczych^{a)}.

Nie będę tu omawiał ani prac pomiarowych, ani też nie będę się bliżej zatrzymywał nad zadaniami laboratorium, kwestje te omówione zostaną w następnych artykułach poświęconych specjalnie tym zagadnieniom. Obecnie natomiast chcę omówić, zgodnie z założonym tematem, tylko wejście w teren i bezpośrednio prace z tym związane.

Właściwe prace wywłaszczeniowe nie były jeszcze rozpoczęte. Przystępując więc do budowy baru przeznaczanego na laboratorium należało faktycznie wejść na cudzy teren nie znając jeszcze jego

oszacowania, więc nie mogąc zań od razu zapłacić, ani nawet wymienić kwoty, która za nie będzie zapłacona. Sprawę należało załatwić ugodowo. Zapewne, że ludność miejscowa mile widziała wszystkich tych, którzy przybyciem swym zwiastowali rychłe rozpoczęcie budowy. Na budowę tę patrzono jak na zbawienie, dawała ona bowiem nadzieję zarobków, na które uboga ludność tutejsza, zrujnowana w dodatku przez katastrofalną powódź czekała z utęsknieniem. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że ludzie tutejsi już w 1929 r. przeżywali takie chwile, gdy w związku z omawianą wówczas koncesją Harrimana, obiecywano im, że lada chwila rozpocznie się budowa zapory... przyjeżdżali, oglądali, teren badali i coś — wyjechali i ślad po nich zaginął. Nic tedy dziwnego, że choć witano mile tych przybyszów z dalekiej Warszawy, którzy się pojawili w związku z budową, lecz pewna doza nieufności musiała istnieć. A tu trzeba jednak rozpocząć budowę baru, zacząć kopać fundamenty na zasianym polu. Niewielki wprowadzić obszar potrzebny był pod barak 20×6 m, ale w kilkomorgowym gospodarstwie, do którego należał upatrzony na budowę baru teren, to bądź co bądź skarb. Jednak po krótkiej stosunkowo rozmowie z właścicielami, przy udziale ciekawych sąsiadów oraz przy poparciu ze strony plenipotenty dóbr Rożnowskich Dra Kotarskiego, dali się ludziska przekonać i... odbyło się właściwe wejście w teren.

Do jakiego stopnia przyświecała tu wszystkim nadzieja, że budowa w Rożnowie zaspokoi potrzebę zarobków, świadczy fakt, że od chwili gdy rozeszła się wieść o przyjeździe pracowników Kierownictwa Budowy, dzień w dzień przychodzili ludzie z bliższych i dalszych okolic z zapytaniem o pracę. Niekiedy wędrowali nawet z okolic bardzo odległych, z województw centralnych, gdyż zdawało się, że tak wielka budowa zdoła zaspokoić niemal wszystkich bezrobotnych w Polsce. Niestety w chwili ukonstytuowania się Kierownictwa Budowy na miejscu, nie były jeszcze ukończone pertraktacje związane z oddaniem robót Firmie Zapory i Roboty Hydrauliczne, czekając zatem z dnia na dzień na podpisanie umowy, a więc na rozpoczęcie głównych prac budowlanych, trudno było tym ludziom, którzy napewno potrzebowali pracy, udzielić wyczerpującej odpowiedzi chociażby o terminie w którym liczyć mogą na zatrudnienie większej ilości robotników.



Stała kolonia administracyjna.

Tymczasem bowiem Kierownictwo Budowy prowadziło tylko niewielkie roboty przygotowawcze, zatrudniając zaledwie kilkudziesięciu robotników.

Po wykończeniu baraku laboratorium betonowego w lipcu 1935 r. przystąpiono do prac nad zbadaniem materiału szutrowiska Witkówka, położonego powyżej placu budowy, miejsce to bowiem zostało upatrzone jako źródło szutru do betonu. Od tej chwili prace laboratoryjne ciągną się bez przerwy. Równoległe z rozpoczęciem prac laboratoryjnych, Kierownictwo Budowy prowadziło dalsze prace przygotowawcze. Prace te polegały na budowie baraków zarówno biurowych, jak i mieszkalnych i na umożliwieniu dojazdu samochodowego na plac budowy.

Powstaje zatem barak przeznaczony na pomieszczenie biur Kierownictwa i dwa baraki mieszkalne. Ogółem przed wejściem w teren przedsiębiorstwa wybudowano 430 m² baraków. Baraki wykonane przez Kierownictwo są to drewniane konstrukcje szkieletowe o ścianach utworzonych z dwucalowych desek obitych papą, a poza tym o wewnętrznym i zewnętrznym szalowaniu deskami jednocalowymi. Baraki spoczywają bądź na podmurówkach kamiennych, bądź na palach. Wszystkie prowizoryczne baraki kryte są papą.

Dla umożliwienia dojazdu samochodowego na plac budowy należało częściowo poszerzyć istniejącą drożkę leśną i złagodzić spadki, częściowo zaś wykonać odcinki nowe, odstępując od trasy dotychczasowej drożki. Rozbudowa odcinka drogi na 3 km umożliwiła wjazd na plac budowy.

Również nie zapomniano o jeszcze jednym niezbędnym łączniku ze światem, jakim jest telefon. Przeprowadzono więc linię telefoniczną do N. Sącza na odcinku 30 km. Roboty wykonał Zarząd Poczty i Telegrafów.

Wymienione roboty wstępne podjęte były przez Kierownictwo Budowy we własnym zakresie, aczkolwiek zasadniczo pewną ilość baraków do użytku Kierownictwa zgodnie z umową winno wykonać przedsiębiorstwo. Jednakże wobec przewlekających się pertraktacji z przedsiębiorstwem nie można było czekać z tymi robotami, bez nich bowiem nie do pomyslenia była jakakolwiek praca. Jasne, że wykonane przez Kierownictwo prace stanowiły znikomą część zabudowy placu, pozwoliły jednak na osiedlenie się pracow-

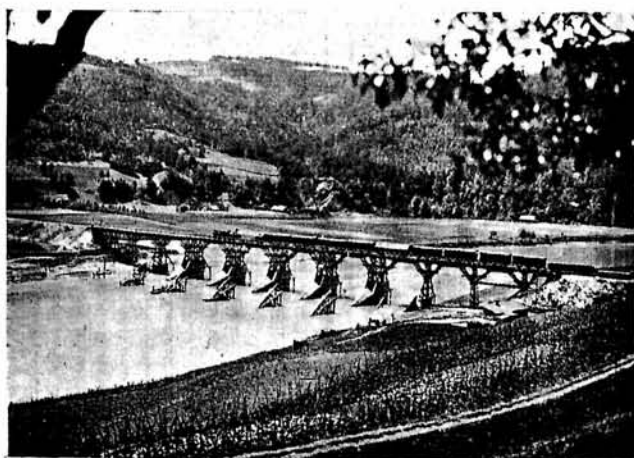
ników Kierownictwa i prowadzenie prac wstępnych. Początkowe warunki bytowania były nader prymitywne. Nie było wówczas mowy o takich luksusach, jak wodociąg, kanalizacja i elektryczność, jednak i skromniejsze wymagania spełnione były może nie w najwygodniejszy sposób, chociażby wodę do picia trzeba było czerpać ze źródła odległego o jakie 300—400 m a najbliższy sklepik, w którym można się było zaopatrzyć w najniezbędniejsze artykuły odległy był o 3 km.

Trzeba przyznać, że bytowanie w tych prymitywnych warunkach nie pozbawione jest uroku. Zwłaszcza teraz, gdy powstało całe osiedle, istnieje murwana kolonia mieszkalna dla personelu przyszłego zakładu, na placu są wodociąg, kanalizacja, elektryczność, sklepy w pobliżu, słowem gdy zaopatrzenie osiedla różnowskiego w zdobycze kulturalne przedstawia się dużo lepiej niż w wielu miasteczkach. Porównanie z pierwotnym okresem daje wyraźny obraz tego co powstało w tak krótkim czasie. Co prawda przyznać trzeba, że wówczas gdy stał tylko jeden barak wśród łąny zboża, pełnego maków, przy zalesionym stoku dolina wyglądała bardziej uroczo niż obecnie, gdy jest pokryta zabudowaniami i urządzeniami mechanicznymi, zato teraz czuje się tu tętno pracy i widzi z dnia na dzień jej wyniki.

Dalszymi krokami Kierownictwa było przeprowadzenie studiów nad wyznaczeniem trasy kolejki z Marcinkowic, wreszcie nawet rozpoczęcie jej budowy, oraz rozpoczęcie wykopu fundamentowego pod zapore.

W sierpniu 1935 r. w Ministerstwie Komunik. podpisana została umowa z firmą „Zapory i Roboty Hydrauliczne”, która podjęła się wykonania robót budowlanych zarówno samej zapory, jak i stałych domów administracyjnych, dla personelu przyszłego zakładu.

Natychmiast po podpisaniu umowy firma weszła w teren, czas był bowiem i tak spóźniony, i w szybkim tempie ruszyły roboty. Teraz bowiem kompetencje były właściwie podzielone, podczas gdy przy prowadzeniu wspomnianych robót przez Kierownictwo była ciągła atmosfera tymczasowości, prowadziło się bowiem roboty, które zasadniczo wykonać miał przedsiębiorca. Największy nacisk położono na budowę kolejki z Marcinkowic. Była to robota trudna. Miejscami należało się wcisnąć w stoki skalne, sięgające samego Dunajca. W dodatku skały uwarstwione ilolupkami były nader skore do tworzenia zsuwów. Z drugiej strony budując tymczasową kolejkę roboczą trudno jest myśleć o budowie dużych kosztownych murów oporowych. Nie zapominając zatem o prowizorycznym charakterze budowli należało tak lawirować, aby przy minimum kosztów, zapewnić jednak dostateczny stopień bezpieczeństwa dla ruchu transportów. Trasa kolejki przebiega w przeważnej części po lewym brzegu Dunajca i przekracza go już w pobliżu placu budowy. Dla przekroczenia Dunajca wybudowano most drewniany długości 146 m. uwidoczniiony na fotografii. Pozatym kolejka posiada trzy małe mostki i 25 przepustów. Dla wybudowania kolejki należało wykonać ca 100.000 m³ robót ziemnych. Budowa kolejki ukończona została dnia 15. XI. 1937. Jest to kolejka o torze 700 mm częściowo na podkładach żelaznych, częściowo na drewnianych. Największe nasilenie zatrudnienia przy budowie kolejki

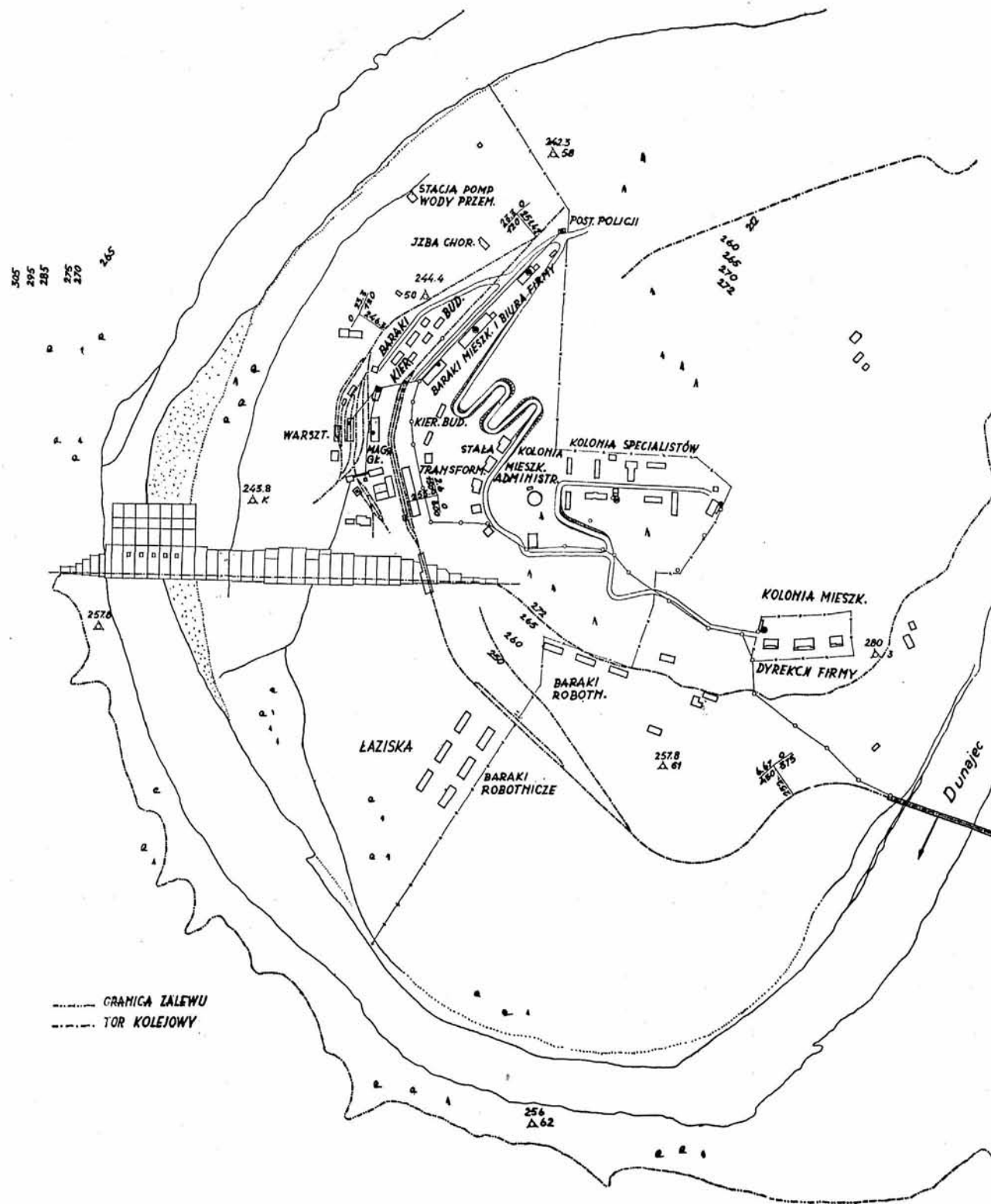


Most kolejki wąskotorowej na Dunajcu.

wynosiło ok. 1.500 ludzi. Uruchomienie kolejki było ważnym etapem w rozwoju pracy w Rożnowie, rozwiązało bowiem bardzo trudny problem transportu.

