

tem, gdy zaś posiada budowę komórkową, to nosi nazwę telinitu; nazwą rezynit określono substancje żywiczne, występujące w węglu; ek-synitem nazwano bardzo zbliżone do siebie che-micznie spory i kutikule; mikrynit w końcu jest to substancja nieprzeźroczysta, stanowiąca bar-dzo charakterystyczny składnik durytu.

<sup>1)</sup> H. Potonié: Klassifikation und Terminologie der re-zenten brennbaren Biolithen und ihre Lagerstätten. Wyda-nie ostatnie VI wyszło pod tytułem: Der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. Berlin 1920. Opracowane przez prof. W. Gothana.

<sup>2)</sup> E. C. Jeffrey: On the nature so called algal or boghead coals. Rhodora, Boston, 1909. — On the com-position and qualities of coal. Economic Geology, 1914. — The mode of origin of coal. Journal of Geology, 1915.

<sup>3)</sup> M. Stopes: On the four visible ingredients in banded bituminous coal. Proceedings of Royal Society, London, 1919.

<sup>4)</sup> R. Thiessen: The Origin of Coal. Bureau of Mines Bulletin 38, 1913.

<sup>5)</sup> R. Thiessen: Structure in Paleozoic Bituminous coals. Bureau of Mines Bulletin 117, 1920.

<sup>6)</sup> J. Lindley i W. Hutton: The fossil flora of Great Britain or figures and description of the vegetable re-mains found in a fossil state in this country. London, 1931.

<sup>7)</sup> A. Wahl i P. Bagard: Examen microscopique des houilles. Comptes Rendus de l'Académie de Sciences, 157, Paryż, 1913.

<sup>8)</sup> H. Winter: Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht. Glückauf, 1913.

<sup>9)</sup> H. G. Turner i H. R. Randall: A preliminary report on the microscopy of anthracite coal. Journal of Geology, 1923.

<sup>10)</sup> C. H. Seyler: The microstructure and Banded Constituents of Anthracite. Fuel, 1923.

<sup>11)</sup> A. Duparque: La constitution de la houille d'après les travaux de M-me Marie C. Stopes. Ann. d. Soc. Geol. du Nord, 1924. — A. Duparque: La structure mi-croscopique des charbons de terre. Annales de la So-ciété Géologique du Nord, 1925 i szereg innych prac, pu-blikowanych głównie w wymienionych rocznikach. Naj-ważniejszą pracą Duparque'a, zestawiającą rezultaty jego dziesięcioletnich badań jest: Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. Memoires de la Société Géologique du Nord, 1933.

<sup>12)</sup> Neue Arten der Braunkohlenuntersuchung I. Braun-kohle, 1921.

<sup>13)</sup> Neue Arten der Braunkohlenuntersuchung II, III, IV, V. Braunkohle, 1922.

Ustalenie międzynarodowej nomenklatury nie-wątpliwie przyczyni się znacznie do postępu pe-trografii węgla, gdyż jest ono równoznaczne z zaprowadzeniem wspólnego języka, którym pe-trografowie węglowi mogą porozumiewać się z sobą i stwarza podstawę do porównywania wy-ników badań.

<sup>14)</sup> R. Potonié: Einführung in die allgemeine Kohlen-petrographie. Berlin, 1924.

<sup>15)</sup> E. Stach: Zur Petrographie und Entstehung der Peissenberger Pechkohle. Zeitschrift des Deutschen Geo-logischen Gesellschaft, 1925. — E. Stach: Die Unter-suchung des Clarains oder Antraxylons in der Kohle. Glückauf, 1925.

<sup>16)</sup> E. Stach: Der Kohlenreliefschliff, ein neues Hilfs-mittel für die angewandte Kohlenpetrographie. Mitteilun-gen der Abteilung für Gesteins-, Erz-, Kohle- und Salz-untersuchungen, 1927.

<sup>17)</sup> E. Stach: Kohlenpetrographisches Praktikum. Ber-lin, 1928.

<sup>18)</sup> R. Lessing: Behaviour of the constituents of banded bituminous coals on coking. Transactions of Chemical Society, 1920.

<sup>19)</sup> K. Bohdanowicz: Wstęp do geologii węgla. Prze-gład Gór.-Hut. 1931.

<sup>20)</sup> K. Majewski: Wpływ składu petrograficznego wę-gla na powstawanie pożarów w kopalniach. Przegląd Gór.-Hut. 1935. — A. Drath: Węgiel brunatny kopalni „Zygmunt“ w Porębie obok Zawiercia. Akademia Nauk Technicznych. Warszawa, 1935. — A. Drath i S. Jaskół-ski: Badania petrograficzne pokładu Otto, kopalnia Ra-dzionków, Górny Śląsk. Rocznik Pol. Tow. Geol. 1936.

<sup>21)</sup> St. Doktorowicz-Hrebniński: Charakter petrogra-ficzny węgla w pokładzie Siodłowym Dolnym a jego zdol-ność koksowania. Spraw. P. I. G. 1937.

<sup>22)</sup> T. Laskowski: Wzbogacanie mialu węglowego z punktu widzenia petrografii węgla. Przegląd Gór.-Hut. 1932. — A. Bolewski: Badania petrograficzne pokładu „Radość Henryka IV“, kop. „Szyby Piast“ w Łęczynach na Górnym Śląsku. Spraw. P. I. G. 1937.

<sup>23)</sup> J. Zerndt: Megaspory Polskiego Zagłębia Węglowego. Cz. I. Akademia Umiejętności. Kraków, 1934. — Megaspory Polskiego Zagłębia Węglowego. Cz. II. Aka-demii Umiejętności. Kraków, 1936.

<sup>24)</sup> M. Stopes: On the petrology of banded bituminous coal. Fuel 1935.

<sup>25)</sup> St. Czarnocki. Dwa kongresy, poświęcone straty-grafii utworów karbońskich, odbyte w Heerlen (Holan-dia) w latach 1927 i 1935. Przegląd Gór.-Hut. 1936.

INŻ. WIKTOR SIELAWA

## Aparat Cotrella i jego działanie

W przemyśle zachodzi często potrzeba do-kładnego usuwania z powietrza, czy też z gazów przemysłowych pyłu suchego lub mokrego. Pył usuwamy dla różnych celów, np. z gazów kie-rowanych do dalszej przeróbki, z uwagi na moż-liwość zanieczyszczenia produktów lub aparatu-ry, zatrucia lub zabijania używanego kataliza-tora itp. i z gazów opuszczających zakład, z uwagi na szkodliwy wpływ pyłów dla otoczenia lub z uwagi na jego wartość. Często, jak to ma miejsce na przykład przy metodzie kontaktowej fabrykacji kwasu siarkowego, gazy przed katali-zą odpylamy z jednej strony dla uniknięcia

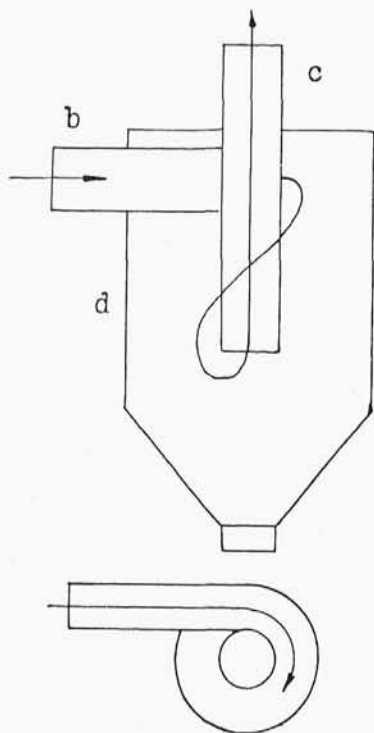
zatrucia kontaktu — z drugiej zebrany pył po-siada pewną wartość użytkową, ponieważ za-wiera arsenik, siarczan ołowiu i tlenek kadmu (przy wypale blendy cynkowej). Gaz ten przed dalszą przeróbką musi być oczyszczony od za-wartego w nim pyłu.

Wydzielenie pyłu może nastąpić w dwojaki sposób: 1) sposobem mechanicznym, 2) sposobem elektrycznym.

Pierwszy służy tylko do częściowego wzglę-dnie wstępnego odpylania. Dzielimy je na kilka zasadniczych typów. Najprymitywniejszym jest osadzanie pyłu w tak zwanej „komorze pyło-

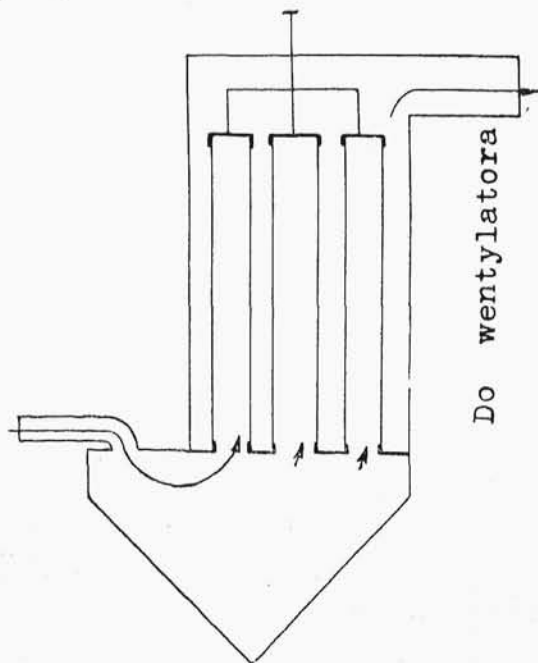


wej". Z jednej strony komory wchodzi zanieczyszczony gaz i przechodząc przez nią z określoną, niewielką prędkością, pozostawia na dnie



Ryc. 1

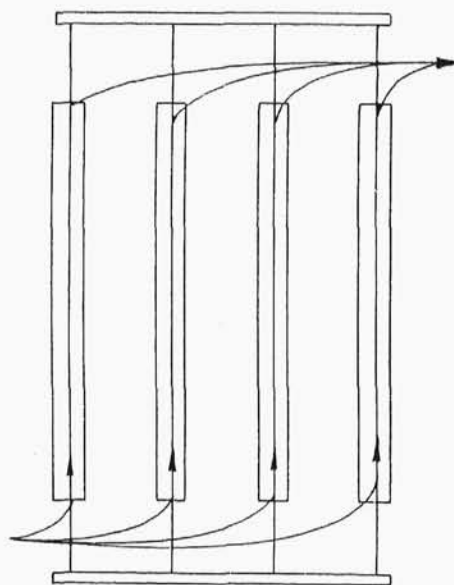
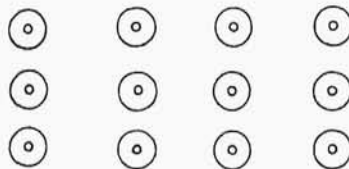
osad pyłu, który co pewien czas usuwamy. Osadzanie się pyłu następuje na skutek działania siły ciężkości.



Ryc. 2

Na innej zasadzie oparte jest działanie odpylające tak zwanych cyklonów. W aparatach tych wyzyskuje się działanie siły odśrodkowej. Gaz

z pyłem ze stosunkowo dużą szybkością wchodzi (ryc. 1) przez poziomą rurę b, okrąża rurę pionową c i wychodzi przez nią do góry. Częsteczki pyłu na skutek siły odśrodkowej, uderzając o ścianki cylindra d, opadają na dół. Gaz musi więc mieć dużą szybkość, ażeby powstała odpowiednia siła odśrodkowa, z drugiej jednak strony nie powinien przekroczyć szybkości „krytycznej”, przy której prąd zaczyna porywać już osadzone cząsteczki i unosić je na zewnątrz. Trzecim typem są tak zwane „filtry workowe”. Stosowane być mogą w pewnych warunkach: przy niskich temperaturach (do 75°) i wtedy tylko, gdy gaz jest suchy i nie działa chemicznie na materiał worków. Normalna długość worka



Ryc. 3

3—4 m szerokości 30 cm. Gaz, jak to widać na ryc. 2, wchodzi do worków z dołu, przeciska się przez materiał, pozostawiając pył na wewnętrznej stronie worka. Worki muszą być co pewien czas wstrząsane, ażeby pył opadł na dół. Dla tego celu umocowują je czasem na ramach, wstrząsanych mimośrodowo.

