

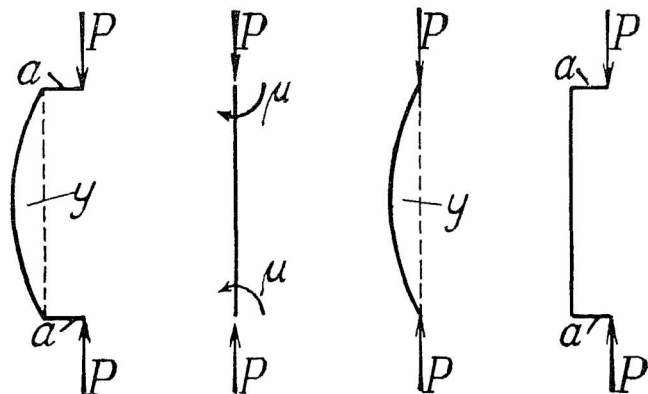
TREŚĆ: Prof. Inż. Dr. W. Wierzbicki: Stosunek wybożenia do ściskania mimośrodowego. — Prof. A. Kuryłło: Budowa żelbetowego mostu łukowego przez Tranebergssund w Sztokholmie. — Inż. W. M a m a k: Postęp zanieczyszczenia wód publicznych i prawna ochrona ich czystości. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki.

Prof. Inż. Dr. Witold Wierzbicki.

## Stosunek wybożenia do ściskania mimośrodowego.

Zginanie prostego pręta sprężystego siłami podłużnymi, krócej, zginanie podłużne ( $ZP$ ), może mieć miejsce w dwóch przypadkach następujących:

A) Do pręta prostego zaczepione są z pewnym stałym mimośrodem  $a$  (rys. 1) dwie siły  $P$  równoległe do jego osi nieodkształconej. Działanie sił zaczepionych mimośrodowo dałoby się tu zastąpić przez działanie zaczepionych do końców pręta momentów  $Pa$ , wywołujących t. zw. czyste zginanie pręta, oraz przez działanie zaczepionych do środków końcowych przekrojów poprzecznych sił  $P$ , powodujących zwykłe ściskanie. Mamy tu do czynienia z przypadkiem ściskania mimośrodowego w sensie ogólnym ( $SM$ ).



Rys. 1-4.

B) Do końców pręta prostego zaczepione są dwie siły  $P$  w sposób ściśle osiowy oraz dwa momenty  $\mu$ , zwrócone ku sobie (rys. 2). Momenty  $\mu$  działają tu tylko chwilowo, a po wywołaniu zakrzywienia pręta znikają. O ile wartość sił podłużnych  $P$  nie przekracza pewnej wartości  $P_k$  (t. zw. siły krytycznej lub siły Euler'a), wówczas po usunięciu momentów  $\mu$  pręt wraca do swego kształtu prostoliniowego; gdy jednak wartość sił  $P$  przekracza wartość  $P_k$ , wówczas i po usunięciu momentów  $\mu$  pręt zachowuje kształt krzywoliniowy (rys. 3). Wielkość momentów  $\mu$  nie ma żadnego wpływu na przebieg zjawiska, zaś siłę krytyczną  $P_k$  wyznaczamy tu, jako granicę, do której dąży siła  $P > P_k$ , gdy wygięcie pręta zmierza do zera, czyli gdy pręt dąży do kształtu prostoliniowego. Omówione zjawisko będziemy nazywali wybożeniem w sensie matematycznym ( $W_m$ ), gdyż o ile pręt znajduje się w pewnej przestrzeni abstrakcyjnej (matematycznej), w której nie działa siła ciężkości, w której niema zmian atmosferycznych i t. d., i o ile momenty  $\mu$  nie zostały do niego zaczepione, to nie może być mowy o jakimkolwiek jego wygięciu (wybożeniu) nawet przy  $P > P_k$ .