Równoległe z kolejką podjęte zostały prace nad zabudową placu. Powstały więc dalsze baraki mieszczące biura Kierownictwa, Biura firmowe, kolonia dyrekcyj firmowej, kolonia dla inżynierów i majstrów

zatrudnionych w firmie, baraki mieszczące warsztaty mechaniczne, stolarskie, stacja kompresorów dla sprężonego powietrza, stacje pomp i zbiornik wodociągowy zarówno dla wody do użytku domowego jak i przemysłowej, baraki robotnicze, magazyn cementu, magazyn drobnicowy, garaże samochodowe i parowozownia, słowem wszystkie zabudowania niezbędne



Ogólna sytuacja zabudowań na placu budowy.

na placu, plac został skanalizowany, przeprowadzono linie elektryczne do baraków. Dla orientacji w wymiarach zabudowań podaję powierzchnie poszczególnych zabudowań:

1. Baraki biurowe i mieszkalne Kier. Bud.	720 m ²
2. Baraki biurowe hotel i kantyna Firmy	1430 „
3. Kolonia dyrekcyjna Firmy	740 „
4. Kolonia dla specjalistów	1500 „
5. Baraki robotnicze	1750 „
6. Izba chorych	130 „
7. Warsztaty mechan., stolarsk., stacja kompresorów i zastrzykownia	1100 „
8. Magazyny	340 „
9. Stajnie	540 „

Poza tym powstała fabryka betonu i budynek mieszczący urządzenia kolejki linowej. Opis tych instalacji jako ważniejszych pozostawiam do specjalnego omówienia w następnych artykułach.

Instalacje wodociągowe, posiadające dwie sieci niezależne, jedna dla wody przemysłowej, druga dla wody do użytku domowego. Każda z sieci posiada odrębną stację pomp, pierwsza o 3 pompach o łącznej wydajności 575m³/godz., druga o 2 pompach o wydajności łącznej 360 m³/godz. Woda przemysłowa ujęta została z Dunajca, woda do użytku domowego z szutrowisk nadbrzeżnych, w pewnej odległości od rzeki. Ujęcie takie wykorzystuje naturalny filtr jakim są szutrowiska. W rezultacie analiza wody, przeznaczonej do picia dała wyniki pozytywne i nie trzeba było stosować dodatkowych urządzeń filtrujących.

Obydwie sieci posiadają wspólny zbiornik w terenie o rzędnej dna 296 m. o dwóch komorach, większej o pojemności 350 m³ do wody przemysłowej, mniejszej o pojemności 80 m³ dla wody do użytku domowego. Wysokość podnoszenia wody od Dunajca do zbiornika wynosi ca 60 m.

Prócz tego istnieje dodatkowy zbiornik na wieży na rzędnej 316 m o pojemności 4,5 m³ dla zaopatrywania wyżej położonej kolonii specjalistów.

Sieć wodociągowa rozgałęziona jest po całym terenie budowy dla dostarczenia wody do wszystkich budynków mieszkalnych zarówno stałych, jak i prowizorycznych, do szeregu źródeł na placu, wreszcie dla zaopatrzenia warsztatów, fabryki betonu i dowolnego punktu placu budowy, gdyż woda ta używana jest do zmywania powierzchni betonu i do ich zwilżania. W ten sposób długość sieci wodociągowej wynosi ca 3600 m. Sieć kanalizacyjna obsługująca domy mieszkalne posiada łączną długość 1100 m. Ścieki wyprowadzone są do Dunajca poniżej ujęć wodociągowych.

Poniekąd uboczną rzecz przy budowie zapory stanowiła kolonia administracyjna dla przyszłego personelu obsługującego zakład. Kolonia ta składa się z sześciu domków o łącznej kubaturze 7400 m³. W tym jeden dom „komisyjny” posiada sześć pokoi gościnnych i salę jadalną. Resztę stanowią domy mieszkalne: samodzielny domek 4-pokojowy dla dyrektora elektrowni, jeden domek o dwóch mieszkaniach 3-pokojowych i trzy domki o trzech mieszkaniach 2-pokojowych.

Mieszkania kolonii administracyjnej, są to nowocześnie pomyślane, skromne lecz wygodne i widne. Każde z nich posiada kuchnię, łazienkę i inne wygody. Kolonia umieszczona jest na stoku, powyżej korony przyszłej zapory, wzdłuż drogi dojazdowej połączonej serpentyną z przyszłą drogą prowadzącą na zapórę. Każde z mieszkań posiada taras lub balkon z ładnym widokiem na zapórę i zakład. Po ostatecznym uporządkowaniu terenu wokoło domków i założeniu ogródków kwiatowych zapewnione zostanie miłe locum dla tych którzy na dłuższy czas osiedlą przy elektrowni. Narazie kolonia mieszkalna zajęta jest przez pracowników Kierownictwa Budowy.

Dodać należy, że przy wykonywaniu robót na placu, a zwłaszcza przy przeprowadzaniu dróg, zakładanie prowizorycznych linii elektrycznych itp. zwraca się bacznie uwagę, aby o ile możliwości jak najmniej wyniszczać drzewa pokrywające stoki. Należy bowiem pozostawić je jako największe możliwości dla wykorzystania zalesienia stoków dla utworzenia parku w otoczeniu kolonii administracyjnej.

Na tym kończę pobieżny opis wstępnych poczynąń przy rozpoczęciu budowy i urządzeń na placu, pozostawiając szczegółowy opis instalacji pomocniczych i przeprowadzeniu robót wykonawczych do dalszego cyklu artykułów.

Inż. E. Czetwertyński.

Rożnów, w sierpniu 1937 r.

¹⁾ „Przyczynek do historii powstania zbiorników Karpaczkich w Polsce” Gospodarka Wodna 1936, oraz artykuły o projektach zakładu w Rożnowie „Przegl. Techn.” 20-VI-1930 — 18-II-1931.

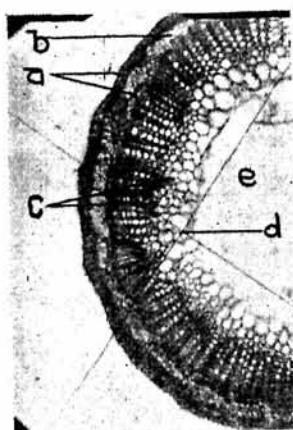
²⁾ Kollis „Studia dla projektu zbiornika wodnego w Rożnowie” „Gosp. Wodna” 1935, Herbich „Zagadnienia zbiornikowe” „Gosp. Wodna” 1935.

³⁾ Czetwertyński „Prace Laboratorium betonowego Kierownictwa Budowy Zbiornika w Rożnowie” „Gosp. Wodna” 1936.

Zagadnienie kotonizacji lnu

Włókno lniane służące od wieków na kontynencie europejskim, poczęło po odkryciu drogi morskiej do Indii ustępować swemu konkurentowi bawełnie. Konsument bowiem chętniej nabywał surowiec, który dawał tkaninę miękką i cienką, niż sztywne i grube płótno lniane. Nic też dziwnego, że rynki włókiennicze

zalewane były coraz większymi transportami bawełny tak, że upadek lniarstwa wydawał się być nieunikniony. Na taką też koniunkturę w wieku XVIII, przypada mechanizacja przędzalnictwa. Rozwijać się ono musiało zatem na bawełnie, a nie na lnianym za włókno gorszego gatunku. Dopiero polityka



Ryc. 1.

lniarską na jedno z ważniejszych zagadnień gospodarczych. Sprawą tą zajęły się przede wszystkim Niemcy i Rosja sowiecka, gdzie całe zespoly pracowników naukowych, technologów i rolników pochłonięte były zagadnieniem lniarskim.

Technologia lnu związana jest z anatomiczną budową jego łodygi. Ryc. 1. przedstawia w przekroju poprzecznym łodygę lnu. Zbudowana ona jest z kory „a” wśród której wyróżnia się pęczki włókien „b”. Warstwy drewna „c” rdzenia „d”. „e” oznacza kanał rdzeniowy. Ryc. 2. przedstawia schematyczny układ włókien biegnących wzdłuż łodygi lnu. Elementarne włókna w kształcie wrzecion tworzą pęczki „p”, posiadające odgałęzienia łączące sąsiednie pęczki „p₁”.

Splot tych elementarnych włókien i sklejonych pektyną tworzy łyko, które od drzewnika oddziela się w procesach:

1) moczenia lub roszenia lnu, 2) miedlenia, 3) trzepania. Roszenie lub moczenie ma na celu rozluźnienie łyka od drzewnika. Jest to proces biologiczny, w którym drobnoustroje wydzielające enzym pektynazę rozpuszczają część pektyn, wiążące łyko z drzewnikiem. Doprowadzenie tego procesu do końca i rozpuszczenie całej pektyny w tym stadium procesu nie jest korzystne. Moczenie lub roszenie jest więc przerwany proces fermentacji pektynowej.

Oddzielone łyko od drzewnika w procesach moczenia, miedlenia i trzepania, jest już częściowo porozdzierane wzdłuż biegnących elementarnych włókien. Poszczególne tasiemki łykowe składają się z kompleksów elementarnych włókien, są jednak za grube ażeby w procesie przędzenia, przy użyciu maszyn bawelnianych dały cienką tkaninę. W celu uzyskania tkanin bardzo cienkich należałoby kompleksy tych włókien porozdzierać mechanicznie lub rozkładać drogą chemiczną. Proces ten zwany jest kotonizacją. Ideałem kotonizacji jest doprowadzenie do takiego rozdziału kompleksu włókien elementarnych, ażeby długością i grubością były bardzo zbliżone do włókien bawełny. W ten sposób można uzyskać przędziwo lniane o dużych zdolnościach przędnych przy równoczesnym zastosowaniu bawełniczych maszyn przędzalniczych.

Kotonizacja lnu może odbywać się na drodze mechanicznej albo drogą chemiczną. Kotonizacja mechaniczna, polegająca na mechanicznym rozdzieraniu tasiemek łykowych na coraz delikatniejsze włókienka w kierunku podłużnym, jest uciążliwa i nieekono-

miczna. Przy mechanicznym bowiem rozdzieraniu włókna otrzymuje się czesankę i wyczeski, które muszą być znowu osobno traktowane w dalszym procesie technologicznym. Kotonizacja chemiczna polega na chemicznym procesie rozklejania tasiemek łykowych na elementarne włókna. Ciała pektynowe oraz lignina są substancjami sklejącymi elementarne włókna lnu. Ciała te są powodem sztywnych właściwości tkanin z lnu niekotonizowanego. Substancje pektynowe oraz lignina są w wodzie zimnej nierozpuszczalne. Z kompleksu włókien można je usunąć działaniem gorącej wody, chemikaliów lub procesami biologicznymi. Oprócz tych substancji nierozpuszczalnych w zimnej wodzie słoma lniana zawiera substancje rozpuszczalne, w skład których wchodzi głównie węglowodany. Substancje te można usunąć ze słomy drogą pięciokrotnego wymywania czystą wodą w temperaturze 50—60° C. W tych warunkach jednak substancje pektynowe pozostają nienaruszone. Jeżeli natomiast słomę tę zadamy wrzącą wodą, wówczas pektyny przechodzą do roztworu. Pektyna w tych warunkach chemicznie zostaje zhydrolizowana. Składa się ona teraz z dwóch substancji: z soli kwasu pektynowego oraz heksopentozanów. Ten produkt odbudowy pektyny nazywa się hydropektyną. Usuwanie pektyny gorącą wodą jest procesem bardzo żmudnym. W tych warunkach tylko część substancji pektynowych udaje się przeprowadzić w roztwór. Ilość ich łągowania wodą w temp. 100° C. wynosi około 3% w przeliczeniu na suchą słomę. Wydajność w procesie łągowania czystą wodą można zwiększyć stosując wyższe ciśnienie od 1 do 2 Atm. co odpowiada 120—135° C. O żmudności tego procesu świadczą doświadczenia przeprowadzone przez Ehrlicha i Schuberta które podane są w tabeli I.