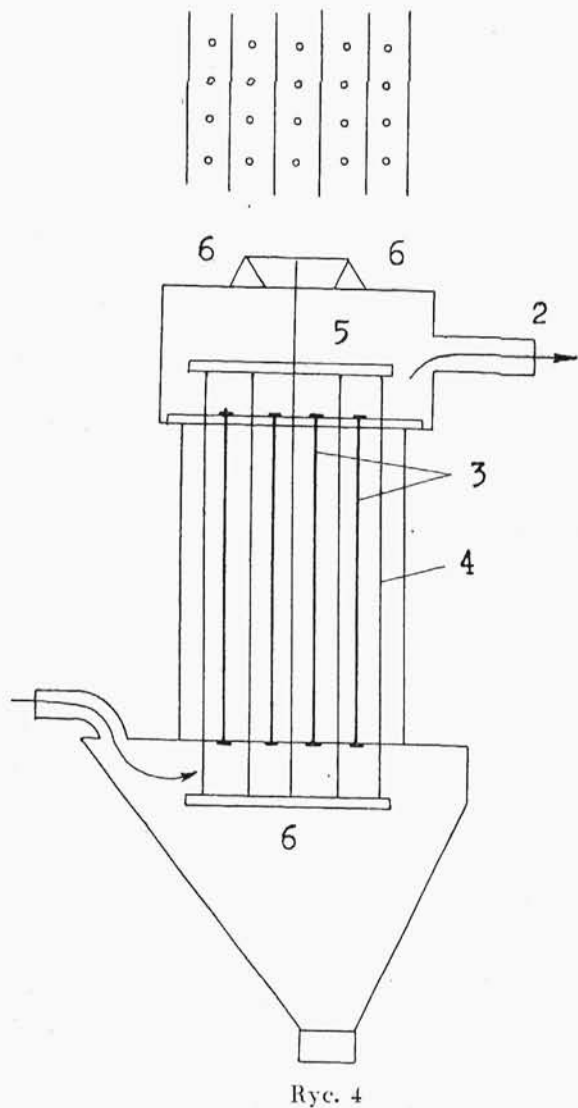
Wreszcie do pierwszej grupy sposobów wydziałania pyłów z gazów zaliczamy wieże z wypełnieniem lub bez, zraszane wodą, olejami, kwasem siarkowym itp. Środek zraszający powinien być tak dobrany, aby zwilżał pył, co dopiero daje gwarancję zbitcia pyłu oraz powinien być chemicznie obojętny względem gazu oczyszczonego.

Do najbardziej uniwersalnych i skutecznych sposobów odpylania gazów zaliczyć należy metodę elektryczną, do omówienia której przejdziemy w następnych rozdziałach.



## Wiadomości ogólne o aparatach Cotrell'a

Po raz pierwszy zastosowano w przemyśle aparaty elektryczne odpylające w 1906 r. przez Amerykanina Cotrell'a. Stąd też nazwa tych aparatów. Pierwotnie zastosowanie ich było ograniczone z powodu wielu technicznych trudności. Dopiero rozwój ich datuje się od 1926 r. Zasada działania opiera się na wytworzeniu silnego pola elektrycznego między elektrodami o napięciu dochodzącym do 75 000 Volt. Elektrody odległe są od siebie normalnie o 10–15 cm. Między elektrodami przepuszcza się zanieczyszczony gaz. Pod wpływem silnego pola elektrycznego cząsteczki pyłaste osadzają się na elektrodach, o czym szczegółowiej pomówimy jesz-

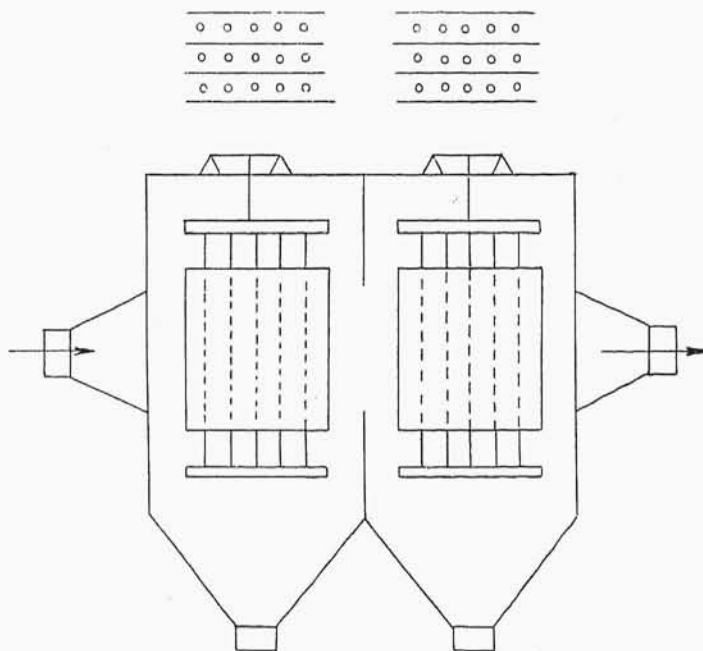


Ryc. 4

cze w dalszych rozważaniach. Urządzenie samych komór osadowych jest różne, zależnie od rodzaju i ilości gazów, od temperatury, zawartości pyłu w 1 m<sup>3</sup> gazu itd. Wszystkie aparaty jednak możemy podzielić na dwa zasadnicze typy: rurowe i płytowe. W aparacie rurowym — schemat, który przedstawiono na ryc. 3 gazy przechodzą przez rury o średnicy 200–300 mm, długości 3–4 m. Rury te służą jedno-

cześnie jako elektrody tak zwane osadowe, ponieważ na nich głównie pył się zbiera. Rury tworzą anodę. W osi każdej rury przechodzi drut izolowany od rury, będący drugą elektrodą. Druty katodowe nazywamy „koronowymi“, ponieważ koło nich, jak zobaczymy dalej, tworzy się „korona“ świecąca. Rama, na której są rozpięte druty, wisi na izolatorach, umieszczonych w górnej części komory. Gaz przechodzący koło izolatorów musi być już oczyszczony.

Drugi typ — aparaty płytowe posiadają zamiast rur płyty z blachy żelaznej gładkiej, lub falistej, lub też z gęstej siatki. Płyty przebiegają równoległe w odległości normalnej 300 mm. Między płytami, tak jak i w rurach zawieszają się na ramach druty. Gazy mogą przechodzić albo z dołu do góry, albo jednym bokiem wchodzić, drugim wychodzić. Jeden i drugi typ aparatów płytowych przedstawiono na ryc. 4 i 5. Między



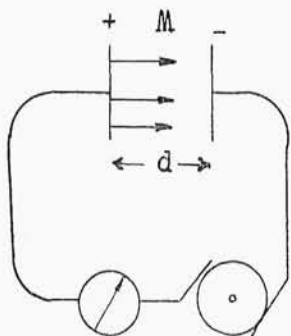
Ryc. 5

płytami 3, służącymi jako elektrody osadowe, rozpięte są na ramie 5–6 druty 4, jako drugiego rodzaju elektrody — katodowe. Na ryc. 5 przedstawiono to samo, tylko połączono w szereg dwa aparaty i gaz przechodzi poziomo. Druty są jak najcieńsze, średnica ich wynosi 1–2 mm. Elektrody osadowe z blachy falistej pracują lepiej od gładkich. Elektrod o gęstej siatce używa się wtedy, gdy praca odbywa się w bardzo wysokich temperaturach, ponieważ zachodzi wtedy obawa wyginania się blach i niebezpieczeństwo zwarcia.

Zasadnicze znaczenie dla skuteczności aparatów ma równomierny rozdział gazu. Chodzi o to, żeby szybkość gazu w całym przekroju aparatu była jednolita i nie przekraczała pewnej granicy. Dawniej nie zupełnie zdawano sobie z tego sprawę i dlatego nie otrzymywano takich rezultatów, jakie osiąga się obecnie.

## Podstawy teoretyczne pracy aparatury Cotrell'a

Weźmy dwie płytki metalowe (ryc. 6), ustawione względem siebie równolegle w odległości  $d$  i połączmy je ze źródłem energii elektrycznej. W obwodzie dajemy czuły miliampermetr. Na jednej płytce kondensatora nagromadzi się  $+Q$  kulombów elektryczności, na drugiej  $-Q$ . Między płytkami wytworzy się pole elektryczne. Istnienie tego pola, jak wiemy, objawia się działaniem dynamicznym. Jeżeli w jakimkolwiek punkcie  $M$  pola elektrycznego umieścimy biegun elektryczny o naboju  $+e$  kulombów, wtedy działa siła odpychająca od płyty dodatniej. Kierunek i wielkość tej siły  $P$  w odnie-



Ryc. 6

sieniu do jednego kulomba nazywa się natężeniem pola elektrycznego  $E$  w miejscu  $M$

$$E = \frac{P}{e}$$

Natężenie pola w danym miejscu mierzy się więc siłą, jakie pole wywiera na dodatni biegun jednostkowy. Jeżeli płytę naelektryzujemy ujemnie, wtedy kierunek siły będzie odwrotny. Graficznie przedstawiamy to za pomocą linii sił. Ilość linii sił, przypadająca na  $1 \text{ cm}^2$  powierzchni, prostopadłej do kierunku sił, odpowiada wielkości natężenia pola  $E$ .

Umieścimy tuż koło płyty dodatniej biegun o naboju  $+e$ . Siła działająca na ten biegun będzie

$$P = E \cdot e$$

Pod wpływem tej siły biegun przesunie się do płyty ujemnej na odległość  $d$ . Praca wykonana przez biegun wyniesie

$$P \cdot d = E \cdot e \cdot d$$

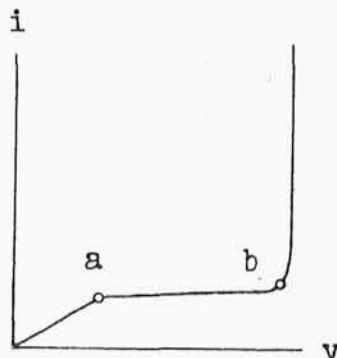
Ponieważ różnica potencjałów między płytami (napięcie  $V$ ) mierzy się pracą, jaką można uzyskać przy przejściu naboju jednostkowego z jednej płyty do drugiej na odległość  $d$ , przeto przy  $e=1$

$$V = E \cdot d \cdot e = E \cdot d$$

$$E = \frac{V}{d}$$

Jest to związek pomiędzy natężeniem pola elektrycznego i napięciem  $V$  między płytami. Wi-

dzimy, że natężenie pola zależy od napięcia  $V$  i odległości  $d$ . W naszym wypadku, ponieważ te dwie wielkości są stałe, natężenie pola w każdym punkcie jest również stałe. Charakterystykę prądu w obwodzie kondensatora w zależności od napięcia przedstawia ryc. 7. Natężenie prądu



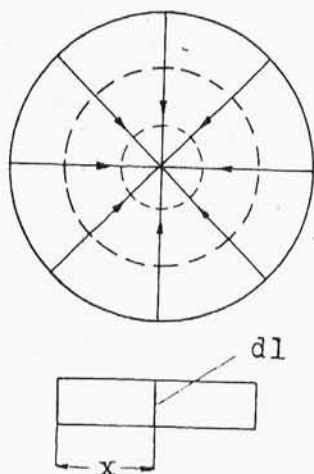
Ryc. 7

stopniowo wzrasta do punktu  $a$ , następnie prąd się ustala pomimo dalszego podniesienia napięcia, i wreszcie w punkcie  $b$  prąd raptownie wzrasta i następuje przebicie kondensatora. Wytlumaczenie tego zjawiska jest następujące: powietrze znajdujące się pomiędzy płytami jest zawsze chociażby w małym stopniu zjonizowane. Gdy pole elektryczne pomiędzy płytami posiada odpowiednie natężenie  $E$ , jony dodatnio naładowane zaczynają poruszać się w kierunku katody, jony ujemnie naładowane poruszają się w kierunku anody — w ten sposób powstaje prąd w obwodzie. Przez stopniowe zwiększanie natężenia pola, zwiększamy siłę  $P$ , działającą na jony; szybkość ich wzrasta, prąd się podwyższa. Na elektrodach jony zubożniają się elektrycznie, na ich miejsce tworzą się nowe. Szybkość tworzenia się nowych jonów nie może przekroczyć pewnej określonej granicy. Gdy następuje równowaga pomiędzy szybkością zubożniania jonów na elektrodach i szybkością tworzenia się nowych jonów — powstaje prąd nasycenia o wielkości stałej od punktu  $a$  do  $b$ . Jeżeli jednak podnosimy dalej napięcie na elektrodach, to szybkość jonów, względnie swobodnych elektronów, tak znacznie wzrasta, że one same zaczynają działać jonizująco na powietrze. Ilość jonów szybko wzrasta, prąd gwałtownie wzrasta — następuje przebicie kondensatora.