Po dokonaniu się wybożenia moment zginający w dowolnym przekroju pręta wyrazi się wzorem:

$$M = Py, \dots \dots \dots (1)$$

skąd: 
$$P_k = \lim \left( \frac{M}{y} \right)_{y \rightarrow 0} \dots \dots \dots (2)$$

W przypadku ściskania mimośrodowego ( $SM$ ) omówionym pod A) moment zginający w poszczególnych przekrojach pręta wyrazi się wzorem:

$$M = P(a + y), \dots \dots \dots (3)$$

zaś równanie różniczkowe odkształconej wzorem:

$$\frac{EI}{\rho} = M, \dots \dots \dots (4)$$

gdzie  $\rho$  oznacza zmienny promień krzywizny osi pręta, zaś  $EI$  iloczyn współczynnika sprężystości przez moment bezwładności jego przekroju poprzecznego.

Obliczenie naprężeń normalnych w pręcie ściskającym odbywa się według wzoru:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{W}, \dots \dots \dots (5)$$

gdzie  $A$  i  $W$  oznaczają odpowiednio pole przekroju poprzecznego i pręta i jego wskaźnik wytrzymałości. Ponieważ ostatecznym celem obliczenia statycznego pręta ściskanego mimośrodowo (względnie słupa) jest wyznaczenie w nim tych właśnie naprężeń, zcałkowanie równania (4) staje się dla ścisłego obliczenia pręta rzeczą konieczną<sup>1)</sup>.

Aczkolwiek zastąpienie równania (4) przez równanie:  $E I y'' = M \dots \dots \dots (6)$

daje w wielu wypadkach wyniki zadowalające, to jednak zrozumiałą jest dążność do uproszczenia dla poszczególnych przypadków praktyki budowlanej wyrażenia (3) dla momentu zginającego.

Narzuca się tu samo przez się uproszczenie wyrażenia (3) przez pominięcie w niem bądź wielkości  $a$ , bądź też wielkości  $y$ . W związku z tem rozpatrzmy tu przypadki następujące:

a) o ile niema powodu oczekiwać dużych ugięć  $y$  pręta (słupa), jak to ma miejsce w słupach betonowych lub żelbetonowych, wówczas przyjmijmy we wzorze (3)  $y = 0$ , co doprowadza nas do stałego momentu zginającego dla całego słupa:  $M = Pa \dots \dots \dots (7)$

Dochodzimy w ten sposób do uproszczonego schematu statycznego (rys. 4), który jest ściskaniem mimośrodowym przy stałym ramieniu siły podłużnej ( $SM_s$ ). Mamy tu właściwie do czynienia ze schematem nierealnym, gdyż w rzeczywistości nie może być mowy o słupie, odpowiadającym rys. 1 lub 4, któryby mógł się wyginać. Z uproszczenia możemy więc korzystać tylko w określonych granicach. Uproszczonego schematu statycznego ściskania mimośrodowego doprowadza w dalszej konsekwencji do pojęcia rdzenia przekroju oraz pojęć pokrewnych.

Ściskanie mimośrodowe przy stałym ramieniu siły podłużnej ( $SM_s$ ) możnaby również nazywać ściskaniem mimośrodowym w granicach stosowalności zasady superpozycji, używając dla ściskania mimośrodowego w sensie ogólnym ( $SM$ ) nazwę ściskania mimośrodowego poza granicami stosowalności zasady superpozycji<sup>2)</sup>.

b) O ile mimośród  $a$  jest wielkością małą w porównaniu do wymiarów pręta, w szczególności zaś o ile jest on wielkością małą a nieznaną, wówczas przyjąć możemy, iż we wzorze (3)  $a = 0$ , co doprowadza nas do tego samego wyrażenia (1) dla momentu zginającego, co przy wybożeniu w sensie matematycznym ( $W_m$ ).