TABELA I.

Temp.	Wydajność
100°	3.17%
120°	11.21%
135°	1.76%
	16.14% hydropektyny

Te trudności wynikłe ze słabej zdolności peptyzacyjnej pektyn w czystej wodzie można usunąć dodając do niej chemikaliów, jak np. łągów lub szcianianów alkalicznych. Stosowanie roztworów chemikaliów i gotowanie pod ciśnieniem atmosferycznym nie daje jednak możliwości usunięcia wszystkich ciał inkrustujących t. j. pektyny i ligniny. Lignina bowiem rozpuszcza się dopiero pod wpływem wyższych temperatur. Należy zatem w tym przypadku stosować wyższe ciśnienie. Stosowanie wyższego ciśnienia jest także i dlatego korzystne, ponieważ znacznie przyspiesza proces rozklejania włókien. W tych warunkach, wprowadzając elementarne włókna są atakowane przez chemikalia, wskutek czego tracą na wytrzymałości mechanicznej, to jednak wytrzymałość materiału gotowanego pod ciśnieniem 5 Atm. daje jeszcze przędę o 50% wytrzymałą od przędzy bawełnianej. Nie dowodzi to jednak wyższości skotonizowanego włókna nad bawełną, któremu prof. Johansen przypisuje trzy wady: 1) ubóstwo struktury,

2) małą elastyczność, 3) w niedopuszczalnych granicach wahająca się nierównomierność długości i grubości. Uboga struktura włókna lnianego w odróżnieniu od włókna bawełnianego posiadającego skręty korkociągowe, wpływa ujemnie na jego zdolności przędne. Prof. Bratkowski twierdzi jednak, że pomimo procesu odklejania w jego metodzie, pomiędzy elementarnymi włóknami lnu, pozostaje jeszcze na tyle substancji pektynowych w postaci proszku, że ułatwiają one zczepność włókien, potrzebną przy procesie przędzenia. Prof. Bratkowski opracowując swój sposób kotonizacyjny, brał pod uwagę te ujemne cechy lnu. Degumowanie w tej metodzie Prof. Bratkowski prowadzi do straty 30 do 35% pierwotnej wagi włókna.

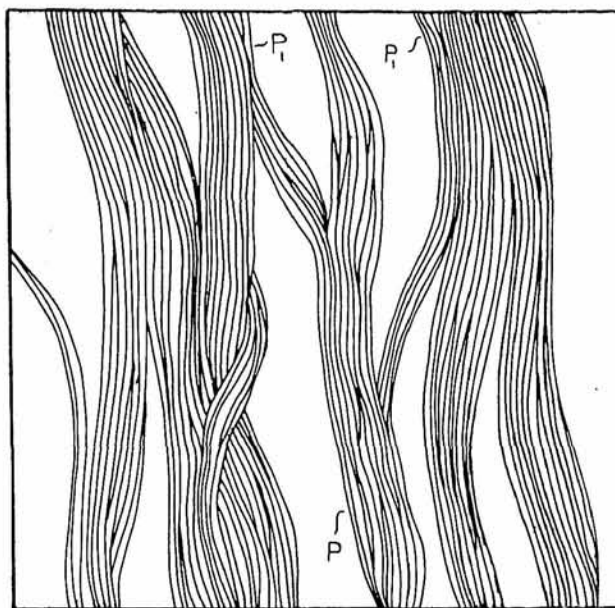
W surowej lodydze lnu różnice w długości poszczególnych włókien są dużo większe niż bawełny. Nawet len belgijski uważany za najlepszy zawiera ponad 50% włókien takiej długości, które nie sprzyjają procesowi przędzenia. Zdolności przędne w zależności od długości włókna przedstawiają się następująco: włókna o długości 1—15 mm są nieprzędne albo też utrudniają proces przędzenia, o długości 15—40 mm są przędne, powyżej zaś 40 mm są nieprzędne. Prof. Bratkowski w swojej metodzie kotonizacyjnej uzyskuje stosunek procentowy poszczególnych długości włókien bardzo zbliżony do stosunku, jaki istnieje w najlepszej bawełnie amerykańskiej. Tą procentową zawartość poszczególnych długości włókien według prof. Bratkowskiego przedstawia Tabela II.

TABELA II.

Lp.	Gatunek przędzy	Długość przeciętna element. włókna w mm	Długość w granicach		
			od 1—15 mm o/o	od 15—40 mm o/o	powyżej 40 mm o/o
1	Len belgijski pochodzący z lodyg 80 mm długich	20.20	52.53	35.23	12.24
2	Len polski kotonizowany w taśmie, gotowany i chlorowany	22.80	20.00	79.70	0.30
3	Dla porównania najlepsza amerykańska bawełna o długości handlowej 32 mm	24.60	13.50	85.80	0.70

Zagadnienie kotonizacji lnu w Polsce żywo interesuje sfery włókiennicze od czasu kiedy nastąpiły ograniczenia kontyngentów importowych bawełny. Dzisiaj jeszcze sprowadza się jednak do Polski bawełnę wartości ok. 130 mil. zł. rocznie. Rozwiązanie w Polsce zagadnienia kotonizacji wpłynie więc wydatnie na poprawę naszego bilansu handlowego, w którym pozycja bawełny zajmuje około 13% ogólnego bilansu. Podniesienie zaś rolnictwa a zarazem gospodarcze Polski B., oraz dobrze zorganizowana obronność Państwa, nakazuje nam pamiętać o rozwoju lniarstwa w Polsce.

W ostatnich latach zrobiliśmy w tej dziedzinie duży postęp skoro urządziliśmy zakłady kotonizacyjne przerabiające 3000 ton rocznie kotoniny. Importowaliśmy zaś w r. 1936 74.000 ton bawełny. Do największych zakładów kotonizacyjnych w Polsce nale-



Ryc. 2.

ży łódzka kotonizatornia „Kotolen” z produkcją 1000 ton kotoniny rocznie oraz zakłady we Lwowie „Kotonia” z produkcją 800—1000 ton rocznie.

Należy się jednak spodziewać, że dzięki propagandzie lniarstwa wśród naszych rolników uprawa jego zostanie zwiększona. Jeżeli przy tym najważniejsze postulaty sekcji lniarsko - kotonizacyjnej zostaną przez czynniki miarodajne poparte, wówczas w ciągu 1 roku będziemy mogli łatwo zwiększyć produkcję kotoniny o 100%.

Jeden z głównych postulatów wysuniętych przez rolnictwo to nałożenie opłat celnych na import bawełny do 10 zł. od 100 kg. Wpływy zaś z tych opłat zużyte byłyby na pokrycie kosztów związanych z pracami badawczymi nad dalszym uszlachetnianiem naszego włókna, oraz na premiowanie kotoniny w przemyśle włókienniczym. Czekamy jeszcze duży wysiłek pracy, ażeby podnieść uprawę lnu i rozbudować przemysł kotonizacyjny.

Inż. Zdzisław Sokalski

Ż R Ó D Ł A :

- 1) Ehrlich, Schubert. Über die Chemie der Inkrusten des Flachses. Biochemische Zeitschrift. 169, (1926).
- 2) Ehrlich. Über den fermentativen Abbau des Pektins. Cellulosechemie. 12 (1931).
- 3) Henderson. Das Pektin und Hemicellulosen der Flachspanze. Cellulosechemie.
- 4) J. Gościcki. Zastos. koton. włókna krajowego w przemyśle włókienniczym. Przegląd lniarski. Rok. VII. z. 6.
- 5) Inż. A. Zukowski. Budowa anatom. lodygi lnu. Przegląd lniarski. Rok VI. z. 5.
- 6) Prof. Bratkowski. Naukowe podstawy nowej techn. lnu względnie konopi. Przegląd lniarski. Rok VI. z. 5. i następne.
- 7) Mały rocznik statystyczny. 1936.

Zapisujcie się na członków L. O. P. P.

CHEMICZNY INSTYTUT BADAWCZY

W drugiej połowie 1916 r. powstaje we Lwowie, dzięki inicjatywie prof. Ignacego Mościckiego, placówka badawcza pod nazwą „Metan”, Instytut Badań Naukowych. Placówka ta, będąca embrionalną komórką Chemicznego Instytutu Badawczego, pozostawała w kontakcie z przemysłem naftowym, o czym świadczy nazwa i większość prac naukowych z tego okresu.

Cele jednakże „Metanu” były bardziej ogólne — chodziło tu o rozwinięcie i pielęgnowanie polskiej myśli technicznej, a w pierwszym rzędzie o rozwiązywanie i użytkowywanie problemów inżynierii chemicznej. Dorobek naukowy „Metanu” zwiększał się z latami i z chwilą uzyskania niepodległości przedstawiał się już bardzo poważnie. Dlatego to powstaje myśl, aby znacznie rozszerzyć ramy „Metanu” i przekształcić dotychczasową spółkę na instytucję społeczną, posiadającą własny statut i autonomię. Myśl ta zostaje zrealizowana w marcu 1922 r. Kierownictwo Instytutu spoczęło w rękach Kuratorium, składającego się z osób wybranych, specjalnie zasłużonych na polu naukowym, oraz z przedstawicieli nauki, przemysłu i wojskowości. Kilka pierwszych lat pracy Instytutu poświęconych zostaje zagadnieniom technologicznym, rozwiązywanym zawsze dzięki genialnej myśli oraz genialnemu podejściu do sprawy jego założyciela i opiekuna, prof. Ignacego Mościckiego. Prace te są liczne i trudno je nawet w krótkości wyliczyć, dlatego wspomnę tylko o rozdzielaniu emulsyj olejowych i ropnych, udoskonaleniu w technice destylacji — pierwszych pracach związanych ze stabilizacją gazoliny i absorpcją gazoliny w olejach, pracach technologicznych nad rozkładem cyjanków, wykorzystaniu zjawiska Leidenfrost’a do urządzeń odparowujących ciecze, metodach produkcji kwasu siarkowego i azotowego itp.

W r. 1926, gdy prof. Ignacy Mościcki powołany zostaje na Prezydenta Rzeczypospolitej, kończy się pierwszy okres działalności Ch. I. B. Wtedy to Instytut Badawczy zaczyna swą pracę w Warszawie w warunkach znacznie wygodniejszych, w murach własnego gmachu. Dzieło stworzenia siedziby, własnego budynku i hali technicznej zawdzięcza Instytut przede wszystkim niezmordowanej pracy organizator-

skiej ś. p. Dyrektora Dr. Zenona Martynowicza. W nowej siedzibie, w miarę napływu i rozwiązywania aktualnych tematów naszego przemysłu, wyłoniła się potrzeba podziału Instytutu. Tak w kolejności rozpoczynają się prace: Dział Wielkiego Przemysłu Nieorganicznego — później z Oddziałem Spirytusowym i Oddziałem Solnym, — Dział Węglowy, Dział Metalurgiczny, Dział Analityczny, Syntezy Kauczuku, Węgla Aktywnego. Poszczególne działy zajęły się pracami na tematy inżynierii chemicznej, pracując nad wykorzystaniem surowców polskich i ich przeróbką. Kierunek prac jest związany nie tylko z potrzebami chwili, lecz łączy się też z ogólnymi zagadnieniami gospodarczymi i obronnymi kraju.

Dnia 9. XII. 1936 r. Chemiczny Instytut Badawczy obchodził XX-lecie pracy za okres 1916—1936 — pracy chlubnej i wielkiej dla dobra kraju i narodu.

Głównym celem Chemicznego Instytutu Badawczego jest niesienie naukowej pomocy polskiemu przemysłowi, po pierwsze przez opracowywanie nowych metod produkcji, opartych o surowce polskie, po drugie przez szkolenie jednostek inżynierskich, wyspecjalizowanych w odpowiednich gałęziach przemysłu, lub samodzielnych, pełnych inicjatywy ludzi, na stanowiska kierownicze w polskim przemyśle. Sam fakt zetknięcia się tutaj młodego inżyniera z piękną biblioteką naukowo-techniczną przynosi korzyści niezmierne — podnosi horyzonty myślenia technicznego, uczy szukać w literaturze, wreszcie pozwala młodemu adeptowi sztuki technologicznej na nabycie wielkiej wprawy w opanowaniu literatury technicznej. Fakt ciągłego stykania się z aparaturą półtechniczną, przechodzenia ze skali mniejszej do większej, uczy go nie tylko projektowania większych urządzeń, lecz pozwala mu na samodzielne poznanie trudności przy rozruchu i ruchu danej instalacji — oraz zaznajamiania się z kalkulacją fabryczną.