Inaczej rzecz się ma w Cotrell'ach rurowych. Elektroda osadową dodatnią jest tutaj wewnętrzna ściana rury, elektrodą ujemną jest przewód, przechodzący wzdłuż osi rury. Nazwijmy ten układ kondensatorem rurowym. Niech promień rury będzie  $R$ , promień drutu  $r$ . Nabój rury niech wynosi  $+Q$ , nabój drutu  $-Q$ . W naszym wypadku powierzchnie o jednakowym natężeniu pola  $E$  przebiegają koncentrycznie (linie kropkowane na ryc. 8). Wydzielmy element przestrzenny o długości  $dl$  ograniczony



powierzchnią cylindryczną o promieniu  $x$ . Natężenie pola na tej powierzchni niech będzie  $E_x$ . Wielkość powierzchni wynosi  $2\pi x \cdot dl$ . Ilość li-



Ryc. 8

nij sił, przebiegających przez tę powierzchnię wynosi

$$E_x 2\pi x \cdot dl$$

Z drugiej strony element drutu  $dl$  wysyła na podstawie prawa Gaussa ilość linii sił  $= \frac{4\pi}{\epsilon} dQ$ , gdzie  $\epsilon$  jest to stała dielektryczna powietrza,  $dQ$  — nabój elementu drutu  $dl$ .

$$dQ = \frac{Q}{l} dl \quad \frac{4\pi}{\epsilon} dQ = \frac{4\pi Q \cdot dl}{\epsilon l}$$

Możemy więc napisać:

$$E_x 2\pi \cdot dl = \frac{4\pi Q \cdot dl}{l}$$

$$E_x = \frac{2Q}{\epsilon l x} \dots \dots \dots 1$$

Różnica potencjałów między elektrodami jest  $V$ . Wiemy, że natężenie pola elektrycznego mierzy się siłą, jakie pole wywiera na jednostkę dodatnią elektryczności, albo, co na jedno wychodzi, spadkiem różnicy potencjałów na jednostkę długości.

$$E_x = \frac{dV}{dx} = \frac{2Q}{\epsilon l x}$$

Całkując w granicach od  $r$  do  $R$ , otrzymamy:

$$V = \frac{2Q}{\epsilon l} \int_r^R \frac{dx}{x} = \frac{2Q}{\epsilon l} (\ln R - \ln r) = \frac{2Q}{\epsilon l} \frac{\ln R}{r}$$

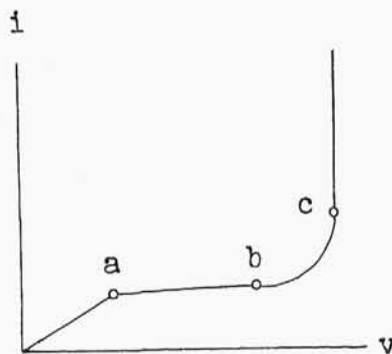
Z równania tego określamy  $Q$  i podstawiamy w równanie 1

$$E_x = \frac{V}{x \ln \frac{R}{r}}$$

Natężenie pola, jak widzimy, jest zmienne, co widać doskonale z ryc. 8, przedstawiającej

przebieg linii sił. Największe natężenie pola, co jest równoznaczne z największym zagęszczeniem linii sił, występuje przy samym przewodzie, najmniejsze przy ścianie rury. Jeżeli kondensator rurowy połączymy ze źródłem prądu i czułym miliampermetrem, to otrzymamy obraz natężenia prądu w zależności od wielkości napięcia na elektrodach jak na ryc. 9.

Pierwotnie prąd się podnosi analogicznie jak w kondensatorze płytowym (ryc. 7) do punktu  $a$ .



Ryc. 9

Okres nasycenia jednak  $a-b$  jest krótszy, w  $b$  natężenie prądu zaczyna wzrastać aż do  $c$  i dalej następuje gwałtowny wzrost i przebiecie kondensatora. Wytlumaczenie tego zjawiska jest następujące: skupienie linii sił, a więc i natężenie pola, jest największe przy przewodzie. Natężenie maleje w kierunku anody. W pewnym momencie jednak, gdy napięcie na elektrodach wzrośnie do wielkości krytycznej  $E_{kr}$  — szybkość jonów przy samym przewodzie tak silnie wzrasta, że w sposób sztuczny zaczynają jonizować w tym miejscu powietrze i powstaje koło przewodu świecąca się „korona”. Ponieważ silnie zjonizowane powietrze jest doskonałym przewodnikiem, możemy powiedzieć, że przewód niejako grubeje, jego  $r$  rośnie. Jeżeli nie podwyższamy dalej napięcia na elektrodach, to natężenie pola  $E$  poza koroną coraz to bardziej maleje w miarę oddalania się od przewodu. Wyobraźmy sobie, że napięcie na elektrodach, wywołujące powstanie  $E_{kr}$ , jest stałe, lecz za to grubość przewodu wzrasta, co jest równoznaczne z rozszerzaniem się korony. Przy określonej grubości przewodu następuje moment, w którym, poza koroną, natężenie pola już się więcej nie zmniejsza, tylko się podnosi. Wystarczy już minimalny wzrost napięcia  $V$ , by nastąpiło przebiecie. Moment ten możemy określić ze wzoru:

$$E_x = \frac{V}{x \ln \frac{R}{r}}$$

jeżeli za  $r$  podstawimy  $x$ , co możemy uczynić, ponieważ przyjmujemy, że powiększenie promienia „korony” jest równoznaczne ze wzrostem promienia  $r$  drutu. Pytanie kiedy osiągniemy minimum  $E_x$ ?

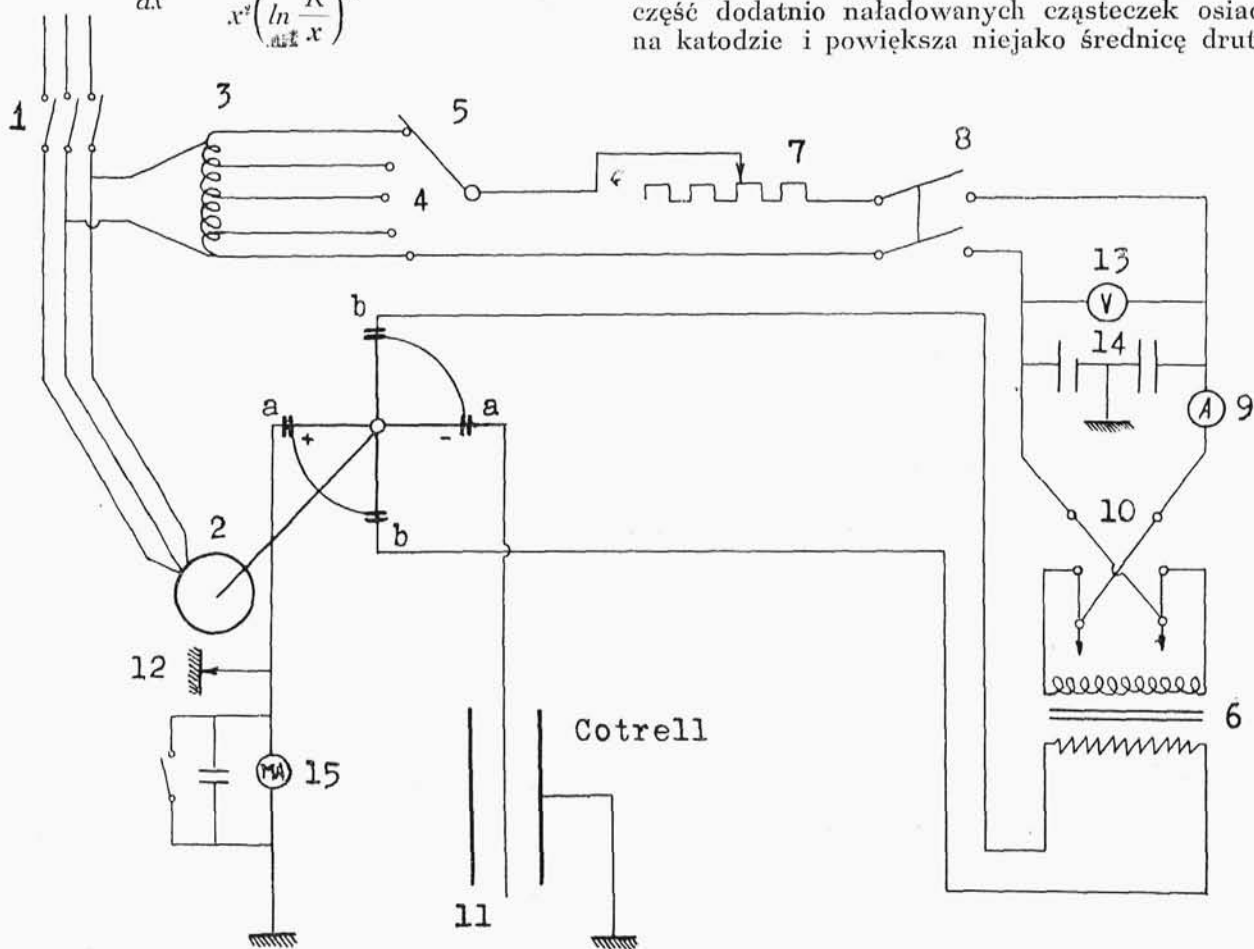


Obliczamy pierwszą pochodną funkcji:

$$E_x = -\frac{V}{x \ln \frac{R}{x}}$$

i przyrównujemy ją do 0:

$$\frac{dE_x}{dx} = \frac{V_2 \left(1 - \ln \frac{R}{x}\right)}{x^2 \left(\ln \frac{R}{x}\right)^2} = 0$$



Ryc. 10

Nastąpi to wtedy, gdy:

$$1 - \ln \frac{R}{x} = 0; \quad \frac{R}{x} = e$$

gdzie  $e$  — zasada logarytmów naturalnych. Minimum natężenia pola  $E_x$  następuje wtedy, gdy  $X = \frac{R}{e}$ . Jeżeli więc „korona“ dojdzie do tej odległości od osi drutu, wtedy natężenie pola już więcej nie maleje w kierunku ścian rury, tylko wzrasta i następuje przebicie.