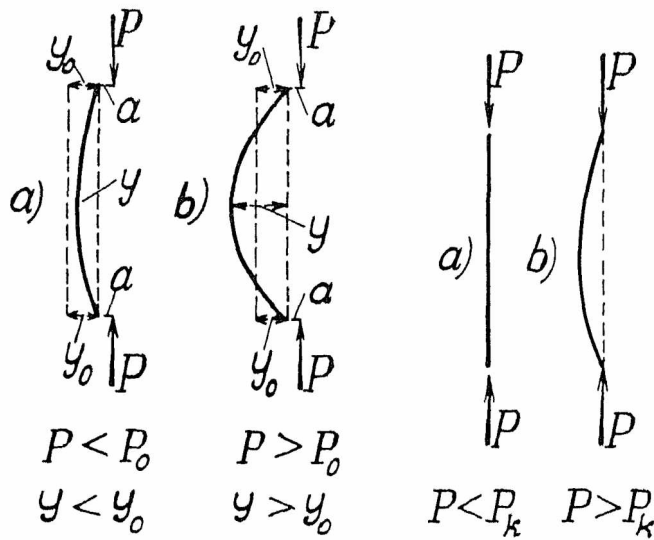
Aby bliżej scharakteryzować otrzymany w ten sposób schemat statyczny, zauważmy przede wszystkim,

<sup>1)</sup> Vid. W. Wierzbicki: „Kilka uwag w obronie wzoru prof. F. Jasińskiego na ściskanie mimośrodowe“, *Przegląd Techniczny*, 1933.

<sup>2)</sup> Vid. W. Wierzbicki: „Mechanika Budowli“, 1929, str. 183 i str. 188.

że zjawisko ściskania mimośrodowego przy małych mimośrodkach ma przebieg następujący:

Jeżeli siła  $P$  ma wartość mniejszą od pewnej wartości  $P_0$ , wówczas pręt będzie doznawał małych tylko ugięć  $y$ , zawartych w wązkich granicach od 0 do  $y_0$  (rys. 5 a). Jeżeli natomiast siła  $P$  przekroczy wartość  $P_0$ , wówczas ugięcia  $y$  przekroczą granicę  $y_0$  i będą szybko wzrastały w miarę zwiększania się  $P$  (rys. 5 b)<sup>3)</sup>.



Rys. 5

Rys. 6.

Jeżeli w dalszym ciągu przyjmiemy za  $y_0$  najmniejsze ugięcie, jakie może być w danych warunkach dostrzeżone, względnie zmierzone, wówczas biorąc rzecz z punktu widzenia geometrycznego, możemy przy  $P < P_0$  praktycznie uważać pręt ściskany mimośrodkowo za prosty, licząc się z jego wygięciem dopiero przy  $P_0 > P_0$ .

Postępując w ten sposób i przyjmując  $a=0$ , dochodzimy do schematu, polegającego na tym, iż pręt do pewnej wartości siły podłużnej pozostaje prostym (rys. 6 a), a po przekroczeniu tej wartości nagle ulega wygięciu (rys. 6 b). Schemat ten będziemy nazywali wybozczeniem w sensie fizycznym ( $Wf$ )<sup>4)</sup>.

Stwierdzić należy, że schemat, o którym mowa, podobnie jak schemat pod a) nie jest właściwie realny, nie może bowiem istnieć taki pręt ściskany mimośrodkowo, któryby pozostawał prostym przy jakiegokolwiek różnej od zera wartości siły podłużnej. Schemat ten jednak w wysokim stopniu upraszcza obliczenia, nie powodując znaczniejszych błędów.

Schemat posiada większość cech wspólnych ze schematem wybozczenia w sensie matematycznym ( $Wm$ ), różni się zaś od niego przede wszystkim tem, iż podczas gdy w schemacie  $Wm$  po przekroczeniu przez siłę podłużną wartości krytycznej  $P_k$  pręt pozostaje prostym dotąd, dopóki przyczyna zakrzywiająca ( $\mu$ ) nie spowoduje jego zakrzywienia, w schemacie  $Wf$  przy  $P > P_0$  wygięcie nastąpi bez żadnej nowej przyczyny zewnętrznej, gdyż przyczyna jego ma tu stale miejsce w postaci pominiętego, nie dającego się jednak w rzeczywistości usunąć mimośrodu  $a$ . Przeciwwstawiając poniekąd wybozczenie w sensie matematycznym ( $Wm$ ) wybozczeniu w sensie fizycznym ( $Wf$ ), chcemy tu podkreślić okoliczność, iż przyczyna zakrzywiająca ( $\mu$ ) w prętach konstrukcyj budowlanych lub w innych prętach ze świata fizycznego tkwi już w samych tych prętach w postaci nieuniknionego mimośrodu sił podłużnych.