Statut Chemicznego Instytutu Badawczego w paragrafie mówiącym o celach Instytutu brzmi:

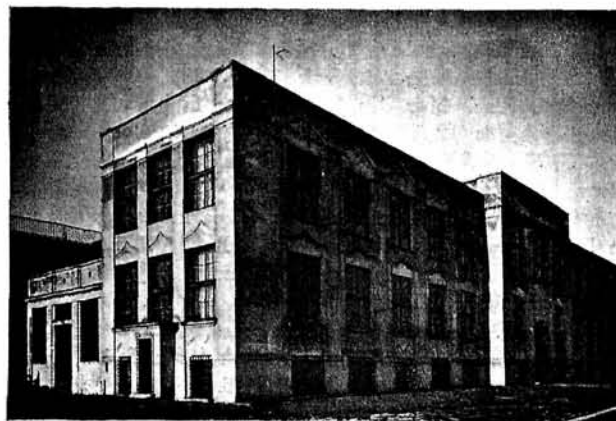
„§ 3. Stowarzyszenie „Chemiczny Instytut Badawczy” ma na celu działalność pionierską w kierunku pracy naukowo-twórczej nad budową przemysłu chemicznego w Polsce przez:

a) twórcze opracowywanie naukowe i techniczne zagadnień z dziedziny przemysłu chemicznego, aktualnych dla Państwa;

b) badanie ze stanowiska interesu ogólnopństwowego warunków rozwoju poszczególnych gałęzi przemysłu chemicznego i dawanie inicjatywy do powstawania nowych działów tego przemysłu;

c) przygotowywanie sił fachowych i zaprawianie ich do technologicznej pracy twórczej”.

Rola Instytutu nie kończy się na tych kilku zadaniach, lecz przez częste referaty sprawozdawcze, ogłaszane w pismach krajowych i zagranicznych, przyczynia się do podniesienia stanu umiejętności fachowych całych rzesz kolegów pracujących w polskim przemyśle. Ogłaszane zaś prace w pismach polskich i obcych sygnalizują światu, że i polska nauka i myśl technologiczna znalazła odpowiedni moment dla swego rozwoju.



Gmach Chem. Instyt. Badawczego w Warszawie

Chemiczny Instytut Badawczy mieści się w Warszawie na Żoliborzu na terenach otrzymanych od wojska. Plan rozbudowy przewiduje szereg pawilonów, z których dopiero główny jest wykończony i reprezentuje na razie Instytut. Tu znajdują się laboratoria i biblioteka, oraz wielka hala technologiczna, w której przeprowadza się badania półtechniczne. Warsztat, który do niedawna mieścił się w hali technologicznej, otrzyma obecnie nowy budynek, gdzie też powstanie druga hala badań. Budynek mieszkalny dla pracowników dopełnia całości.

Instytut jest instytucją rządzącą się autonomicznie pod kontrolą Kuratorium, zbierającego się raz w roku. Nad jego sprawami wewnętrznymi, oraz kierunkiem prac badawczych czuwa Zarząd Instytutu z dyrektorem na czele. Godność tę od 1936 r. piastuje prof. Dr Kazimierz Kling, jeden z współtwórców Instytutu oraz kierowników działu.

Prezesem Kuratorium jest obecnie Wicepremier i Minister Skarbu, inż. Eugeniusz Kwiatkowski.

Instytut rozpada się na działy prowadzone przez odpowiedzialnych kierowników, wybieranych z pośród profesorów i ludzi zasłużonych dla techniki i nauki. Personel techniczny stanowią inżynierowie, technicy i laboranci.

Po krótko zaznamy czytelników z kierunkiem i treścią prac wykonawczych w poszczególnych działach Instytutu, uczynię to jednak w sposób fragmentaryczny i ogólny.

Dział Wielkiego Przemysłu Nieorganicznego prowadzi, pomiędzy całym szeregiem prac, badania nad zagadnieniem otrzymywania aluminium z surowców krajowych. Wynikiem tych badań jest opracowanie na skalę fabryczną rafinacji aluminium z łożu, na razie laboratoryjne otrzymywanie glinu drogą chlorowania glin krajowych i elektrolizy; opracowanie sposobu przeróbki tychże glin na czysty tlenek glinu, uniezależniając w ten sposób tę gałąź przemysłu od importowanego boksytu. Z innych prac na uwagę zasługują próby rozwiązania w Polsce sprawy siarki, której poświęcono szereg prac badawczych, jak i prób fabrycznych. Poza tym ważne też są studia nad elektrolitycznym otrzymywaniem metali lekkich, nad woltolizacją olejów, elektrodami węglowymi itd. Czynny również przy tym dziale Oddział Solny zajmuje się uszlachetnianiem, skażaniem i brykietowaniem niektórych gatunków soli handlowych.

Dział Mieszanek Spirytusowych zajmuje się pracami dla Monopolu Spirytusowego, jak badanie mieszanek popędowych, odwadnianie i skażanie spirytusu oraz jego zastosowanie jako surowca chemicznego. Ostatnio opracowano tam nową własną metodę odwadniania spirytusu.

Dział Węglowy przeprowadził systematyczne badania w zakresie własności fizyko-chemicznych węgla polskich i niektórych zagranicznych, oraz wykonał prace nad zagadnieniem poprawy koksu górnośląskiego, jak również nad otrzymaniem dobrego koksu hutniczego z polskich węgla nie koksujących. Z pośród wielu opracowywanych tu tematów wymienić należy: brykietowanie bez lepiszcza, metodę flotacji próżniowej miazgi węglowej, metodę otrzymywania metanolu z gazów, prace nad polimeryzacją i uwodornieniem smoły, prace nad otrzymywaniem bakelitów, a obecnie studia nad torfem krajowym

i węglem brunatnym. Zasluga tego też działu jest ogłoszenie około 50 artykułów fachowych drukiem w prasie polskiej i zagranicznej, 25 zgłoszeń patentowych i około 40 referatów.

Dział Węgla Aktywnego opracował metodę otrzymywania taniego węgla aktywnego z surowców krajowych dla przemysłu i do celów obrony przeciwgazowej dla ludności cywilnej, oraz węgla odbarwiającego. Z wielu prac naukową zasługuje metoda aktywacji polskich bentonitów, metody odbarwiania olejów żywnościowych i kalafonii oraz studia nad formowaniem węgla aktywnych. Działy Węglowy i Węgla Aktywnego były stworzone i kierowane przez obecnego Ministra W. R. i O. P., prof. Dr W. Świętosławskiego, i jemu zawdzięczają ten ogrom prac. Obecnie pozostają pod dalszą jego opieką.

Dział Syntezy Kauczuku prowadzi badania w skali półtechnicznej nad otrzymaniem syntetycznego kauczuku t. zw. keru z alkoholu drogą przez erytren. Ekspozyty często wystawiane przy nadających się okazjach — to elementy gumowe masek, węże gumowe, opony samochodowe, płótna impregnowane itp.

Prace Działu Metalurgicznego, mieszczącego się w gmachu Studium Techn. na Politechnice Warszawskiej, dotyczą badań nad cynkiem oraz stopami aluminium.

Dział Analityczny Instytutu ma na celu nie tylko pomoc dla działów badawczych Ch. I. B., ale również wykonywanie analiz i ekspertyz dla różnych innych instytucji, oraz prac badawczych w zakresie nowych metod analitycznych. Temu też działowi zawdzięcza się opracowanie obszernej monografii o węglach polskich.

Szczegółowe sprawozdanie z prac Instytutu referowane są na dorocznych posiedzeniach Kuratorium i Walnych Zgromadzeniach Członków Stowarzyszenia. Streszczenia tych sprawozdań znaleźć można w czasopiśmie „Przemysł Chemiczny”. Czasopismo to powstało w r. 1916, wychodząc początkowo pod nazwą „Metan”, obecnie jest organem Chemicznego Instytutu Badawczego i Polskiego Towarzystwa Chemicznego.

Inż. Kazimierz Hołowiecki



Ogólny widok hali technologicznej

O ELEKTRYFIKACJI OKRĘGU PARYSKIEGO

Jeszcze do roku 1918 panował w Okręgu Paryskim, chaos napięć, frekwencji i rodzajów prądu. Ślady tego chaosu pozostały po dziś dzień w sieci oświetleniowej Paryża w formie: prądu stałego 3-przewodowego, 5-przewodowego, 1-dnofazowego 2-przewodowego, i 2-fazowego, 5-przewodowego.

W roku 1921 minister Robót Publicznych „przypomniał” prefektowi Sekwany okólnik ministerialny z r. 1918. Instalacje pozmieniano, ale wspomniane układy przewodów na mieście pozostały. Miejscami pozostały i rodzaje prądów: na jednej ulicy prąd stały, a nadrugiej prąd zmienny. By wreszcie usprawnić ujednolajnienie napięć, frekwencji i rodzajów prądu oraz zapewnić pewność w dostawie prądu dla Okręgu Paryskiego, oddało m. Paryż inicjatywę w ręce czterech Towarzystw:

1) Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité (C. P. D. E.), 2) Union d'Electricité (U. D. E.), 3) Société de Paris (S. E. P.) i 4) Société de la Seine (S. E. S.).

Trzeba było usprawnić dostarczanie energii elektrycznej dla owych trzech milionów mieszkańców w samym Paryżu, a pięciu milionów — jeśli idzie o Departament Sekwany — i zapewnić pewność ruchu w zasilaniu energią elektryczną stolicy. Wybór owych czterech Towarzystw okazał się bardzo szczęśliwy.

Usprawnienia wymagała, jak wspomniałem po pierwsze wielka ilość mieszkańców, zgrupowana na tak małym terenie, jakim jest Departament Sekwany²⁾ i stanowisko stolicy kraju. Dodajmy do tego jeszcze hojną rękę Francuzów w szafowaniu światłem³⁾.

Elektrownie wspomnianych czterech Towarzystw są wszystkie termiczne (na miał lub na pył węglowy) i wszystkie są położone nad Sekwaną. Towarzystwo C. P. D. E. obejmuje dwie elektrownie: jedną na północy St. Ouen, drugą na południu Issy-les-Moulineaux. Towarzystwo U. D. E. posiada trzy elektrownie: Gennevilliers na północy, Vitry-Nord i nowoczesną Vitry - Sud czyli Arrighi obie na południu Okręgu Paryskiego, Towarzystwo S. E. P. — dwie elektrownie i to: St. Denis 1 i „ostatni krzyk” techniki elektrownianej St. Denis 2, obie na północy Okręgu Paryskiego. Towarzystwo S. E. S. posiada tylko jedną elektrownię, a mianowicie Ivry-Port, położoną w części południowej Okręgu Paryskiego (Rys. 1).

Omówię poniżej elektrownie najważniejsze, a szczególnie St. Denis 2, w której odbywałem praktykę.

Największą elektrownią, bo mającą prawie 400.000 KW. mocy zainstalowanej, jest elektrownia St. Ouen, należąca do Towarzystwa C. P. D. E. Jest to elektrownia stara, pochodząca jeszcze z r. 1913-14, dość nieprzejrzysta, maszyny starego typu. Elektrownia rzuca się zdaleka w oczy dzięki swoim charakterystycznym lejkowatym kominom. Elektrownia jest tylko w części czynna, ale stale w pogotowiu, czego dowodem duży zapas miału, który przechowują zalany wodą.

Elektrownia Issy-les-Moulineaux posiada mocy około 200.000 KW. i też nie należy do nowoczesnych. Towarzystwo C. P. D. E. znane jest nadto z tego, że jest właścicielem dwóch wielkich podstacji przetwó-

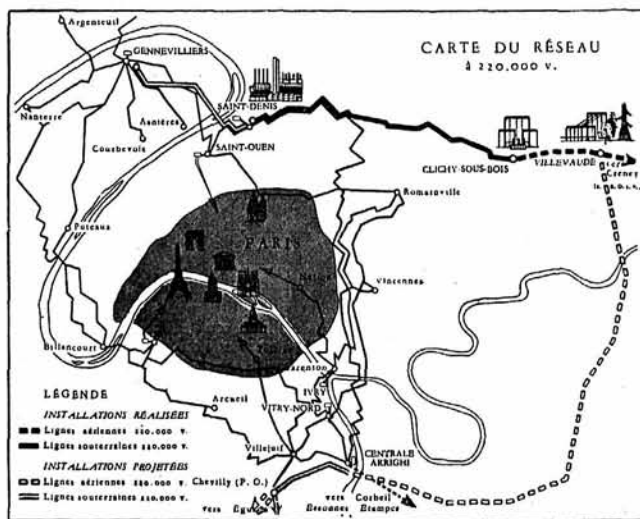
czych: „Nation”, położonej w mieście Paryżu na prawym brzegu Sekwany i „Tolbiac”, leżącej na lewym brzegu Sekwany, także wewnątrz miasta⁴⁾.

Do Towarzystw przodujących należy U. D. E. i S. E. P. S. Union d'Electricité jest właścicielką trzech elektrowni: starej Vitry-Nord (90.000 KW), również starej, olbrzymiej (350.000 KW.) elektrowni Gennevilliers, położonej na północy Okręgu Paryskiego oraz nowoczesnej — Arrighi, zwanej także Vitry - Sud w Vitry, na południu Okręgu Paryskiego. (Rys 2). Prawdziwy pałac techniki! Uderza prostota linii pięknej fasady, oraz charakterystyczne kominy, pomalowane na „kolor aluminium⁵⁾”.

Nad Sekwaną widzi czytelnik „estacade”, służącą do wyładowania węgla, transportowanego Sekwaną. Węgiel wyładowuje się do „parku węglowego” w kształcie trójkąta, o pojemności 80.000 ton. Stamtąd transportuje się go do młynów kulowych na taśmie kauczukowej, nachylonej pod kątem 20°. Palniki na pył węglowy są typu wirowego. Gdy się spojrzy przez okienko do paleniska, ma się przedsmak ogni... biblijnych.