### Osadzanie się pyłu

W jaki sposób odbywa się samo odpylanie gazów? Jak już wiemy, gaz z pyłem przechodzi rurami z dołu do góry przez silne pole elektryczne. Pod wpływem tego pola cząsteczki pyłu, o ile nawet są złymi przewodnikami, podlegają

polaryzacji dielektrycznej, to znaczy następuje przynajmniej częściowy rozdział naboju dodatnich i ujemnych na cząsteczce. Poza „koroną“ w rurze znajdują się tylko przeważnie jony ujemne, które przyciągane są przez biegun dodatni spolaryzowanej cząsteczki pyłu i osiadają na niej, powodując naelektryzowanie cząsteczki. Ujemnie naelektryzowane cząsteczki przyciągane są do anody, gdzie oddają swój ładunek elektryczny i osadzają się na elektrodzie. Nieznaczna część dodatnio naładowanych cząsteczek osiada na katodzie i powiększa niejako średnicę drutu,

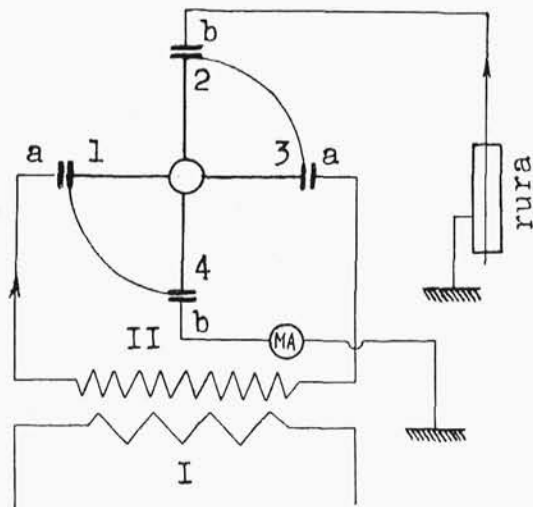
o ile cząsteczki te są przewodnikami elektryczności. Powiększanie średnicy ujemnie wpływa na przebieg odpylania, ponieważ natężenie pola się zmniejsza przy jednoczesnym stałym napięciu pomiędzy elektrodami. Gdy pył nie jest przewodnikiem, na przykład pył fosforytowy, wtedy, osadzając się na ścianie rury, tworzą warstwę naelektryzowaną ujemnie i działają odpychająco na dalsze przybywające jony ujemne. Dojść może nawet do tego, że aparat przestaje w ogóle działać. Ażeby nie dopuścić do tego, należy od czasu do czasu wstrząsać elektrody, by pył opadł na dół.

### Aparatura elektryczna

Na szkicu 10 przedstawiono uproszczony schemat połączeń elektrycznych, potrzebnych dla uruchomienia Cotrell'a. Przede wszystkim potrzebny



jest prąd stały, doprowadzany do aparatu przy wysokim napięciu, dochodzącym do 75 000 Volt. Prócz tego musimy mieć możliwość zmiany tego napięcia w dość szerokich granicach. Przy Cotrell'ach normalnie stosuje się prostownik mechaniczny. Prąd trójfazowy doprowadzamy z sieci do motoru synchronicznego o stałej ilości obrotów 1500 na minutę. Na końcu wału silnika umocowujemy krzyż z materiału izolacyjnego, na końcach którego osadzamy płytki aluminiowe (1, 2, 3 i 4 na ryc. 11 i 12). Płytki 1 i 4, 2 i 3 połączone są przewodem. Krzyż ten obraca się razem z silnikiem. Szczotki *a* i *b* utwierdzone są na motorze. Prawidłowe ustawianie szczotek reguluje się przez nieznaczny obrót. W zasadzie szczotki są nieruchome. Szczotki *a* łączą się z wtórnym uzwojeniem wysoko napięciowego transformatora. Do pierwotnego uzwojenia dopływa prąd zmienny 50-okresowy o napięciu normalnie 220 Volt. We wtórnym uzwojeniu po-



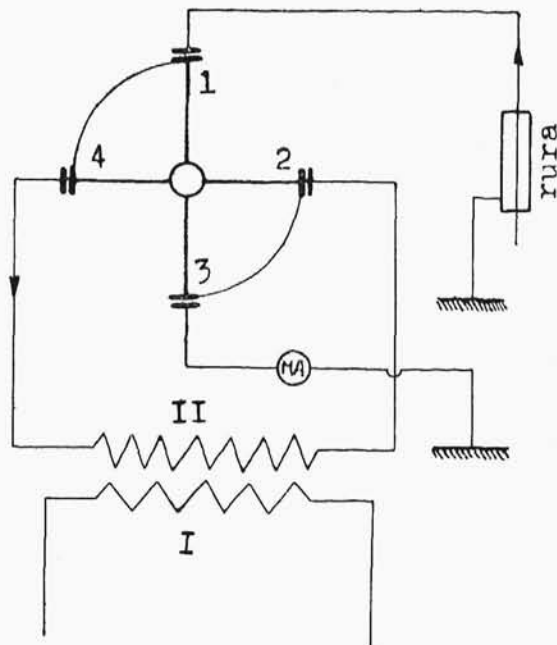
Ryc. 11

wstaje również prąd zmienny, lecz o wysokim napięciu. Prąd zmienia swój kierunek co  $\frac{1}{100}$  sekundy. W położeniu krzyża jak na ryc. 11 prąd płynie w kierunku strzałek. Niech wał motoru zrobi  $\frac{1}{4}$  obrotu w ciągu  $\frac{1}{100}$  sekundy (ryc. 12), wtedy kierunek prądu w transformatorze się zmieni, ale równocześnie kontakty aluminiowe zetkną się z innymi szczotkami, tak że prąd w Cotrell'u popłynie w tym samym kierunku. W ten sposób płynie prąd stały lecz przerywany jak na ryc. 13.

Prawidłowość ustawienia szczotek *a*—*b* wskazuje miliamperomierz włączony w obwód prądu wyprostowanego. Ustawienie jest prawidłowe, gdy natężenie prądu jest maksymalne.

Z sieci pobiera się prąd trójfazowy przez główny wyłącznik 1 do motoru synchronicznego 2, na wale którego osadzony jest prostownik mechaniczny, o którym dopiero co mówiliśmy. Dwie fazy doprowadzamy do autotransformatora 3 z komutatorem 4. Przesuwając rączkę 5 komutatora na odpowiednie kontakty, możemy pełne napięcie, otrzymywane z sieci, obniżyć i tym samym regulować napięcie na pierwotnym

uzwojeniu wysoko napięciowego transformatora 6. Autotransformator łączy się przez opornicę 7, którą można również regulować, z dwubiegunowym wyłącznikiem automatycznym 8. Wyłącznik ten jest w ten sposób urządzony, że wyłącza sieć, gdy prąd przekroczy dopuszczalne natężenie, albo gdy napięcie na sieci spada. Od wyłącznika prąd idzie przez amperomierz 9 do przełącznika 10. Przełącznik jest tak urządzony, że kontakty *a*—*b* łączymy z kontaktami *c*—*d*,



Ryc. 12

albo z kontaktami *e*—*f*. Kierunek prądu w ten sposób możemy zmienić przy uruchomieniu aparatu. Chodzi o to, ażeby płyty względnie rury posiadały zawsze znak dodatni, druty zaś znak ujemny, bo wtedy można utrzymywać wyższe napięcie bez obawy przebicia. W przeciwnym razie przebicie następuje łatwiej. Wtórne uzwojenie transformatora 6 łączymy ze szczotkami *b*—*b* prostownika. Jedna szczotka *a* prostownika połączona jest przez miliampermetr 15 z ziemią, druga szczotka *a* tegoż prostownika przez dla-



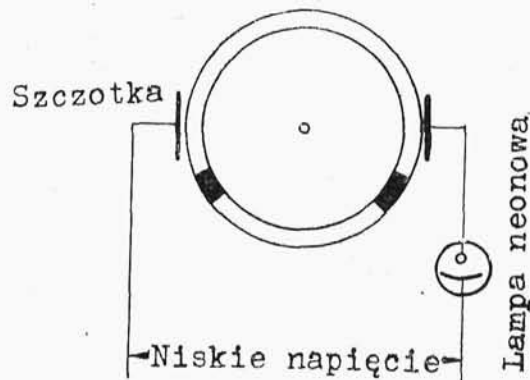
Ryc. 13

wik i wyłącznik łączy się z katodą Cotrell'a 11. Anoda Cotrell'a jest uziemiona. W razie oderwania uziemienia miliamperomierza mógłby ten przyrząd być pod wysokim napięciem. Ażeby tego uniknąć, daje się bezpiecznik 12, łączący szczotkę *a* z ziemią wtedy, gdy napięcie wzrasta przykładowo do 100 Volt.

Na skutek możliwego iskrzenia szczotek może powstać w obwodzie miliamperomierza prąd wysokoczęstotliwościowy, który mógłby uszkodzić przyrząd. Włączony równolegle do miliamperomierza

kondensator, przedstawiający bardzo mały opór dla takich prądów, chroni przyrząd od zepsucia. Prócz tego dajemy jeszcze wyłącznik równoległy do kondensatora, który stale jest zamknięty i dopiero w chwili odczytywania natężenia prądu na miliamperomierzu, otwieramy go. Ażeby prąd wysokoczęstotliwościowy, powstający również we wtórnym uzwojeniu transformatora 6 pod wpływem iskrzenia szczotek, nie przeniósł się do obwodu niskiego napięcia, — dajemy równoległe do woltomierza 13 dwa w szereg połączone kondensatory z uziemieniem. Dla prawidłowego załączenia prądu stosuje się następujące urządzenie: na wale silnika synchronicznego umieszcza się prócz prostownika jeszcze tak zwany pierścień synchroniczny (metalowy), który służy do wyprostowania prądu niskiego napięcia, idącego do lampy neonowej (ryc. 14). Pierścień jest przerwany w dwóch miejscach. Przytykają do niego dwie nieruchome szczotki, połączone z tym samym źródłem prądu jak i autotransformator. W obwód szczotek włącza się lampę neonową dwubiegunową. Świeci się zawsze ten biegun, który jest w danej chwili katodą. Przez obrót pierścienia razem z wałem motoru, szczotki dwa razy na jeden obrót przerywają obwód i to w ten sposób, że w obwodzie powstaje przerywany prąd stały. Zależnie od tego, jaki biegun lampy się świeci, możemy przełącznik 10 na ryc. 10 przedstawiać tak, ażeby załączenie prądu było prawidłowe. Robimy to tak: zanim puścimy

gaz do Cotrell'a, załączamy prąd i patrzymy na charakter świecenia „korony”. Kolor niebieskawy i świecący równo świadczy o prawidłowym połączeniu. Przypuścimy, że wtedy w lampie neonowej świeci biegun 1 i przełącznik 10 zamyka kontakty c—d. Notujemy to odpowiednim znakiem na rączkach przełącznika. Gdy uruchomiamy



Ryc. 14

Cotrell po raz drugi, wiemy już z góry, jak załączyć przełącznik w zależności od świecenia tego lub innego bieguna lampki neonowej. Przy załączeniu nieprawidłowym, „korona” ma odcień fioletowy i rozdyma się, świeci nie równo. Całe urządzenie, podane na ryc. 10, posiada jeszcze szereg samoczynnych sygnałów świetlnych, dźwiękowych itp.

INŻ. DR WŁODZIMIERZ RONEWICZ

## Bagna pontyńskie

Sprawozdanie z wycieczki naukowej Studentów Wydziału Inżynierii lądowej i wodnej Politechniki Lwowskiej.

Związek Studentów Inżynierii lądowej i wodnej Politechniki Lwowskiej zorganizował z końcem ubiegłego roku naukowego wycieczkę do Włoch i Jugosławii dla zwiedzenia budowli inżynierskich wykonanych w tych krajach w ostatnich latach. W drodze do Włoch wycieczka zatrzymała się w Wiedniu, zaś w drodze powrotnej w Budapeszcie. Z okresu jednego miesiąca przeznaczonego na wycieczkę — rzecz oczywista, najwięcej czasu, bo trzy tygodnie poświęcono Italii, krajowi najbardziej zaawansowanemu technicznie i mogącemu dać uczestnikom wycieczki najwięcej wrażeń turystycznych i korzyści naukowych z powodu imponującej rozbudowy kraju we wszystkich możliwych gałęziach techniki. Obszerny program wycieczki, prowadzonej przez prof. dr. inż. O. Nadolskiego, obejmował również i zwiedzenie obiektów i urządzeń z zakresu melioracji rolnych.

Z nader licznych we Włoszech urządzeń melioracyjnych, szczególnie z działu nawodnień, wycieczka zdołała zwiedzić stację doświadczalną dla spraw nawodnień w Marcallo pod Mediolanem i najciekawszy, interesujący nawet laika

teren odwodnionych bagien pontyńskich wraz z nowo wybudowanymi miastami.