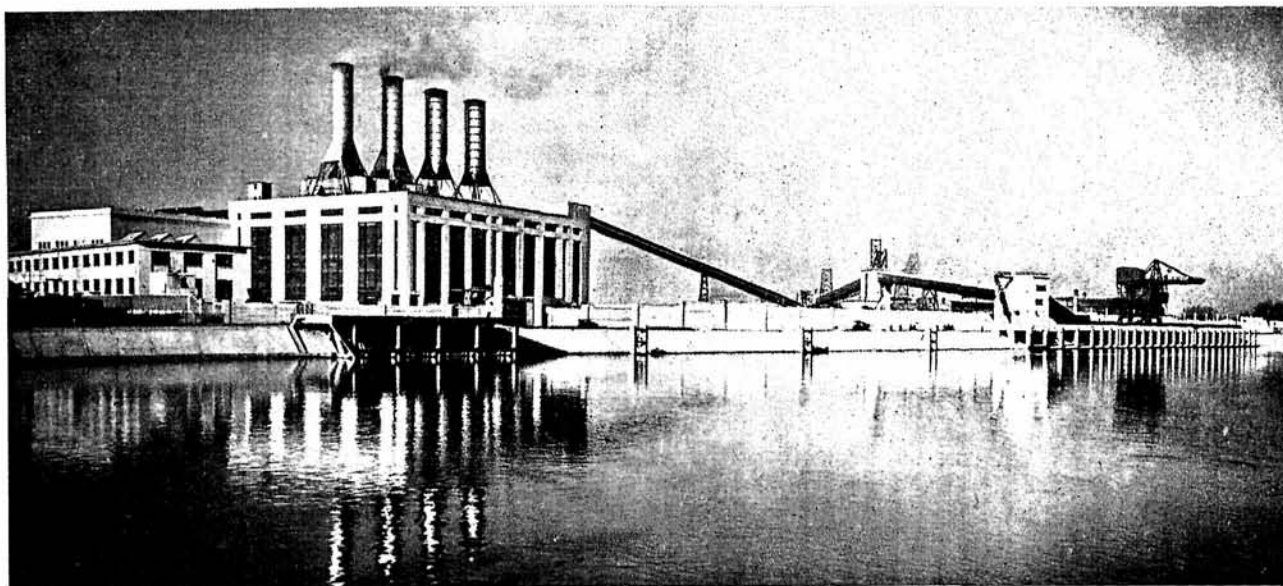
Przejdźmy do hali maszyn (Rys. 3). Jak widać ze zdjęcia, maszyny są ustawione prostopadle do osi hali. W hali zainstalowane są cztery zespoły à 55.000 kW. Wszystkie wyrobu francuskiego, firmy „Alsthom”.

Obecnie elektrownia „Arrighi” posiada moc zainstalowaną $4 \times 55.000 = 220.000$ kW. Budowa elektrowni nie jest zakończona; moc będzie powiększona do 500.000 kW; dalej mocy powiększyć się nie da ze względu na ilość wody, przepływającej przez Sekwanę. Elektrownia po skończeniu będzie „prawdopodobnie najpotężniejszą elektrownią w Europie⁶⁾”. W zasadzie elektrownia Arrighi pokrywa prostokąt mocy; może pokryć także szczyty w odróżnieniu od elektrowni „St. Denis 2”, bowiem posiada charakterystykę termiczną nie tak „sztywną”, jak „St. Denis 2”. Para po wyjściu z przegrzewacza ma ciśnienie tylko 35 kg/cm² i temperaturę 450° C. Maszyny posiadają 1.500 obrotów/min. „Rozdzielnia” na wolnym powietrzu (pierwsza w Europie typu „out door” na 60 kV) — nieprzejrzysta, bo konstrukcja jest że-



Ryc. 1.

Mapa sieci Okręgu Paryskiego.



Rys. 2.

Elektrownia „Arrighi”. Widok od strony Sekwany

lazna. Z rzeczy zasługujących na uwagę wymienię to, że szyny zbiorcze „dla celów pomocniczych” są z aluminium. Dla Kolegów z Wydziału Inżynierii podaję charakterystyczny szczegół: kotłownia i hala maszyn stoi na palach betonowych w ilości 2.000.

Każda z wspomnianych elektrowni ma swoją „salle de contrôle”, a każde Towarzystwo swój „dispatching”) czyli „nastawnię”). „Nastawnia” generalna znajduje się w Paryżu przy rue de Messine.

Wspomniane trzy zespoły elektrowni są sprzęgnięte ze sobą na podstacji „Charenton”, a połączone z elektrowniami wodnymi, położonymi w Masywie Centralnym w Villejuif.

Elektrownie paryskie nie wystarcząłyby w razie jakiegś „panne”. Wtedy wyręcza Masyw Centralny. Ale i sam Paryż może sobie w części pomóc: największa elektrownia Paryża St. Quen, jak mówiłem jest nieczynna ale stale w pogotowiu na wypadek jakiegś katastrofy. Elektrownia ta przedstawia chyba jedyny widok na świecie: gdy robotnik ziewa, a in-

żynier przechodzi przez elektrownię, to on nie udaje, że pracuje, ale ziewa dalej, bo jemu właśnie za to płacą, że on nic nie robi. I tak elektrownia St. Quen czeka od lat na „panne” i prawdopodobnie się jej nigdy nie doczeka bo dostarczanie mocy dla Paryża jest naprawdę bardzo dobrze zabezpieczone.

Moc z elektrowni z nad rzek Truyère (elektrownia Brommat”), Marèges, Sarrans, la Mativic), Cère i Diège oraz z Eguzon i Coindre pobiera Paryż w dzień¹⁰⁾ poprzez linię napowietrzną 220.000 V. Przewody robocze tej linii są z aluminium z „duszą” stalową. Linia długości około 500 km (rozpiętość między słupami około 250 m) jest w ruchu od r. 1932. Obok linii 220 kV idzie linia dwutorowa 90 kV, należąca do „Chemin de Fer Paris-Orléans” stąd też stacja końcowa Chevilly nazywa się Paris-Orléans, popularny skrót „P. O.”¹¹⁾. W Chaingy (P. O.) i w Chevilly znajdują się transformatory trójzwojeniowe: 220.000 V/10.500 V/60.000 V, w których uzwojenie środkowe są wpięte kompensatory obrotowe, każdy à 45.000 kVA, puszczane w ruch motorami asynchronicznymi synchronizowanymi¹²⁾. Kompensatory obrotowe, w gruncie rzeczy generatory synchroniczne biegnące luzem, zapewniają stałość napięcia bez względu na obciążenia. Regulacja wzbudzenia odbywa się przy pomocy „Tirrill’ów”. Wreszcie zauważę, że elektrownie Okręgu Paryskiego mogą porozumiewać się z Masywem Centralnym telefonicznie na fali nośnej poprzez linię 220 kV¹³⁾.

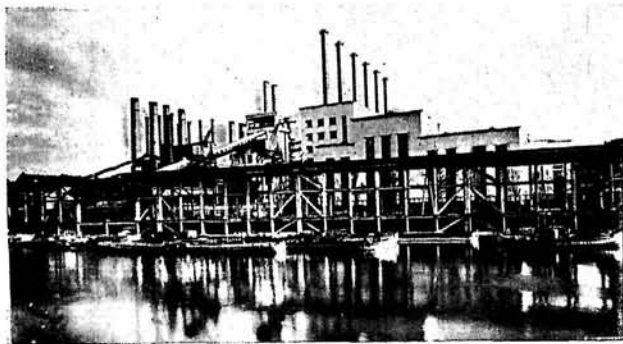
Zwracam uwagę na powyższy rodzaj kompensacji, bo w podstacji „Ampère” w Saint Denis, stanowiącej etap końcowy linii napowietrznej od „Kembs” (elektrownia wodna na Renie) do Okręgu Paryskiego, jest zastosowany inny rodzaj kompensacji.

Zanim przystąpię do opisu elektrowni St. Denis 1 i 2, w których praktykowałem, muszę wyrazić słowa pochwały pod adresem praktyki, odbytej w „Śląskich Zakładach Elektrycznych”. Ktoś bardzo dobrze widocznie orientujący się poradził mi, bym wprzód odbył praktykę w Śląskich Zakładach Elek-



Rys. 3.

Hala maszyn w centrali „Arrighi”.



Rys. 4. Centrala St. Denis 1 i 2. Widok ogólny.

trycznych. Istotnie była to obok praktyki francuskiej w St. Denis — najwartościowsza praktyka jaką miałem. Zespół urządzeń i problemów, jakimi musiałem się zainteresować w Chorzowie, żywo mi się przypominał w Paryżu.

Praktykę swą odbywałem w „archaicznej” elektrowni St. Denis 1 i w tuż obok niej położonej elektrowni St. Denis 2, stanowiącej „ostatni krzyk” techniki. Obie elektrownie są położone pod miastem koronacyjnym królów francuskich Saint Denis na północ od Paryża, ale jeszcze w Departamencie Sekwany¹⁴⁾. Elektrownia jest „par excellence” — naukowa¹⁵⁾. Jest całkowicie nieklasyczna, bo właśnie stanowi zerwanie z klasycznym budownictwem elektrowni. Już zdaleka rzuca się elektrownia St. Denis 2 w oczy dzięki swoim bardzo wysokim i bardzo cienkim (w porównaniu np. z elektrownią Arrighi) kominom, pomalowanym „dla odmiany” na... czarno. Zbudowana została w r. 1933. Stoi tuż obok „archaicznej” elektrowni St. Denis 1. Słowo „archaiczna” wziąłem w cudzysłów, bo jeszcze przed 20 laty, tj. w czasie jej budowy (w latach 1903—1905) uchodziła elektrownia „St. Denis 1” za fenomen: nigdzie bowiem na całym świecie nie było tak dużo turbin i o tak wielkiej mocy, 1000 kW stanowiło wtedy granicę; „St. Denis 1” miało turbiny à 6000 kW na 750 obrotów/min. Na przykładzie tych dwóch elektrowni widać, że 20 lat to dla techniki bardzo mało!

Gdy zapotrzebowanie mocy wzrastało, a czterokrotne powiększanie elektrowni (w St. Denis 1 są 4 kotłownie; jedne na mial, drugie na pył) zdecydowało się Towarzystwo S. E. P. na budowę nowej elektrowni St. Denis 2. Obecnie St. Denis 1 ma przy mocy zainstalowanej 200.000 kW cztery rodzaje prądu: trójfazowy o $f = 25$ i $f = 50$ i dwufazowy o $f = 42$ i $f = 50$, i zasila sieć kolejki podziemnej Compagnie du Chemin de Fer Métropolitain popularna „Métro” i tramwaje Société des Transports en Commun de la Région Parisienne popularne „T. C. R. P.”. Trzecia elektrownia Towarzystwa S. E. P. S. Ivry-Port o mocy 5×15.000 kW — 75.000 kW na południu Okręgu Paryskiego zasila także kolejkę podziemną i tramwaje; poza tym zasila sieć C. P. D. E.

Nowoczesna elektrownia St. Denis 2 ma obecnie moc 150.000 kW, a przewidziana jest na 400.000 kW.

Porównując moce elektrowni paryskich i naszych, trzeba powiedzieć, że najmniejsza elektrownia paryska (Ivry-Port, 75.000 kW) jest mało co mniejsza od największej w Polsce (elektrownia Zakładów „Elektro” w Łaziskach Górnych — 80.000 kW).

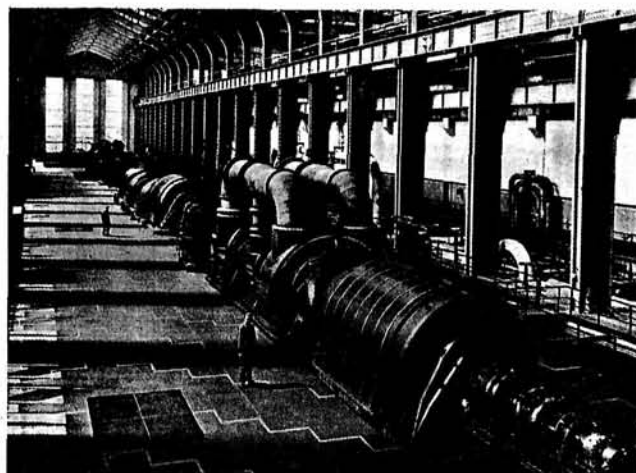
Zwiedzającemu St. Denis 2 rzuca się w oczy przejrzystość, celowość i wykorzystanie każdego metra kwadratowego ziemi. Bodaj czy istnieje druga taka elektrownia, w którejby tyle mocy zainstalowanej przypadło na metr kwadratowy!

Elektrownia St. Denis 2 jest przeznaczona do tego, by dawać prostokąt mocy; szczyt ma pokrywać np. St. Denis 1.

Zwiedzmy elektrownię St. Denis 2 od przywiezienia węgla.

Kominy na lewo (Rys. 4) należą do elektrowni St. Denis 1, na prawo do St. Denis 2, której fasada jest naprawdę wspaniała. Coś dla architektów! Niestety czytelnicy jej w całej okazałości zobaczyć nie mogą, bo zastawia ją „estacade” nad Sekwaną.

Węgiel przywozi się albo koleją, z departamentów północnych albo statkami. Jeśli statkami, to przywieziony miał węglowy transportuje się do „tour de concassage” na taśmie kauczukowej (nazwa jej brzmi z angielska jak „robęs” z akcentem na „e”) i potem dalej do młynów. „Park węglowy” ma pojemność tylko 30.000 ton, ale w razie potrzeby może być użyty park „St. Denis 1”. Młynów jest po 4 na kocioł, typu „Atritor” marki „Hanrez”. Różnią się one zasadniczo od młynów kulowych w elektrowni „Arrighi”. Są one podobne do młynów w elektrowni P. T. E. w Boryslawiu, więc skrzydełkowe. Budynek, gdzie proszkuje się węgiel, jest oddzielony od kotłowni „ulicą” o szerokości 5,5 m. Ma to na celu przeszkodzenie przedostawaniu się pyłu i hałasu do kotłowni. W razie eksplozji wybuch jest zlokalizowany. Kotłów jest po dwa na jeden zespół maszyn, więc 6. Kotły są typu „Babcock - Wilcox”, sekcyjne o powierzchni ogrzewalnej 910 m² i powierzchni przegrzewacza 450 m². Ciąg sztuczny, jak w Arrighi. Ciśnienie kotła 70 kg/cm². Wydajność 120 ton pary/h. Ciśnienie za przegrzewaczem 64 kg/cm². Temperatura za przegrzewaczem 465°C. Ciśnienie admisyjne turbin wynosi 54 kg/cm². Palniki na pył węglowy typu „Calumet”: 4 na jeden kocioł. Obsługa kotłów jest całkowicie zautomatyzowana. Elektrownia jest tak duża, i część elektryczna tak ciekawa, że nie mogłem części termicznej poświęcić wiele czasu. W tej części elektrowni przebywałem — tak mi poradzono — jako zwiedzający: widziałem, że kotły są

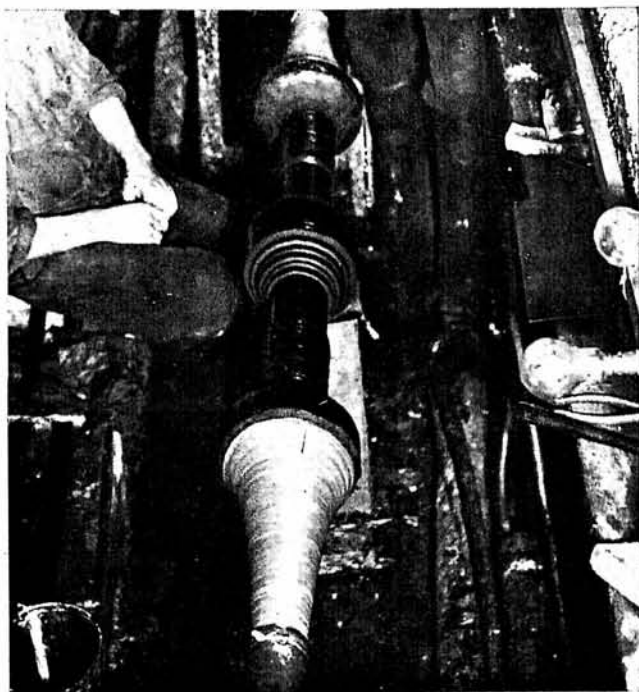


Rys. 5. Hala maszyn w „St. Denis 2”

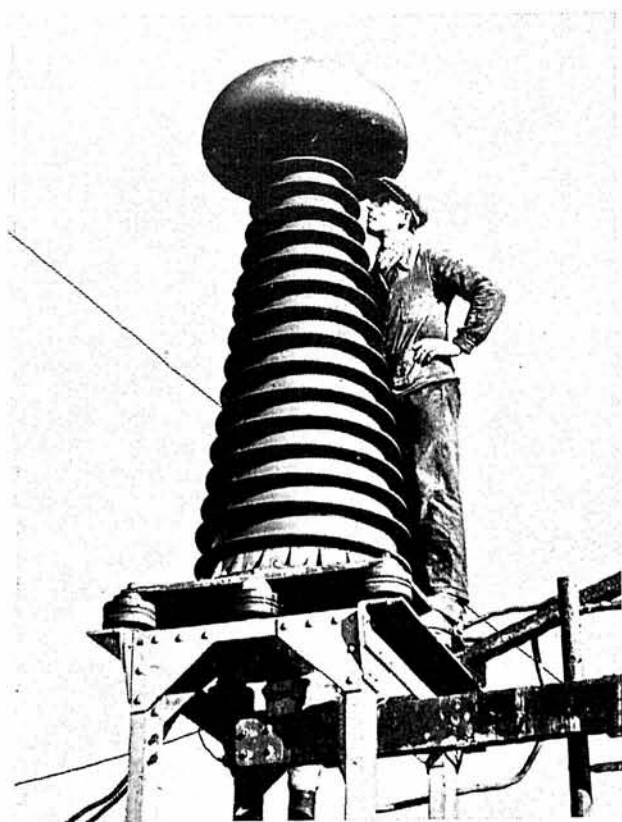
wysokie, wielkie, olbrzymie itp. Ilekroć przechodziłem przez kotłownię mogłem odczytać: $\text{CO}_2 = 14 - 15\%$, $\text{CO} + \text{H}_2 = \text{stałe } 0\%$). Hala pomp jest pod tym samym dachem, co hala maszyn, podczas gdy w elektrowni „Arrighi” jest dla stacji pomp gmach osobny. Ci i tamci chwalą swoje. Ale mimo pochwał pod adresem elektrowni „Arrighi” widać wprost, że w „St. Denis 2” każdy zainstalowany kilowatt jest tańszy niż w „Arrighi”. Rurociągi parowe w „St. Denis 2” są ze stali chromowo-molibdenowej. Izolacja tych jest też bardzo ciekawa, ale tu muszę Czytelnika odesłać do broszur „S. E. P.”. Jeśli idzie o zużycie węgla na kWh, to przeszło ono wszelkie oczekiwania.

Wchodzimy do hali maszyn. (Rys. 5). Co uderza na wstępie to to, że maszyny są ustawione równolegle do osi hali. Jest to tem dziwniejsze, że turbina środkowa „Oerlikon” ma aż 21,3 m długości (sama turbina i elektrownia ma być powiększona do mocy 400.000 kW!). Jeszcze w rok po montażu podczas mojej bytności na praktyce drgała cała i niemożliwie hałasowała. Chyba już dziś jest zrównoważona. Na tym przykładzie widać, że nawet w budownictwie elektrownianym niema tak świętej zasady, którejby dla ważnych powodów nie można poświęcić! Maszyny w „St. Denis 2” są niespotykane na całej kuli ziemskiej! Wszystkie zespoły są o mocy 50.000 kW i 3.000 obr./min.! Na jednym wale!

Pierwsza turbina „Alsthom” jest trójosłonowa i jest najkrótsza, bo ma tylko 15.70 m długości, druga „B. B. C.” — czteroosłonowa i trzecia „Oerlikon” — także czteroosłonowa. Labirynty także są specjalne: para po przejściu labiryntów jest w małych kondensatorach skraplana tak, że bez narażania się na „deszcz” można było zastosować jako materiał na halę tak „zimny” materiał jak żelazo. Te dodatkowe kondensatorki i inne jeszcze urządzenia pozwoliły



Rys. 6. Zakładanie mufy na kablu 220 kV.



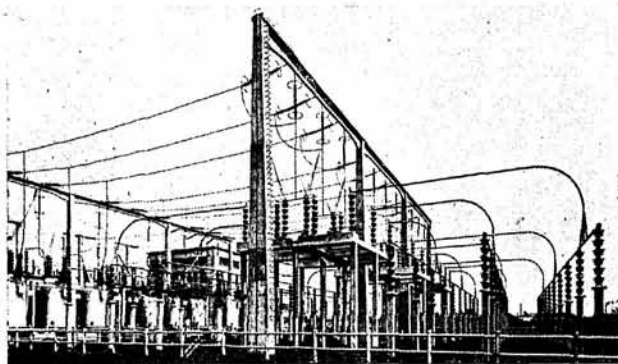
Rys. 7. Podstacja Clichy-sous-Bois. Głowica kabla 220 kV.

uniknąć konstrukcji — jak dowcipnie mówi p. Labadié w Nr 188 „La Science et la Vie” w artykule pt. „L’interconnexion des centrales électriques a permis de mettre Paris à l’abri des pannes d’électricité” — „de fer recouverte de bois” — i uniknąć obawy o groźbę takiego pożaru, jaki nawiedził w r. 1932 elektrownię w stolicy Belgii.

Generatory są także niezwykle. W numerze 33 r. 1933 „Wiadomości” fabryki „Jeumont” czytam o 101 trudnościach, jakie miała fabryka z projektowaniem tych generatorów. Na tych generatorach z „St. Denis 2” widać, że F. A. C. E. Jeumont ma odważnych konstruktorów! Dwa generatory zbudowała firma Jeumont, a trzeci firma Charleroi według planów firmy Jeumont. Studia, jakie przy okazji tych generatorów porobiła firma Jeumont, pozwolą tej firmie zbudować generatory na 100.000 kVA dla 3.000 obr./min. Zaczniemy od rotoru. Uzwojenie jest z aluminium; klipy — z brązu. Gdy maszyna jest w spoczynku uzwojenie to jest ogrzewane stale prądem z akumulatorów, by uniknąć naprężeń. Rotor z wałem jest odkuty z jednego kawałka. Dla takich warunków w jakich ten rotor ma pracować (3.000 obr./min., nadto trudności wentylacji) nikt w Europie nie chciał się podjąć jego wykonania. Wreszcie zgodziła się fabryka w Witkowicach. Ale pierwszy rotor, badany na miejscu w St. Denis 2 (przy pomocy lusterka na drążku w otworze, wywierconym w wale) okazał się do niczego. Dopiero dalsze były dobre.

Stator z blach żelaznych o dużej zawartości krzemu o grubości 0,4 mm i stratności $\nu_{10} = 1,4 \text{ W/kg}$. (Więc grubo poniżej tego, co podaje Liwshitz

w trzecim tomie „Die Elektrischen Maschinen”). Między blachami statora a osłoną (spawana!) są kanały wentylacyjne, bo blachy spoczywają na dziesięciu klinach stalowych, trapezowych, równomiernie rozłożonych na obwodzie. Każdą blachę statora badano z osobna. Blachy są izolowane obustronnie specjalnym lakierem. Pakiety blach o grubości około 50 mm są pooddzielane od siebie kanałami wentylacyjnymi. Uzwojenia statora — miedziane; pręty w kierunku szerokości są dzielone i przeplecione (wygląda to mniej więcej tak jak przepłot w linii wysokiego napięcia), by zmniejszyć straty dodatkowe. Izolacja statora jest wyłącznie oparta na mące, jako na materiale podstawowym. Magnesia posiada wzbudnicę z blach (!) oraz wzbudnicę wzbudnicy tzw. „excitatrice pilote” — „wzbudnicę sterującą” także z blach. Blachy te mają na celu zmniejszenie bezwładności czasowej wzbudnicy: w razie zwarcia napięcie może być zwiększone w ciągu 0,6 sek. z nor-



Ryc. 8.

„Poste Ampère” w St. Denis. Szyny zbiorcze 220 kV i wyłączniki. — W głębi budynek montażowy i molownia.

malnego napięcia 240 V na 480 V. Generatory posiadają urządzenie do „odwzbudzania”. Co do „odwzbudzania” generatorów, to nie polega ono na tym, by tylko zmniejszyć prąd magnesujący do zera (niektóre elektrownie u nas mają takie urządzenie), ale kierunek prądu wprost się odwraca. Po kilku próbach oscylograficznych (równania różniczkowego nie przytaczam, by czytelnika nie zanudzić), wykonanych wobec przedstawiciela „S. E. P.”, firmy „Jeumont” i firmy „Siemens” zgodzono się na „odwzbudzenie” aperiodyczne, w „jednym czasie” (zatem krzywa aperiodyczna nie jest „złamana”). Wynik przyjęty (nie było to „minimum minimorum”!) jest taki: napięcie na generatorze spada z 10.500 V do zera po niecałych 5,5 sekundach. Generatory były gotowe, trzeba było je tylko przewieźć z fabryki w Jeumont w departamencie Nord do Paryża. Zaczęto szukać... odpowiedniej linii kolejowej. Wreszcie znaleziono trasę, na której musiano... zburzyć tylko... jeden most. Maszyny przewieziono na specjalnie do tego celu zbudowanym wagonie 3-dzielnym, 12-osiowym.