W krótkim sprawozdaniu pragnę podzielić się z czytelnikami wrażeniami odniesionymi przy zwiedzaniu obszaru pontyńskiego oraz podać zwięźle przebieg usiłowań zmierzających do sanacji stosunków wodnych na tym terenie, uwieńczonych dopiero w naszych czasach pełnym sukcesem.

### I. Przyczyny światowego rozgłosu bagien pontyńskich

Zadziwić musi wielki rozgłos w świecie jaki towarzyszył poczynaniom rządu włoskiego, zmierzającym do odwodnienia zabagnionych gruntów leżących w pobliżu Rzymu, a znanych powszechnie pod nazwą bagien pontyńskich. Interesowanie się tym problemem osób niezwiązanych z techniką i nieokazujących zaciekawienia dla innych dzieł technicznych o większym nawet znaczeniu i doniosłości, może wydać się niezrozumiałem.

Jakie są przyczyny światowego rozgłosu

tego przedsięwzięcia, bynajmniej nie największego w tej dziedzinie, posiadającego znaczenie lokalne, a nie międzynarodowe? Jakże są przyczyny, że przeciętny obywatel w Polsce wykazał więcej zainteresowania dla tego problemu niż dla melioracji Polesia, zagadnienia nie tylko dla nas ważniejszego, ale również przewyższającego ogromem prac i wielkością obszaru bagna pontyńskie?

Odwodnienie bagien pontyńskich było zagadnieniem wyłoniłym nie w latach ostatnich lecz problemem aktualnym już przed dwoma tysiącami lat nad którego rozwiązaniem głowiono się już w czasach rzymskich. Fakty, że tak przedsięwzięczy naród jak rzymski, mogący się poszczycić wielkimi sukcesami w dziedzinie budownictwa wodnego, napróżno starał się to zagadnienie rozwiązać, że przez wieki papieże jako władcy państwa kościelnego, królowie włoscy, przy nakładzie olbrzymich sum pieniężnych niewiele dla sprawy odwodnienia bagien zdziałali, są powodem światowego zainteresowania i wielkiego rozgłosu jakiego nabrały bagna pontyńskie. Historia usiłowań odwodnienia bagien pontyńskich stała się częścią historii żywota wielkich i przedsięwzięczych ludzi, których losy związane były choćby chwilowo z losami Rzymu.

A teraz narzuca się pytanie, dlaczego właśnie problem bagien pontyńskich a nie inny zaprzętał od tak dawna umysły tylu ludzi?

Powodem było bliskie położenie bagien koło metropolii świata — Rzymu, największego skupienia ludności i ujemne ich oddziaływanie na stosunki zdrowotne w mieście. Bagna pontyńskie były ogniskiem nagminnie panującej malarii, niszczącej zdrowie okolicznej ludności i Rzymu.

Zaznaczyć należy, że prócz kompleksu bagien pontyńskich znajdowały się, nawet bliżej Rzymu, jeszcze inne tereny zabagnione wpływające ujemnie na stosunki zdrowotne, jak bagna Macarese i w Ostii przy ujściu Tybru do morza, jednakże co do wielkości obszaru ustępujące bagnetom pontyńskim.

Problem melioracji bagien pontyńskich aktualny przez wieki, wywołany w pierwszym rzędzie koniecznością poprawy stosunków zdrowotnych, zyskał w czasach najnowszych na znaczeniu dzięki potrzebom i koniecznościom państwowym, które z biegiem lat samo życie wyłoniło.

## II. Położenie, wielkość obszaru, rodzaj gleby i przyczyny zabagnienia

Bagna pontyńskie mieszczą się w wydłużonej dolinie ograniczonej morzem Tyreńskim i górami lepińskimi. Via Appia, od Tor tre ponti do Terraciny na długości 33 km, rozdziela obszar na dwie części: wschodnią, nisko położoną zw. Pontina, stanowiącą obszar właściwych bagien pontyńskich i zachodnią wyższą lecz również uległą zabagnieniu zw. Piscinara. Podczas gdy Piscinara wznosi się do 20 m ponad poziom morza, to Pontina leży częściowo poniżej lub tak nisko, że nie może być w całości odwodniona

naturalnym spadem. Na zachód od Via Appia, niemal że do niej równolegle, biegnie wzdłuż morza pasmo piaszczystych diun wzniesionych do 25 m ponad poziom morza utrudniającą odpływ wód powierzchniowych w kierunku południowo-zachodnim; drugie niższe pasmo wznosi się tuż nad brzegiem morza.

Powierzchnia obszaru podległego zabagnieniu wynosi 75 700 ha, z czego na Pontinę przypada 26 400 ha, zaś na Piscinara 49 300 ha: do roku 1777 około 20 000 ha stałe było zalanych wodą. Grunty złożone są z alluwii i torfów niskich dochodzących miejscami do 18 m miąższości; podłoże stanowi wszędzie żwir.

Powierzchnia zlewni zabagnionych terenów wynosi 1303 km<sup>2</sup> z czego 750 km<sup>2</sup> przypada na zlewnię o charakterze górskim. Raptowne przejście stromych i niezalesionych gór o wyniosłości do 900 m w równinę pozbawioną prawie spadku było powodem gwałtownych i długotrwałych zalewów terenów Pontiny i Piscinary.

Ponieważ Piscinara leży wyżej, przeto część wody zalewowej spływała z niej na niższe tereny Pontiny. Odpływ na tereny Pontiny był hamowany przez nasyp drogi Via Appia, który stanowił częściowo groblę ochronną Pontiny przed wodami Piscinary. Brak swobodnego odpływu do Pontiny z jednej strony i do morza z drugiej, spowodował zabagnienie wyżej położonych gruntów Piscinary.

Melioracja Pontiny mogła być przeprowadzona dopiero po uprzednim odwodnieniu i zapewnieniu wolnego a nieszkodliwego odpływu wód z terenu Piscinary; tę zależność poznano bardzo późno i tym między innymi tłumaczyć można niepowodzenia dotychczasowych zabiegów melioracyjnych na terenie Pontiny.

## III. Via Appia

Pierwszym znanym a w skutkach nieszczęśliwym wtargnięciem człowieka w stosunki wodne bagien pontyńskich była praca techniczna związana z budową drogi wojskowej (via Appia) z Rzymu przez Neapol do Brindisi przez cenzora Appiusa Claudiusa w r. 312 przed Chrystusem. Budowla ta nie tylko nie zmniejszyła trudności związanych z odwodnieniem terenu, lecz pogorszyła istniejący stan rzeczy, zwiększając rozmiary zalewów wskutek utrudnienia przepływu wielkim wodom przez wąskie otwory zbudowanych przepustów i mostów; z budowli tych wiele dotrwało do czasów teraźniejszych.

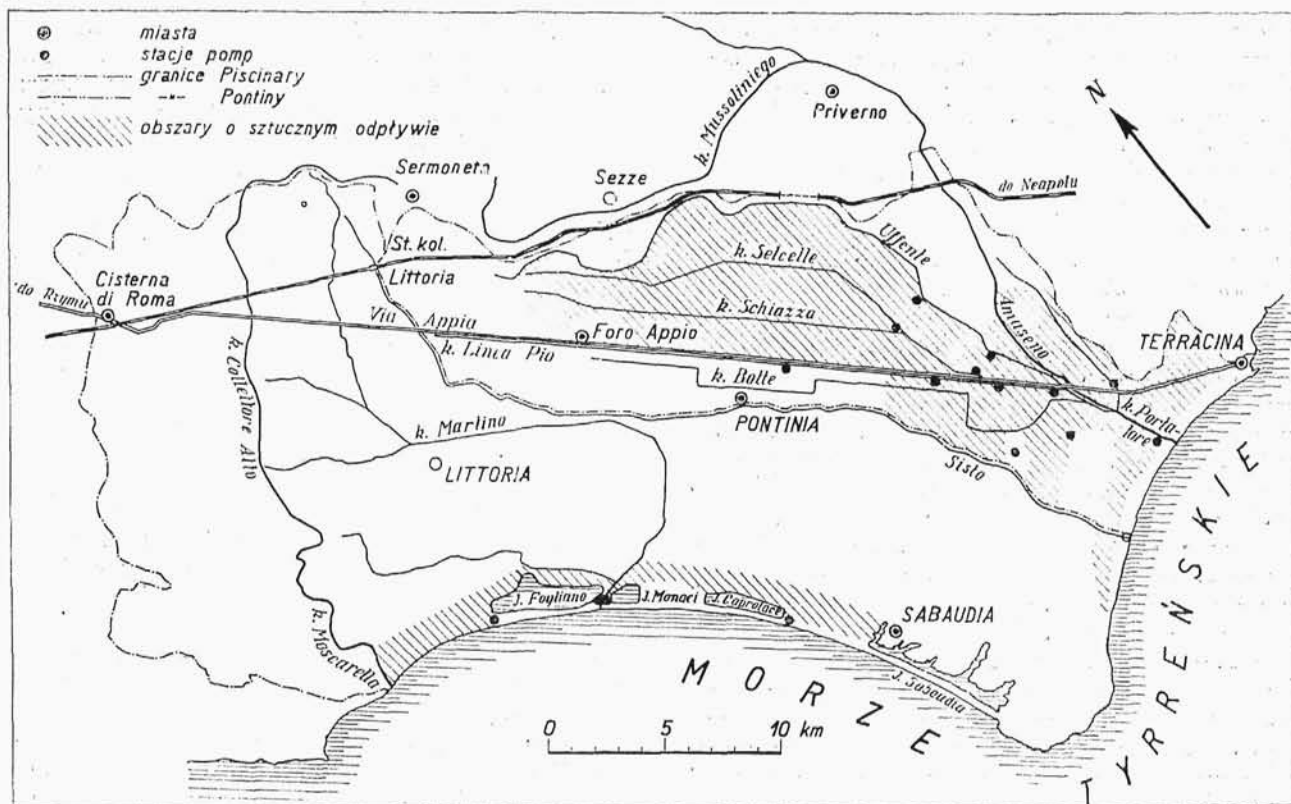
Via Appia zabezpieczona przed zalewami, bo zbudowana na wysokiej grobli, nie stanowiła ochrony dla terenów Piscinary, gdyż te zalewane były niezależnie wodami potoków dopływających z północy.

## IV. Przegląd prób i zamierzeń odwodnienia bagien pontyńskich

Juliusz Cezar powziął plan zamulenia i podwyższenia obszaru pontyńskiego przy pomocy wielkich wód rz. Tybru skierowanych na teren







Ryc. 2

wojny światowej, która ostatecznie rokowania i projekt pogrzebała.

Jeszcze podczas działalności syndykatu niemieckiego sporządzili inżynierowie włoscy odrębny projekt odwodnienia, który następnie poprawił i uzupełnił inż. Remiddi, a który również nie doczekał się zrealizowania. Kosztorys opiewający na sumę 4,4 mil. lirów obejmował również wydatki na budowę potrzebnych dróg i wodociągów.

W końcu rząd faszystowski Mussolini'ego podjął się rozwiązania tego odwiecznego problemu i z całą energią, nie szczędząc wkładów pieniężnych ni pracy rąk ludzkich, zabrał się do zrealizowania dzieła będącego troską wielu ludzi na przestrzeni tyłu wieków. Potrzeby państwowe i wyłonione po wojnie problemy społeczne jak: samowystarczalność państwa pod względem rolniczym, palące zagadnienie bezrobotnych, kwestia zaopatrzenia w ziemię bezrolnych uczestników wojny światowej, były decydującymi momentami, które wpłynęły na szybkie i energiczne prowadzenie akcji. Melioracja bagien pontyńskich stała się dzięki usilnej propagandzie sprawą narodową, jej urzeczywistnienie sprawą prestiżu rządu faszystowskiego i walnym argumentem przekonywującym do panującego ustroju społecznego. Wszak zlikwidowanie problemu żywotnego przez tysiące lat, oddanie żyznych a odłogiem leżących gruntów pod uprawę rolniczą, zatrudnienie ponad 10 000 bezrobotnych przez lat kilka, stworzenie nowych warsztatów pracy dla tysiąca bezrolnych i danie im godzi-

wych warunków bytowania, polepszenie stosunków zdrowotnych i zlikwidowanie plagi malarii dręczącej okoliczną ludność, były argumentami dobitnie przemawiającymi do umysłu przeciętnego obywatela, oceniającego system rządzenia po wynikach i korzyściach jakie przy nim odnosi.