Idźmy dalej. Niema rozdzielni¹⁷⁾. Z hali maszyn prowadzą kable jednofazowe wprost do transformatorów (jednofazowych, à 24.000 kVA: Jeumont) stojących na wolnym powietrzu, więc systemu „out

door”. Ta „rozdzielnia” czy „poste de transformation” (budowała ją firma Jeumont) jest wykonana „à phases séparées” o dwóch systemach szyn zbiorczych. Jest ona bardzo przejrzysta: składa się z 3 części (po jednej części dla jednego zespołu), połączonych wyłącznikami olejowymi (Jeumont). Ale przejrzystość jest uzyskana głównie dzięki temu, że konstrukcja jest betonowa. Dobrze, że elektrotechnicy zawarli przyjaźń z betonem! Gdy oglądałem kanał, prowadzący kable¹⁸⁾, i podziemie „rozdzielni” i podziwiałem owe koronki betonowe — „dentelles”, jak to w elektrowni wprost nazywają — wierzyć mi się nie chciało, że z betonu można takie „cuda” robić! Jesteśmy w podziemiu „rozdzielni”. Całość jest bardzo celowo pomyślana. Wejść można tylko przy pomocy klucza. Aby wyjść, wystarcza tylko oprzeć się o drzwi — lampki czerwone nad drzwiami pozwalają łatwo wyjście znaleźć. Zwracam na tę „psychologiczną”¹⁹⁾ konstrukcję specjalną uwagę.

Transformatory (więc 9 jednofazowych po 3 jednostki na jeden zespół) mają po 3 razy 24.000 czyli 72.000 kVA i „podnoszą” napięcie generatorów 10.500 V na 60.000 V. Napięcie zwarcia — 10⁰%. Wyłączniki („Jeumont”) mają moc odłączania 1.500.000 kVA. Od „rozdzielni” napowietrznej czyli od „tableau triphasé à 60.000 V” prowadzą kable jednofazowe (nazywają się z angielska „feeders”) do „poste d’interconnexion” (ta podstacja jest także z betonu), o podwójnym systemie szyn zbiorczych. Tu są sprężone wszystkie trzy elektrownie Towarzystwa S. E. P. S. Wspomniane kable jednofazowe mają przekrój każdy 400 mm² i posiadają wewnątrz cyrkulację olejową. Na odcinku „tableau 60 kV” do „poste d’interconnexion” miałem przyjemność przyglądać się zakładaniu mufy kablowej (na 60 kV). W porównaniu z zakładaniem mufy kablowej na 6 kV (jakie oglądałem podczas swej praktyki w „Śląskich Zakładach Elektrycznych”) jest to robota o wiele dłuższa, żmudniejsza i wymagająca więcej ostrożności. Ręce monterów zanurzone bywają co pewien czas w oleju; izolacja papierowa w oleju w rurkach ołowianych pod próżnią; cała robota wygląda jak „bawienie się”.

W „salle de contrôle” (mózg elektrowni) oraz w „dispatching’u” (mózg zespołu elektrowni) spotkałem całą „międzynarodówkę” aparatów elektrycznych: francuskie (C. d. C., Brillie), anglo-amerykańskie (Westinghouse, Leeds - Northrup), włoskie (C. G. S.) i niemieckie (Siemens). Uderzyły mnie szczególnie delikatne aparaty, regulujące frekwencję, firmy Leeds - Northrup oraz aparaty firmy „C. G. S.” — Monza koło Mediolanu. Zwłaszcza te ostatnie i to z dwóch powodów. Ktoś, pewnie jakiś uparty naukowiec, w firmie „C. G. S.” postanowił oprzeć wszelką aparaturę o... wagę prądową, elektrodynamiczną. I tak mamy w elektrowni „St. Denis 2” frekwencjomierze, pizzące, watomierze i fazomierze pizzące — wszystkie polegające na wadze prądowej. (W „dispatching’u” Towarzystwa „S. E. P. S.” jest aparat polegający także na wadze prądowej, który mierzy i zapisuje napięcie!). Bardzo sobie te aparaty chwala w „St. Denis 2”. I druga nowość. Dotąd starano się zmniejszyć pracę tarcia w aparacie pizzącym przez zmniejszenie współczynnika tarcia: więc wykombinowano specjalne ołówki, specjalny papier (firma „Landis - Gyr”); zastąpiono tarcie ciał stałych tarcie hydraulicznym, więc bywają w użyciu apa-

raty z piórkami i atramentem — piszące i „piszące” alias smarujące, zalewające itp. A fabryka C. G. S. poszła inną drogą, całkiem oryginalną: pracę tarcia raczej jej pokonanie przerzuciła na specjalny serwo-motor (motorek kolektorowy), „interweniujący” tylko w momencie pisania. (Bardzo ciekawe jest nadto urządzenie odwodzące dla tego serwomotoru). Patrząc na te aparaty innych narodów, straciłem wiarę w niemiecką „Tüchtigkeit”.

Przechodzę dalej do materiału faktycznego. O regulacji frekwencji będę mówił specjalnie. O „salle de contrôle” i o „dispatching” trzeba pisać osobny artykuł. Będę się streszczał. Generatory mają regulację napięcia „Westinghouse” (zasada podobna do Tirrill’a). Synchronizacja jest automatyczna, firmy „Siemens”. O zabezpieczeniach generatorów nie będę mówił. Dość, że zastosowano wszystko najnowocześniejsze. Wspomnę tylko o jednym zabezpieczeniu, zastosowanym w „rozdzielni”. W Polsce chyba jest rzecz nieznana. Chodzi o zabezpieczenie D. T. F. pp. Dupuis, Tinel i Fallou²⁾, inżynierów z U. D. E.³⁾. Zapewne niejedyn z dorastających elektrotechników zastanawiał się nad tym, czyby do transformacji nie można użyć pola elektrostatycznego zamiast magneto-statycznego. Z wielu powodów rzecz nie „idzie”. Ale w teorii przekazników nie zależy nam np. na współczynniku sprawności. Właśnie przekaznik D. T. F. polega na poprzednio wymienionej idei. Jest to przyrząd różnicowy, polegający na nierównowadze elektrycznej, reagujący na przesunięcie punktu zerowego trójkąta napięć i prądów. Jest to aparat o wielkiej czułości, bo przy zwarcu kąt fazowy między ΔU i ΔI jest bardzo duży. Założenie aparatu D. T. F. wymaga założenia w kablu około 15 m metalizacji. Jak poudza broszura „Le système employé par l’Union d’Electricité pour la protection selective des lignes en parallèle” autorów J. Fallou, L. Dupuis i G. Tinel, aparat można instalować w wypadku linii napowietrznej i szyn zbiorczych! Aparat ten ma tę zaletę, że transformatorom pomiarowym nie stawia żadnych wymagań co do dokładności.

Gdy praktykowałem w St. Denis, Paryż był otoczony pierścieniem 60.000 V. Dziś ten pierścień jest już częściowo podwójny: przybył pierścień 220.000 V z kablami na to napięcie, będącymi unikatami na całym świecie! Do roku (o ile dobrze pamiętam) 1940 miał być ten nowy pierścień gotowy. Prawdopodobnie wykonanie jego zostanie przeciągnięte z powodu kryzysu. Czytelnik pyta się zapewne: po co ten podwójny pierścień? O to odpowiedź: 1) Pewność ruchu. 2) Paryż jest stolicą i 3)... Strach ma wielkie oczy. Mam na myśli strach przed Niemcami. Gdy plan elektryfikacji Paryża i Francji będzie wykonany, wszystkie elektrownie od „Kembs” na Renie poprzez elektrownie w departamencie Nord, elektrownie w Alpach i Pirenejach, poprzez „Masyw Centralny” do elektrowni paryskich pójdą synchronicznie. Teoretycznie są elektrotechnicy francuscy dawno przygotowani: problem regulacji frekwencji oraz pokrewne problemy stały się już dla nich chlebem powszednim.

W roku 1933 zawiązało się Towarzystwo „Société Parisienne d’Interconnexions Electriques” — w skrócie „Inter - Paris”, które właśnie wykonuje budowę wspomnianego pierścienia 220 kV. Ile z „pia-

tiletki” paryskiej jest wykonane, widzi Czytelnik na powyżej zamieszczonej mapie.

Wykonano dotąd linię napowietrzną 220 kV od wschodu przez Villevaudé do Clichy-sous - Bois oraz linię kablową 220 kV od Clichy-sous - Bois do St. Denis (podstacja „Ampère”). Najbliższa przyszłość przewiduje kabel od St. Denis do elektrowni Gennevilliers, kabel od Chevilly do Arrighi i linię napowietrzną od Arrighi do Villevaudé. Dalsza przyszłość wykona resztę pierścienia: od zachodu między Gennevilliers i Chevilly.

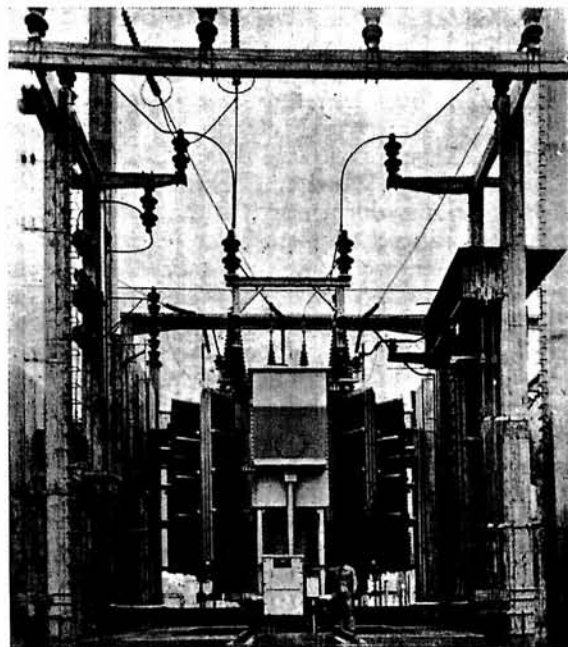
Bardzo ciekawa jest podstacja Clichy-sous - Bois, bo tam spotykają się: kabel 220 kV i linia napowietrzna 220 kV.

Mufa z rys. 6 jest zwykła, przelotowa. Wykonanie jej wymaga — według broszury p. Laborde „Les câbles à 220 kV de la Région Parisienne” 30 godzin czasu (mufa końcowa... 12 dni!) i pracy dwóch monterów i dwóch pomocników. W środku (Rys. 6) — znajduje się sam zasisk. A to co czytelnik widzi z przodu jest zrobione z drutu ołowianego. Nazywa się to „déflecteur” i ma na celu utrzymanie odpowiedniego przebiegu pola elektrycznego przez złącze. Po prawej stronie — żarówka; tu robienie po omacku i pośpiechu byłby całkiem nie na miejscu: okrusz metalu absolutnie nie może się dostać w izolację. Na lewo naczynie z olejem, w którym macza się ręce od czasu do czasu podczas roboty.

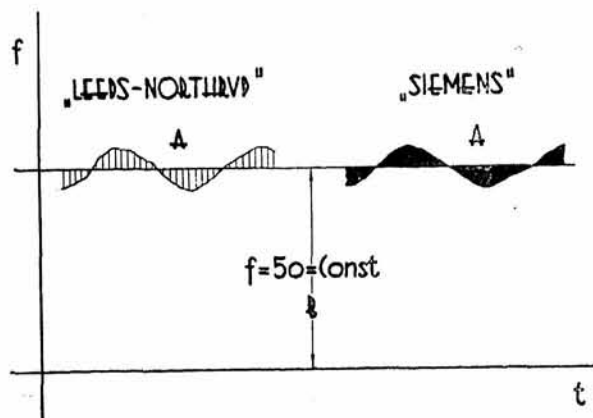
Podstacja (Rys. 7) jest bardzo prostej konstrukcji. Kabel idzie od dołu, linia napowietrzna od góry. Samo złącze jest wewnątrz izolatora. Głowica olbrzymia u góry tzw. „écran de repartition” ma na celu utrzymanie równomiernego pola naokoło złącza.

Idźmy dalej. Dochodzimy do St. Denis do „poste Ampère”. (Rys. 8). Konstrukcja jest betonowa.

Rys. 9 przedstawia transformator jednofazowy (z regulacją pod obciążeniem) 220 kV/11 kV 60 kV.



Rys. 9.
Poste Ampère — element jednofazowy transformatora trójzwojowego 220 kV/11 kV/60 kV.



Ryc. 10.

Zasada regulacji frekwencji.

Napięcia zwarcia są takie: 220 kV/60 kV — 120%
220 kV/11 kV — 16,50%; 60 kV/11 kV — 40%.

Skrajne cyfry oznaczają oba pierścienie, otaczające Paryż; w środkowe uzwojenie wpięte są kompensatory. Kompensatory te o tyle zasługuje na uwagę, że są całkiem inne niż kompensatory w „Chevilly”. Są nieruchome: każda grupa (a są dwie grupy) obejmuje 5 cewek indukcyjnych trójfazowych o mocy jednostkowej 10.000 kVARów. Dzięki obecności kabla w linii kompensowanej kompensacja jest stale indukcyjna. Kompensacja na stacji Ampère’a jest właśnie przykładem na to, co mówi dr Nowacki w swym artykule „Linie dalekosieżne prądu zmiennego” („Przegląd Elektrotechniczny, zesz. 9, 1936): „właściwie należałoby dostosować „Z” do każdorazowego U/I_2 ”. Dotyczy to podstacji „Ampère’a”; na stacji w Creney są kompensatory synchroniczne). Zależnie od obciążenia reguluje się kompensacją w „St. Denis” i w „Creney”. „Programy” dyktuje „dispatching” generalny.