#### V. Opis najważniejszych projektów i budowli.

##### a) Prace inż. Rappini'ego.

Przed rozpoczęciem robót melioracyjnych przez Rappini'ego w r. 1777 przez omawiany teren przepływały następujące główne odbiorniki:

a) Portatore, kanał sztuczny stanowiący główny odbiornik Pontiny, o długości 5,3 km, zbudowany na początku XVI stulecia przez inż. Scotti na zlecenie papieża Leona X. Portatore odprowadzał wody pot. Amaseno i Uffente drogą krótszą do morza z pominięciem płytkiej i zapiaśnionej zatoki Terracina.

b) Pot. Amaseno, o długości 33 km i powierzchni górzystej zlewni 357 km<sup>2</sup>, spełniający na południowo-wschodnim krańcu obszaru funkcję rowu czołowego. Potok na obszarze Pontiny był obustronnie obwałowany. Objętość wielkiej wody przy najwyższym stanie zaobserwowanym w listopadzie r. 1896 obliczono na 256 m<sup>3</sup>/sek.

c) Pot. Uffente, o długości 20 km, zasilany wydatnymi źródłami, przepływający przez Pontinę i uchodzący do pot. Amaseno. Spad zwierciadła średniej wody w dolnym biegu wynosił 0,10<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, zaś objętość przepływu wielkiej wody 15 m<sup>3</sup>/sek.

d) Pot. Cavata (później nazwany Sisto), główny ściek na terenie Piscinary przyjmujący w górnym biegu górskie potoki Ninfa i Teppia, które w głównej mierze przyczyniały się do zalewu Piscinary. Przy morzu, przed diunami, potok zmieniał kierunek biegu i płynął wzdłuż diun uchodząc do kanału Portatore. Ta część potoku nosiła nazwę Fiume delle Volte. Spad zwierciadła średniej wody w dolnym biegu wynosił  $0,09^{00}/_{00}$ , zaś objętość wielkiej wody obliczano na około  $90 \text{ m}^3/\text{sek}$ .

e) Rio Martino, przepływający przez teren Piscinary, wpadający do przymorskiego jeziora de Monaci oddzielonego diuną od morza, był częściowo odbiornikiem sztucznym wykonanym jeszcze przez Rzymian. Przekop w pasmie diun, o długości 7 km, osiągał głębokość 18–20 m, przy szerokości dna 30–40 m.

W r. 1777 na skutek zlecenia papieża Piusa VI. inż. Rappini rozwinął szeroką akcję budowlaną na terenie zabagnionym i wykonał szereg kanałów i budowli wodnych.

Rappini w pierwszym rządzie zbudował wzdłuż via Appia na długości 21 km od Foro Appio aż do ujścia do Portatore kanał Linea Pio mający spełniać zadanie głównego odbiornika; równocześnie Portatore odbudowano i obustronnie obwałowano.

Po przedłużeniu Linea Pio do Tor tre Ponti, połączono potoki Cavata (Sisto) i Cavalette powyżej Foro Appio i skierowano do Linea Pio, jak również i górskie potoki Ninfa, Teppia i Uffente. Dla obniżenia zwierciadła wody gruntowej i odwodnienia gruntów zbudowano 39 równoległych rowów (migliaire) z obu stron kanału w odstępach 1 mili rzymskiej (1471 m) o szerokości 3,50 m wraz z drogami wzdłuż rowów; łączna ich długość wynosiła 105 km. Jedynie te rowy posiadały większą wartość i znaczenie dla odwodnienia zabagnionej Pontiny.

Prace regulacyjne nie objęły potoku Amaseno, gdyż rumowiskiem toczonym wodami tego potoku pragnął Rappini w dolnym jego biegu podwyższyć najniższe tereny Pontiny. O możliwościach tego procesu nie miał Rappini właściwego pojęcia i możliwości te przecenił, gdyż przez tysiące lat powtarzające się wylewy nie wiele przyczyniły się do podwyższenia terenu. Przyczyną nader powolnego postępu zamulenia było odkładanie toczonych materiałów w środkowym biegu potoku, tak że do dolnego dochodziły tylko znikome ilości namułu.

Także via Appia uległa gruntownej odbudowie. Drogę podwyższono i wybrukowano, odbudowano zniszczone i zbudowano nowe mosty.

Jednak wyniku zamierzonego Rappini nie osiągnął. Idea stworzenia z kanału Linea Pio głównego odbiornika i wprowadzenie do niego wymienionych potoków była przeciwna zasadzie rozdziału wód zewnętrznych od wewnętrznych. Zaprojektowane wymiary kanału okazały się niewystarczające i wprowadzenie bocznych rowów odwodniających niemożliwe ze względu na wysokie położenie zwierciadła średniej wody w kanale.

Błędy popełnione poznał Rappini niebawem i starał się je naprawić; oddzielił potoki Ninfa i Teppia i skierował w dawne łóżyska, przez co poprawił stosunki wodne na terenie Pontiny, lecz pogorszył na obszarze Piscinary.

Dla dalszego odciążenia kanału Linea Pio zbudował po obu jego stronach równoległe kanały odciążające, po lewej kanał Schiazza z bocznym Selcella, mającym odwodnić obszar torfowy, po prawej kanał Botte, uchodzący do Portatore.

Zmuszony był także do rozbudowy potoku Sisto (Cavata), a mianowicie: do pogłębienia o  $\frac{3}{4}$  m, rozszerzenia i jego obwałowania. Wykonano jeszcze wiele robót wodnych, jednak rezultatu, jaki uzyskać zamierzano, nie osiągnięto i problemu odwodnienia bagien pontyńskich nie rozwiązano.

Prace melioracyjne, rozpoczęte w r. 1777, a zakończone w roku 1786, pochłonęły ogółem 8,7 mil. franków złotych przy preliminowanych kosztach 566 000 fr. zł.

Narzuca się pytanie, z jakich powodów tak wielkie przedsięwzięcie dało w efekcie tak nikłe rezultaty?

Planom Rappini'ego, które podczas budowy musiały ulegać licznym zmianom, brakowało niestety odpowiednich zdjęć terenowych, które mogłyby wykazać specjalne trudności zachodzące przy melioracji obszaru pontyńskiego. Z powodu braku planów wysokościowych Rappini prawdopodobnie nie zdawał sobie jasno sprawy z tej okoliczności, że prawie cała Potina i część Piscinary nie może być odwodniona spadami naturalnymi. Wahania bowiem zwierciadła wody w morzu wynoszą prawie 1 m, a teren Pontiny leżący 20 km w głębi lądu wzniesiony jest zaledwie 1,0 m ponad najniższy stan zwierciadła wody w morzu, przy czym rzeczywiste odwodnienie gruntów torfowych o tak wielkiej miąższości, pogorszy jeszcze stosunki z powodu silnego osadzania się torfowiska. Gdyby Rappini znał istotny stan rzeczy, na pewno akcji melioracyjnej nie ograniczyłby do terenu Pontiny, gdyż odwodnienie jej przy ówczesnym stanie rozwoju techniki było niemożliwe. Było ono tylko możliwe przy zastosowaniu sztucznego odpływu, a więc przy pomocy przepompowywania i to wielkich objętości wody, czego natomiast nie można było dokonać ówczesnymi urządzeniami o małej wydajności i niepewności funkcjonowania.

Po ukończeniu robót wodnych papież Pius VI oddał tereny do użytkowania związkowi dzierżawców za czynszem rocznym 8,7 fr. zł. od 1 ha, który wkrótce obniżono do 4,1 fr. zł.

Francuski zarząd w r. 1808 nakazał dalsze prowadzenie robót, rychło jednak uznał niedostateczność dotychczasowych wysiłków i polecił inż. de Prony opracować nowe plany.

#### b) Projekt inż. de Prony.

Inż. de Prony w pierwszym rządzie poświęcił kilka lat pracy na stworzenie koniecznych dla projektu planów sytuacyjnych; były to pierw-



sze w historii możliwe do użytkowania plany sytuacyjne bagien pontyńskich. W projekcie swym pierwszy przyjął zasadę rozdziału wód zewnętrznych od wewnętrznych, której nie uwzględniali wszyscy jego poprzednicy zajmujący się problemem odwodnienia bagien pontyńskich.

Główne wytyczne jego projektu były następujące:

1) Skierowanie potoków górskich: Ninfa, Tepia, fosso di Sermoneta i innych do potoku Sisto rozbudowanego na objętość przepływu 108,5 m<sup>3</sup>/sek. Powierzchnię dorzecza Sisto obliczał de Prony na 51,2 km<sup>2</sup>.

2) Rozbudowa koryta pot. Uffente na całej długości wraz z obwałowaniem i przerzuceniem jego biegu na wschodnie krańce Pontiny.

3) Budowa nowych mostów na pot. Amaseno, Uffente itd.

4) Rozbudowa kanałów Schiazza i Selcella i skierowanie ich pod drogą via Appia do kanału Linea Pio, którego przekrój poprzeczny miał być powiększony.

5) Odbudowa portu Terracina.

Projekt nie rozwiązywał w pełni zagadnienia, gdyż objętości przepływu oceniano w nim za nisko i nie uwzględniano, że rozległe niskie partie Pontiny mogły być odwodnione tylko przy pomocy sztucznego odpływu. Wykonanie planu mogło być do pewnego stopnia korzystne dla terenów Piscinary.

Równocześnie z opracowaniem projektu wszczęto roboty regulacyjne, uważane za pilne i stanowiące podstawowe wymogi przyszłego projektu. I tak rozbudowano i obwałowano pot. Amaseno w dolnym biegu na długości 9 km poszerzając jego dno do 12,50 m i zwiększając przez to jego pojemność przy spadzie 0,77‰ do 122 m<sup>3</sup>/sek. Późniejsze doświadczenia wykazały, że powyższa objętość przepływu na którą obliczono wymiar kanału Portatore była dwukrotnie mniejsza od rzeczywistej. Podobnym zabiegom poddano też i potok Uffente.

c) Projekt syndykatu niemieckiego.

W r. 1904 syndykat niemiecki przedłożył radzie delegatów pontyńskich projekt melioracji bagien, która projekt przyjęła i zaleciła do wykonania.

W ogólnych zarysach projekt przewidywał:

1) Rozbudowę pot. Amaseno i przekształcenie tegoż na kanał czołowy.

2) Skierowanie górskich potoków Ninfa, Cavata do potoku Sisto.

3) Budowę kanału ulgi w dolnym biegu pot. Sisto.

4) Skierowanie pot. Uffente wprost do morza z pominięciem kanału Portatore lub Linea Pio.

5) Stworzenie zalewu retencyjnego dla wielkich wód w dolnym biegu pot. Amaseno.

6) Obniżenie poziomów średnich wód w ściekach i wody gruntowej w terenie bagiennym do 1,30 m pod powierzchnią terenu.

7) Budowę stacji pomp przy ujściu Portatore do morza.

8) Budowę 2 zakładów hydro-elektrycznych na pot. Ninfa dla popędu stacji pomp.

9) Użycie prądu odpadowego dla celów rolniczych.

Koszty wykonania projektu obliczono na 11,5 milj. lirów. Prócz tego Donat zalecał zalesienie nagich zboczy gór lepińskich i budowę kilku małych zbiorników retencyjnych na górskich potokach.

W projekcie syndykatu niemieckiego po raz pierwszy stwierdzono konieczność zastosowania sztucznego odpływu i dla tego celu przewidywano stację pomp, jednak tylko jedną przy ujściu kanału Portatore do morza. Również, jeszcze wyraźniej jak w projekcie Prony'ego, przeprowadzono rozdział wód zewnętrznych od wewnętrznych.

Losy przedsięwzięcia i projektu są już znane.

## VI. Rozwiązanie problemu odwodnienia

Problem odwodnienia bagien pontyńskich podjął w końcu faszystowski rząd Mussolini'ego. Dla przeprowadzenia robót melioracyjnych i późniejszego zagospodarowania odwodnionych terenów, utworzono dwa konsorcja, z których jedno objęło w zarząd tereny Pontiny, zaś drugie Piscinary. Prace melioracyjne rozpoczęte w roku 1926 poprzedziło dokładne zdjęcie terenu przez wojskowy Instytut geograficzny i sporządzenie planów sytuacyjnych i wysokościowych w podziale 1:5000. Te pierwsze w historii bagien ścisłe plany sytuacyjne wykazały wadliwość i niecelowość dawnych poczynań melioracyjnych, gdyż stwierdziły, że rozległe obszary Pontiny i częściowo Piscinary leżą faktycznie poniżej poziomu morza (ryc. 2).

Projekt odwodnienia opracowany przez inżynierów włoskich uwzględniał w ogólnych zarysach główne wytyczne nakreślone w projektach Prony'ego i syndykatu niemieckiego. Zasadniczo przeprowadzono w projekcie podział ścieków na trzy kategorie zależnie od ich położenia wysokościowego w terenie i do każdej zastosowano inną zasadę postępowania. Odróżniano potoki górne od średnich i dolnych. Do kategorii pierwszej zaliczono pot. Amaseno i Coletore alto (w dolnym biegu zwany Moscarello), do których jako kanałów czołowych wpuszczono wszystkie górskie dopływy. Oba odbiorniki, w obrębie odwadnianego terenu obwałowane, odprowadzają wody naturalnym spadem do kanału Portatore względnie do morza. Do pot. Amaseno wpuszczono nowy sztuczny kanał, zbudowany u podnóża gór lepińskich pomiędzy osiedlami Priverno i Sezze, który również spełnia rolę kanału czołowego, a któremu nadano nazwę kanału Mussolini'ego (ryc. 2). Amaseno przeprowadzić może bez wylewu 360 m<sup>3</sup>/sek, zaś Moscarello nawet 450 m<sup>3</sup>/sek. Dla uchwycenia części wielkiej wody i rumowiska, zbudowano w górnym biegu potoków zbiorniki zamknięte groblami ziemnymi, usypanymi z materiału wydobytego przy kopaniu kanałów.

Do potoków dolnych zaliczono wszystkie od-

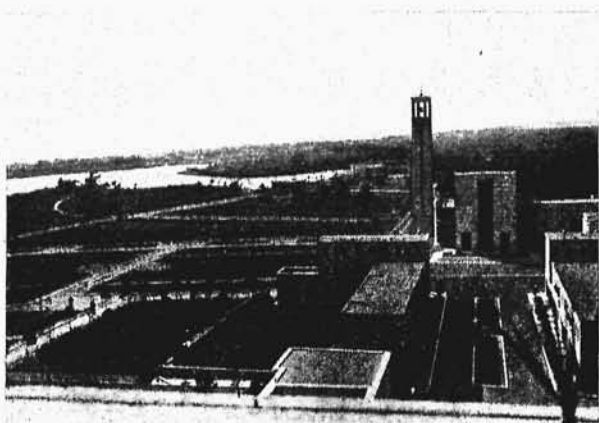




Ryc. 3. Teren przed budową m. Sabaudii



Ryc. 4. Sabaudia z lotu ptaka



Ryc. 5. Sabaudia

biorniki na obszarze Pontiny i Piscinary w których naturalne odwodnienie jest niemożliwe i musi być zastąpione przepompowaniem (na ryc. 2 obszary zakreskowane). Ogółem przewidziano 12 stacji pomp o mocy od 100 do 300 HP i jedną wielką o mocy 2 200 HP. Stacje pomp zabezpieczają też w pewnych porach odpływ ściekom średnim, które zależnie od stanu wody

w morzu mają wolny odpływ lub wymagają sztucznego.

Pot. Sisto skierowano wprost do morza, wykonując przekop długi na kilka kilometrów. Całkowita długość rozbudowanych odbiorników i kanałów głównych przewyższa 500 km; budowę i utrzymanie kanałów dla odwodnienia szczegółowego pozostawiono kolonistom.

Plaskie brzegi licznych jezior na obszarze Piscinary, które z powodu częstych zalewów były siedliskiem moskitów, skopano, a ziemię stąd uzyskaną użyto do zasypania niskich miejsc i zagłębień terenowych.

Po wykonaniu urządzeń odwadniających i ochronnych przed zalewami wód dopływających z gór okazała się potrzeba urządzeń nawodniających. Szczególnie wyżej położone grunty Piscinary, złożone z urodzajnych alluwii, które właściwie bagnami w pełnym tego słowa znaczeniu nigdy nie były, wymagały co rychlej zwilżenia w okresie letnim często bezdeszczowym.

O ile roczny opad na omawianym obszarze jest znaczny, bo jak np. w Rzymie średni roczny opad za okres 1871—1920 wynosi 895 mm, o tyle rozkład opadów w poszczególnych miesiącach jest wysoce nierównomierny. Miesiące zimowe obfitują w ulewne deszcze zaś letnie pozbawione są częstokroć opadów.

W poniżej umieszczonym zestawieniu podano średnią i minimalną wysokość opadów w poszczególnych okresach rocznych i miejscowościach leżących w zlewni bagien pontyńskich.

Miejscowość	Wzniesienie ponad poziom morza m	Wysokość opadów w mm			
		marzec — maj	czerwiec — sierpień	kwiecień — wrzesień	
Velletri . . .	352	śr. 286,4 min. 95,8	79,1 7,6	320,2 62,3	
Mazzocchio .	2	śr. 190,8 min. 134,6	65,6 0,0	220,7 71,7	
Terracina . .	10	śr. 146,6 min. 21,5	29,8 0,0	154,9 5,6	

Miesięczne opady zimowe osiągają wysokie wartości jak np. w październiku 1881 r., w którym zanotowano następujące wysokości opadu:

Terracina — 193,5 mm  
Priverno — 406,0 mm  
Maenza — 504,7 mm

Przeprowadzenie planowego nawodnienia nie napotka na przeszkody z powodu braku wody, gdyż czerpać ją będzie można z nisko położonych kanałów odwodniających i ze źródeł tryskających u podnóża gór, których średnią wydajność obliczają na 20 m<sup>3</sup>/sek.

Odpowiednie projekty już opracowano i część gruntów objęto już siecią rowów nawodniających.

Projekt Donat'a zalesienia nagich zboczy gór dla poprawy stosunków spływu powierzchniowego usiłuje rząd włoski urzeczywistnić. Zalesienie postępuje jednak bardzo powoli i na razie ogranicza się do miejsc, w których gleba jeszcze całkowicie nie została zmyta.

Projekt melioracyjny, po za robotami hydro-technicznymi i adaptacjami rolnymi, uwzględnił też i budowę gęstej sieci dróg kołowych o łącznej długości dochodzącej do 500 km. Na czas budowy założono sieć kolejek polowych o łącznej długości 200 km dla przewozu materiałów budowlanych potrzebnych do budowy nowych miast, budynków gospodarczych i mieszkalnych dla kolonistów, jak również do przewozu wydobytej ziemi. Nieocenione dla budowy usługi oddała nowo zbudowana linia kolejowa Rzym—Neapol i na tej linii założona stacja kolejowa Littoria, umożliwiającą dowóz materiałów budowlanych i szybką komunikację z ośrodkami przemysłowymi.

Właściwe pojęcie o ogromie prac i ilości zużytych materiałów budowlanych może dać parę cyfr poniżej przytoczonych. Do lipca 1934 r. zużyto:

cementu	—	8 910 t
żelaza	—	5 070 t
piasku	—	10 000 m <sup>3</sup>
wapna	—	109 900 m <sup>3</sup>
drzewa	—	25 000 m <sup>3</sup>
kamienia	—	887 000 m <sup>3</sup>
cegł	—	37 090 milj. sztuk
szyb	—	33 500 m <sup>2</sup>
itd.		

Na skrzyżowaniach głównych traktów komunikacyjnych mają w przyszłości powstawać miasta jako ośrodki administracyjne i handlowe odwodnionego i skolonizowanego terenu. Ośrodków takich tworzących na razie ramy przyszłych miast, zbudowano trzy na terenach Piscinarii a mianowicie: Littoria, Pontinia i Sabaudia, a czwarty Aprilia jest w rozbudowie. W każdym z tych ośrodków wzniesiono budynki dla pomieszczenia władz administracyjnych rządowych i miejskich, poczty, klubu partii faszystowskiej, kościół, szkołę, szpital i kilkanaście budynków mieszkalnych i handlowych.

Intenzywnym pracom melioracyjnym nie dorównywała początkowo akcja rolnicza, gospodarcza i kolonizacyjna, która też wchodziła w zakres działalności wspomnianych towarzystw. Zachodziła obawa, że dzieło tak entuzjastycznie podjęte i energicznie prowadzone nie da spodziewanych korzyści i załamanie się z powodu egoistycznego stanowiska właścicieli ziemskich. Aby przyspieszyć akcję rolniczą i kolonizacyjną, rząd włoski przerzucił te czynności na Związek Kombatantów (Opera Nazionale per i Combattenti) i oddał mu w r. 1931 początkowo 18 000 ha gruntu na obszarze Piscinarii do zagospodarowania i skolonizowania. Z tą chwilą rozpoczął się gospodarczy i rolniczy rozkwit odwodnionych terenów Piscinarii.

Przytoczone daty świadczą o szybkim postępie zagospodarowania terenów oddanych we władanie związkowi kombatantów:

28 sierpnia 1931 — Ogłoszenie dekretu królewskiego, mocą którego oddano Związkowi Kombatantów 18 000 ha gruntu do za-

gospodarowania i skolonizowania.

10 listopada 1931 — Rozpoczęcie karczowania lasów i zarośli na obszarze 6 280 ha.

18 grudnia 1932 — Poświęcenie Littorii i oddanie kolonistom 515 gospodarstw.

18 grudnia 1933 — Oddanie kolonistom dalszych 850 gospodarstw.

15 kwietnia 1934 — Poświęcenie Sabaudii.

19 grudnia 1934 — Oddanie kolonistom 700 gospodarstw.

18 grudnia 1935 — Poświęcenie Pontinii i oddanie 108 gospodarstw.

Rozbudowę, wzrost produkcji rolniczej i ludności osiadłej na terenach użytkowanych rolniczo, zilustruje jeszcze lepiej poniższe zestawienie.

R O K	1935	1934	1933	1932	1931
Obszar produkcyjny ha	10 000	21 000	33 000	36 000	40 000
Domów kolonistów szt.	480	1 250	1 770	2 080	2 240
Mieszkańcy — dusz	5 200	13 700	19 300	23 200	24 700
Bydło — sztuk	2 900	9 600	15 600	16 900	17 900
Zboże — q	2 714	31 700	71 400	110 300	91 800
Buraki cukrowe — q	0	200	8 400	13 000	71 900

Do zakresu działania Związku Kombatantów należy kolonizowanie terenów odwodnionych i opieka fachowa nad osadnikami. Działalnością swą ogarnął związek prawie cały teren Piscinarii i tam też wyłącznie krzewi osadnictwo. Inicjatywie prywatnej pozostawiono niewielkie obszary Piscinarii i wyżej położone grunty mineralne Pontiny. Na torfowych terenach Pontiny na razie nie zakłada się gospodarstw osadniczych. Osadników wybiera się z pośród byłych żołnierzy z północnych prowincji: Piemontu, Lombardii i Wenecji, a to przez wzgląd nie tylko na większą pracowitość mieszkańców północnych lecz i większą odporność na malarię, która mimo odwodnienia gruntów jeszcze nie zanikła.