Co do kabli 220 kV to należy jeszcze powiedzieć, że mają one długość 18,3 km (od Clichy-sous - Bois do St. Denis). Ze względu na znaczne różnice wysokości (ciśnienie hydrostatyczne!) przestrzeń jest podzielona na 12 odcinków. Ciśnienie wynosi 1,5 kg/cm² i 2,5 kg/cm². Rezerwuary olejowe są hermeticznym zamknięte. Kabel przekracza dwa razy kanał i kilka razy kolej żelazną. Kosztem ochrony mechanicznej i chemicznej a zyskiem ceny, strat rocznych i zyskiem obciążalności usunięto jeden z pancerzy ołowianych. Nie muszę mówić, że kabel 220 kV pozabezpieczano doskonale, między innymi aparatem o fali nośnej Fallou. (Co do transformatorów to ze względu na kabel mają one po stronie wysokiego napięcia gwiazdę i są uziemione). Ale Czytelnik zapyta zapewne poco w ogóle kabel na tak kolosalne napięcie? Otóż powód był ten: sąsiedztwo lotnisk i olbrzymia gęstość zaludnienia. Kable wykonały według licencji firmy włoskiej Pirelli (kabel 60 kV jest wykonany także według licencji Pirelli) cztery fabryki francuskie między innymi także firma Jeumont. Zdawałoby się, że ten fenomenalny kabel to część najpewniejsza linii 220 kV. Właśnie jest przeciwnie.

Zbierając, trzeba powiedzieć, że dla pewności ruchu zrobiono wszystko, co można było zrobić: izolatory na dane napięcie dano na napięcie podwójne; wyłączniki olejowe wypróbowano na podwójne napięcie; transformatoriki prądowe dano celowo to-

roidalne; w transformatorach napięcia zwarcia dano wysokie (na podstacji Villejuif, gdzie są trzy zespoły elektrowni zsynchronizowane dano reaktancje o charakterystyce następującej: 60.000 V, 80.000 kVA, 100%); generatory i urządzenia pozabezpieczano, blokowania specjalne wykluczają wszelki „falszywy manewr” tak, że katastrofa jest niemożliwa. Chyba że przyjdzie z... góry... Niebo to jest zawsze rzecz niepewna...

Podczas swej praktyki zapoznałem się z problemami regulacji frekwencji, kompensacji. Problemy te u nas nie są jeszcze aktualne, ale by temat zaokrąglić i zakończyć, wspomnę coś nie coś o pierwszym problemie.

Jak załączony (Rys. 10) poucza problem regulacji frekwencji²¹⁾ składa się z dwóch problemów: „A” i „B”. „B” = utrzymać frekwencję $f = 50$ na stałym poziomie. Problem „A” dotyczy odchyłek naokoło $f = 50$ Const.²²⁾. Gdy byłem na praktyce aparaty do „A” już działały; „B” były tylko zainstalowane. „B” — polegać miało na tem, że krzywka na osi godzinowej zwykłego zegara włącza na krótko przed godziną sygnałów aparat radiowy odbiorczy. Dwa razy dziennie (rano i wieczorem) miała Wieża Eiffel nadawać sygnały na podstawie zegara astronomicznego. Co do „A”, to w elektrowniach są zainstalowane dwa typy przyrządów: 1) „Siemens’a” „Integrator”, polegający na zasadzie licznika zwykłego i sumującego (aparat całkujący i totalizujący) i 2) „Leeds-Northrup” „Mikromax”, reagujący na wartości chwilowe odchyłek od $f = 50$. Już z tego widać, że „Mikromax” jest czulszy niż „Integrator”, choć sam jest czulszy na... zepsucie, jest bowiem bardzo delikatnej budowy.

W elektrowni „St. Denis 2” są zainstalowane aparaty firmy „Leeds-Northrup”. Aparat „Mikromax” jest dlatego tak czuły²³⁾, bo polega na metodzie zerowej: mostek prądu zmiennego i to mostek frekwencji. Jest on nastawiony na $f = 50$; w jedną przekątnie jest wpięta sieć, w której ma być regulowana frekwencja, w drugą — konstrukcyjna odmiana galwanometru wibracyjnego. Zaburzenia równowagi działają na dopływ pary do turbiny w sensie „moins vite”. „plus vite” (w skrócie: „m. v.” i „p. v.”). Regulator frekwencji składa się więc z organu stwierdzającego ile wynosi frekwencja oraz z mechanizmu, wpływającego na organ „m. v. — p. v.” turbiny.

Pozatem istnieją na podobnej zasadzie oparte regulatory obciążenia (w r. 1934 te regulatory nie były nigdzie we Francji zainstalowane. Było to — jak mi mówiono w elektrowni — „muzyką przyszłości”). Jak obciążenie winno być rozdzielone między poszczególne maszyny (podział proporcjonalny do mocy maszyn, podział ekonomiczny tj. maksymalnego „eta” całości itd. zastanawiają się sprawozdawcy z „Conférences des Grands Réseaux” z r. 1931. — Regulator mocy różni się od regulatora frekwencji — „detektorem” regulowanej zmiennej.

Jeśli idzie o problem „A”, to w r. 1934 miała się rzecz tak: w nocy, kiedy „Masyw Centralny” był odłączony, frekwencję regulowała elektrownia „Genville”, rano, kiedy obciążenie było małe, „Brommat”; w południe — „Arrighi”. (Co do „St. Denis 2” stosunki nie były jeszcze ułożone, bo elektrownia przechodziła jeszcze stadium prób²⁴⁾). — Poza zega-

rem różnicowym jest w „dispatching’u” zegar główny (systemu „Brillie”) t. zw. „horloge — mère” — „zegar — matka”. Poza tem w „salle de contrôle” jest „horloge-fille” — zegar — córka”. Wreszcie po całej elektrowni rozsianych jest mnóstwo „zegarów-wnuczek”.

Roman Nyga.

¹⁾ A właściwie trzech bo Towarzystwo S. E. S. jest filią Towarzystwa S. E. P. mówi się dlatego S. E. P. S. Prawdopodobnie rzecz ma się tak, jak z niektórymi przedsiębiorstwami na Śląsku — członkowie dyrekcji jednego przedsiębiorstwa zasiadają w radzie nadzorczej drugiego i naowrót tak, że trudno jedno przedsiębiorstwo odgraniczyć od drugiego.

²⁾ Jako całość Departament Sekwany gęstością zaludnienia znacznie przewyższa Berlin, Londyn, a nawet Nowy York. Tylko Tokio może pod względem zaludnienia rywalizować z Paryżem.

³⁾ Na jednej z wycieczek technicznych, urządzanych dla praktykantów, otrzymali praktykanci w „Compagnie des Lampes” broszurę „jak projektować oświetlenie elektryczne”. W tej broszurze szafowano bardzo hojnie „luksami”. Jeśli każda firma, instalująca światło w Paryżu, robi tak jak to radzi „Compagnie des Lampes”, to zapotrzebowanie energii elektrycznej musi być olbrzymie.

⁴⁾ Elektrotechnicy, zwiedzający Paryż, zapewne zauważyli na chodnikach, na pokrywach podziemnych „budek” transformatorowych napis „C. P. D. E.” Otóż tajemnica jest prosta: „C. P. D. E.” jest zarazem „producteur” energii elektrycznej jak i „distributeur”, ale tylko w centrum Paryża. W „banlieue” są inne Towarzystwa „distributeurs”: Est —, Nord-Est —, Nord —, Ouest —, i Sud-Lumière.

⁵⁾ O przeciwkorozyjnych własnościach glinu patrz: „La Science et la Vie” 1935 r. i „Życie Techniczne” z. 2. 1937 r.

⁶⁾ Słowa te czerpię z broszury „La Centrale Arrighi de l’Union d’Electricité”.

⁷⁾ Elektrotechniczny słownik francuski posiada znaczną ilość słów zapożyczonych z języka angielskiego.

⁸⁾ Istnieją trzy Towarzystwa, ale tylko dwa „dispatching’i”, z których jeden, dla zespołu elektrowni Towarzystwa „U. D. E.”, jest przy rue de Messine („dispatching” generalny jest też przy tej samej ulicy), drugi w „St. Denis 2”.

⁹⁾ Przypomnę artykuł kol. Kuratowa p. t. „Wodna Elektrownia Podziemna w Brommat” „Życie Techniczne” nr. 5-6 z 1936 r.

¹⁰⁾ Tak było w roku 1934 gdy odbywałem praktykę w „St. Denis”.

¹¹⁾ Francuzi lubią skróty. Spotkałem w Paryżu skrót, stanowiący chyba szczyt lenistwa „s. v. p.”. Niech Czytelnik zgadnie co to znaczy? No, proszę „s. v. p.” —

¹²⁾ „Regulowanie naturalne” — przez przenoszenie mocy „naturalnej” — jest z wielu powodów niemożliwe.

¹³⁾ Podobne urządzenie (A. E. G.; w „Chevilly” — „Telefunken”) istnieje na Śląsku między elektrownią „Śląskie Zakłady Elektryczne” w Chorzowie III. i elektrownią Zakładów „Elektro” w Łaziskach Górnych. — Poza tym z podobnych urządzeń korzystają elektrownie polskie.

¹⁴⁾ Miasto Saint Denis, owe Saint Denis „rouge”, znaną jest z tego, że tam „nawrócił się” czyli z objęć jednego diabła politycznego wpadł w objęcia drugiego, nie mniej niebezpiecznego, osławiony Doriot.

¹⁵⁾ Po raz pierwszy spotkałem się z przypadkiem, aby ktoś w praktyce zajmował się skomplikowanymi równaniami różniczkowymi; chodziło o t. zw. odzwzbudzenie generatora i o problem jak wielki powinien być opór w obwodzie wzbudzenia, by czas odzwzbudzenia był najmniejszy. Po zrobieniu instalacji sprawdzono rzecz oscylograficznie.

¹⁶⁾ Jeśli idzie o szczegóły kotłów i kotłowni — zresztą bardzo ciekawe — odsyłam Czytelnika do numerów z 17 i 21 lutego 1934 r. „Génie Civil”.

¹⁷⁾ Rzecz ta jest i u nas spotykana.

¹⁸⁾ W kablach tych — jednofazowych — musiano usunąć pancierz żelazny (miał się rozgrzewać do czerwoności — jak mi mówiono w elektrowni) i umieścić kabel na „podtrzymkach” ze specjalnego materiału (alpaks), „nie czułego” na indukcję.

¹⁹⁾ „Psychologiczną” — ze względu na pożar.

²⁰⁾ P. Iallou jest znany w literaturze elektrotechnicznej.

²¹⁾ Korzystam tu z Sprawozdań z „Conférences des Grands Reseaux” z r. 1931 i książki Langlois-Berthelot: „Production, transformation et transport de l’énergie active et réactive”.

²²⁾ Jest wiele powodów teoretycznych i praktycznych, aby utrzymywać frekwencję stałą.

²³⁾ Dla tachymetru czułość wynosi pół okresu; mniej więcej tę samą czułość mają frekwencjometry oparte na rezonansie mechanicznym (m. i. Frahm); aparat „Mikromax” posiada czułość aż 1/50 okresu (w tym aparacie można ją regulować!). — Byłoby rzeczą pożyteczną znać czułość frekwencjometry dwu-wskazówkowych (Ferrié) i jedno-wskazówkowych (Keinath).

²⁴⁾ Problem, która elektrownia ma regulować frekwencję nie jest zbyt prosty. Wchodzi tu w grę moc, odległość i konfiguracja sieci. W te problemy zagłębia się prof. Rüdenberg w artykule „Das Verhalten elektrischer Kraftwerke und Netze beim Zusammenschluss” w zeszycie 27 („Sonderdruck”) r. 1929 czasopisma „E. T. Z.”.

Zdjęcia 2—10 z wyjątkiem Nr 5, zostały dostarczone Redakcji „Ż. T.” przez Dyrekcję „Union d’Electricité” „Société d’Electricité de Paris” oraz „Inter-Paris”. Rys. 1 i 5 jest odbitką z broszur firmowych.

D R O G A

„Droga”, wyraz, powtarzany tak często i pojmowany tak rozmaicie, odegrał w życiu ludów wielką rolę i będzie posiadał zawsze niepoślednie znaczenie.

Najdalej idące pojęcie wyrazu „droga” znajdujemy u chińskiego uczonego Lao - Tse, urodzonego w r. 604 przed Chr., współczesnego Konfucjuszowi, twórcy kultu „Tao”. Długo nie można było określić, co należy rozumieć pod Tao? Dopiero Suruki,

badacz starej filozofii chińskiej, powiedział, że Tao oznacza drogę, jednak nie tylko drogę, ale wędrówkę. Tao jest drogą nieskończoną, jaką przebywają wszystkie istoty żywe i matrwę. Tao niepowstało z żadnej innej istoty, ono jest wiekiustą istotą-drogą, jest wszystkim i znowu niczym, jest przyczyną i początkiem wszechrzeczy i istniało przed bogiem.

Jest to najwyższe określenie znaczenia „drogi”.