Osadnikowi przydziela się działkę gruntu o powierzchni 10—20 ha z kompletnymi zabudowaniami i inwentarzem, nasiona na pierwszy rok produkcyjny oraz prawo korzystania z maszyn rolniczych, należących do kooperatywy. Obejście gospodarskie składa się z domu mieszkalnego murowanego, stodoły i obory dla 6 sztuk bydła. Gospodarkę rolną wykonuje osadnik pod nadzorem inspektora rolniczego, będąc zmuszony do uprawy i obsiewu według z góry narzuconego planu. Wymogi produkcyjne są też z góry ustalane, a opieszali i leniwi osadnicy, nie mogący się wykazać dobrymi wynikami są bezwzględnie usuwani z gospodarstw. Według informacji otrzymanych na miejscu, każdy z osadników zmuszony jest oddawać połowę wytworzonych produktów rolnych przez lat 15 na spłatę otrzymanego gospodarstwa; po latach 15-tu gospodarstwo staje się własnością osadnika. Rząd dbając, by sprowadzeni osadnicy



z obcych okolic, nie przyzwyczajeni do nowych warunków życia i metod gospodarzenia w razie niepowodzeń nie zniechęcali się i nie porzucali warsztatu pracy, zapewnia każdemu osadnikowi w razie niepomyślnych zbiorów subwencję roczną w kwocie 1500 lirów dla głowy rodziny i odpowiednio mniejszą dla dalszych członków. Wypadki porzucenia gospodarstwa przez osadnika i powrotu w strony rodzinne, według zapewnień miarodajnych czynników miejscowych, nie wydarzyły się. Władze włoskie przewidują, że w przyszłości ilość mieszkańców odwodnionych terenów dojdzie do 150 000.

Zmeliorowane i żyzne obszary Piscinary oddano pod uprawę pszenicy, buraków cukrowych, kukurudzy lub łąkową; popiera się uprawę warzyw i owoców ze względu na bliskość Rzymu i łatwość zbycia tych artykułów. Poza tym bada się w stacjach doświadczalnych możliwości uprawy konopi i lnu. Część niewytrzebionego lasu pozostawiono jako rezerwat i pomnik przyrody.

Kosztorys tego wielkiego przedsięwzięcia kulturalnego opiewał na kwotę 600 mil. lirów, jednak już w trakcie budowy okazało się, że suma ta będzie wydatnie przekroczona. Spadek waluty, wzrost cen robocizny i materiałów budowlanych po za innymi nieprzewidzianymi czynnikami wpłynęły na znaczne przekroczenie kwoty kosztorysowej. Zauważyć też należy, że prace melioracyjne na terenie Pontiny nie są jeszcze zakończone i długo jeszcze wymagać będą wielkich wkładów pieniężnych. Wedle podań, przypuszczalne wydatki związane z melioracją i zagospodarowaniem terenów przekroczą 1 miliard lirów.

Mimo, że grunty pozyskane przez meliorację dla kultury ornej przedstawiają wysoką wartość, a przez swą żyzność zapewniają obfite zbiory, to przecież całkowite przerzucenie ciężarów finansowych na właścicieli gruntów było niemożliwe. Obciążenie finansowe gospodarstw byłoby zbyt wielkie i gospodarka na roli nierentowna. Świadomy z góry tego stanu rzeczy rząd włoski zdecydował się na przejęcie części wydatków i ponoszenie kosztów melioracji w 87,5 procentach. Osadnicy natomiast mają opłacać podatek w kwocie 50 lirów rocznie od 1 ha gruntu przez lat 35.

Wycieczka Studentów Politechniki Lwowskiej udając się z Rzymu do Neapolu zatrzymała się po drodze przez dzień na obszarze zmeliorowanych bagien pontyńskich. Objazd terenu i nowo wzniesionych osiedli nastąpił z dworca kolejowego Littoria przy pomocy autobusów pod kierownictwem inspektora rolnego. Najpierw zawieziono uczestników wycieczki do nowo powstających miast Littorii, Sabaudii i Pontinii. (Ryc. 3, 4, 5, 6). Jak już wspomniano, nie są to w pełnym tego słowa znaczeniu miasta o licznych ulicach, placach i budynkach lecz skupienia kilkudziesięciu lub jak w Pontinii, kilkunastu zaledwie budynków, tworzących ramy przyszłego miasta. Budynki rządowe, miejskie, pocztowy, klubu partii faszystowskiej rozłożone są



Ryc. 6. Littoria

w każdym z tych miast w okół bardzo rozległego placu, tworzącego pewien rodzaj rynku. Budynki te wzniesione są naprawdę z przepychem i imponują wielkością, pięknym wyglądem architektonicznym i dekoracjami wewnątrz. Zadziwiają też obszerne, wprost ogromne, sale w budynkach rządowych, których ściany wszędzie ozdobiono malowidłami i rzeźbami. Na mieszkańcu północy wywiera wrażenie obfitość pięknego kararyjskiego marmuru w elementach konstrukcyjnych jak i zdobniczych, którego tam powszechnie się używa z powodu taniości. W każdym z tych miast zbudowano kościół, szkołę i szpital. Ku rozrywce służą kluby z czytelnią, kino i winiarnie. Miasta na razie nie są zadrzewione i brak zieleni i chłodzącego cienia przy nadmiarze oślepiającego blasku słonecznego robi na mieszkańcu północy przytłaczające wrażenie. W Sabaudii tylko, widoczne były zaczątki pięknie rozłożonego i rozległego parku z drzewami oczywiście jeszcze nikłymi i bardzo skąpymi trawnikami. Podczas przejazdu autobusem, wszędzie wzdłuż dróg widziało się pola zorane lub pokryte ścierniskiem, co świadczyło, że grunty nie leżą odłogiem lecz są w uprawie. Czwartego, budowanego osiedla Aprilii, wycieczka nie zwiedziła.

Jak z tego opisu widać, wycieczkę obwieszono wyłącznie po terenie Piscinary, a więc po terenie, który w rzeczywistości nigdy bagienny nie był, a podlegał tylko sporadycznym zalewom w okresie zimowym utrzymującym się przez pewien czas dla braku wolnego odpływu. Było to zatem typowe zawilgocenie gruntu mineralnego wodą powierzchniową zewnętrzną. Te grunty mineralne, nadzwyczaj urodzajne, bo obłożone naniesionymi z gór namulami, stosunkowo dość łatwo było odwodnić przez zastosowanie odpowiednich środków zapobiegawczych, jak budowę kanału czołowego, rozbudowę głównych odbiorników i zabudowę potoków górskich zbiornikami. Gospodarka rolna na gruncie mineralnym jest łatwa.

Inaczej przedstawia się problem odwodnienia terenów Pontiny o gruncie torfowym czyli właściwych bagien pontyńskich. Tu są do zwal-

czenia nadzwyczaj wielkie trudności. Brak spadów i grunt torfowy o wielkiej miąższości nawet po zakończeniu robót melioracyjnych przysporzą w przyszłości wiele kłopotów i zmuszą do robót dodatkowych mogących się ciągnąć latami. W gruncie torfowym o tak wielkiej miąższości należy liczyć się po odwodnieniu z wielkim osiadaniem się torfowiska, grobel, dna odbiorników i rowów przez co stosunki odpływu ulegną znacznemu pogorszeniu. Nieuniknione w tych warunkach spłynięcia szkarp spowodują wiele kłopotów i dodatkowych robót. Z powodu bardzo małych spadów i małej prędkości przepływu wody w kanałach i rowach należy się liczyć w tym klimacie z nadzwyczaj szybkim rozwojem roślinności wodnej, która jak wiemy z doświadczenia, wywołuje bardzo wielkie piętrze-

nie wody. Przy znikomych spadach terenu piętrzenie takie może być dla odwodnienia gruntu nader szkodliwe. Nieodczowna zatem będzie uporczywa i trwała walka z porostem wodnym.

Terenu Pontiny, tak bardzo ciekawego dla inżyniera melioracyjnego, niestety nie zwiedziliśmy z tej prostej przyczyny, że miejscowe władze opiekujące się nami nie uznały za stosowne nas tam zawieźć. Prawie dzień cały przeznaczono na oglądanie rzeczy podziwu godnych i efektownych ale dla inżyniera melioracyjnego mniej ciekawych lub całkiem prostych i jasnych. Dlatego trudno powiedzieć jak daleko postąpiły prace melioracyjne na terenie Pontiny. Ponieważ kolonistów na terenach torfowych jeszcze się nie osadza, przeto sądzić należy, że prac jeszcze nie ukończono.

#### LITERATURA.

1. Le irrigazioni in Italia. Ministero dei Lavori Pubblici. Servizio idrografico. Roma 1931.
2. De Prony: Description hydrographique et historique des Marais Pontins. Paris 1822.
3. Memorie storiche e tecniche sulla bonifica delle Paludi Pontine dell' Ingegnere Romolo Remiddi. Roma 1911.
4. Agro Pontino. Anno IX—XIV.
5. La bonifica e la trasformazione fondiaria dell' Agro Pontino. Opera Nazionale per i Combattenti.
6. Dr. Ing. Helmrich: Der Kampf mit den pontinischen Sümpfen. Kulturtechniker 1934.
7. Ing. Dr. E. Güntschl: Die Entwässerung der Pontinischen Sümpfe. Wasserwirtschaft u. Technik 1934.

INŻ. IWANICKI STANISŁAW — INŻ. PUCZYŃSKI KAZIMIERZ

## Zagadnienie gospodarki wodnej na Pierwszym Polskim Kongresie Inżynierów we Lwowie

Racjonalne rozwiązanie problemów, związanych z gospodarką wodną na terenie Państwa, należy do rzędu tych kapitalnych zagadnień, które wymagają konsekwentnego i planowego wysiłku, zmierzającego do ujarzżenia żywiołu, jakim jest woda, i zmuszenie go do pracy użytecznej dla dobra społecznego.

Jak wielkie korzyści gospodarcze, pośrednie czy bezpośrednie odnosi gospodarstwo narodowe przy odpowiednio uregulowanych stosunkach wodnych — świadczyć mogą najlepiej liczne przykłady państw, które zagadnienie to w mniejszej lub większej mierze mają rozwiązane.

Pomimo dużego stopnia wykorzystania tego źródła dobrobytu gospodarczego nadal w tych państwach wre praca, by stworzyć swym organizmom gospodarczym jak najlepsze podstawy rozwoju ekonomicznego.

Dość będzie w tym miejscu wspomnieć o wybudowanych niedawno kanałach w Holandii i Belgii (kanał Julianny i kanał Alberta), o budującym się kanale Hitlera i o olbrzymich śródlądowych drogach wodnych w Z. S. R. R. (kanał Białozierski, kanał Wołga—Moskwa), nie wyszczególniając powstałych nowych zapór i zakładów wodno-elektrycznych tak u naszych sąsiadów z zachodu, jak i wschodu.

Przed przystąpieniem do właściwego tematu należy wyjaśnić, że rozwiązanie zagadnień gospodarki wodnej na terenie Państwa polega na:

1. Regulacji i obwałowaniu rzek żeglownych i spławnych w celu:
  - a) wykorzystania ich jako dróg wodnych, najlepiej się nadających do przewozu towarów masowych,
  - b) uzyskania odpowiednich warunków dla zmeliorowania nadbrzeżnych terenów,
  - c) ochrony gruntów nadbrzeżnych przed niszczącym działaniem wód, szczególnie wielkich;
2. Regulacji i obwałowaniu rzek, nie nadających się już do spławu, czy żeglugi celem:
  - a) chronienia terenów nadbrzeżnych przed niszczącym działaniem wielkich wód,
  - b) uregulowania stosunków wodnych w podglebiu (melioracja) i podniesienia wydajności i wartości gleby,
  - c) polepszenia warunków zdrowotnych i sanitarnych, przylegających do cieków terenów, przez osuszenie bagien i stworzenie odpływów z terenu i osiedli ludzkich;
3. Regulacji i zabudowie potoków górskich (łącznie z zalesieniem stoków) celem:
  - a) zmniejszenia odpływów,
  - b) zatrzymania ruchu szutrowisk, przez wykonanie odpowiednich budowli i zmniejszenie spadku zwierciadła wody;