Wobec tego, że schemat wybozczenia w sensie fizycznym ( $Wf$ ) powstał przez pominięcie mimośrodu  $a$ , każdorazowe wyznaczenie siły  $P_0$  byłoby tu niekonse-

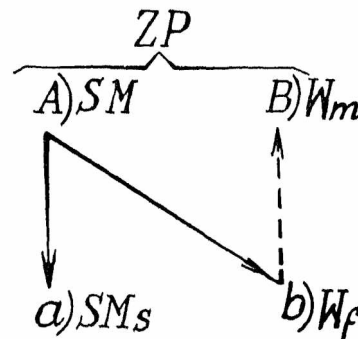
kwencją lub zgoła niemożliwością. Wyciągając natomiast właściwy wniosek ze zgodności z jednej strony uproszczonego równania momentów przy wybozczeniu w sensie fizycznym  $a$ , z drugiej strony równania momentów przy wybozczeniu w sensie matematycznym, przyjmujemy, iż:

$$P_0 = P_k.$$

W ten sposób sprowadzamy obliczenie pręta na wybozczenie w sensie fizycznym do obliczenia go na wybozczenie w sensie matematycznym.

Kwestja, jak wielki mimośród  $a$  można pominąć i jakie ugięcia pręta można uważać za małe, ma charakter względny i zależy zarówno od warunków zadania, jak i od wymaganej dokładności obliczenia. Jest to właściwie kwestja, kiedy należy pręt obliczać na ściskanie mimośrodkowe ( $SM$ ), a kiedy na wybozczenie. Odnosne przepisy budowlane byłyby tu wielce pożądane, nie są jednak jeszcze naogół ustalone. Pewne światło rzuca na sprawę utarta reguła, według której pręty żelazne kratownic można obliczać, jako ściskane osiowo, pomimo że, jak wiadomo, pręty te jednocześnie podlegają w rzeczywistości i zginaniu.

Gdy chodzi nam o doświadczalne wyznaczenie siły krytycznej, wówczas mamy do czynienia z wybozczeniem



Rys. 7.

w sensie fizycznym, zaś otrzymana w wyniku doświadczenia siła krytyczna jest właściwie jedną z sił  $P_0$ , która będzie tem bliższą  $P_k$ , im dokładniejszą jest aparatura doświadczenia.

Omówione wyżej zależności między poszczególnymi przypadkami zginania pręta siłami podłużnymi (zginania podłużnego) można ująć w schemat przedstawiony na rys. 7.

Schemat ten ma symbolicznie wyrażać, że zarówno ściskanie mimośrodkowe przy stałym ramieniu siły podłużnej ( $SMs$ ), jak i wybozczenie w sensie fizycznym ( $Wf$ ), wywodzą się ze ściskania mimośrodkowego w sensie ogólnym ( $SM$ ) oraz, że obliczenia statyczne, związane z wybozczeniem w sensie fizycznym, zastępujemy przez obliczenia oparte na równaniach wybozczenia w sensie matematycznym.

Jak zostało zaznaczone wyżej, ani ściskanie mimośrodkowe, przy stałym ramieniu siły podłużnej, ani też wybozczenie w sensie fizycznym nie są realnymi schematami statycznymi, nie są więc, inaczej mówiąc, odrębnymi zjawiskami fizycznymi; pojęcia te stanowią, natomiast, pewnego rodzaju skróty myślowe, uzasadniające stosowanie uproszczonych sposobów obliczenia.

Wybozczenie w sensie matematycznym, omówione wyżej pod B) wprowadzić również nie może być uważane za konkretne zjawisko fizyczne, gdyż w normalnych warunkach otoczenia nie jest do pomyślenia, aby pręt ściskany mógł pozostawać prostym niezależnie od wielkości siły podłużnej, jednak zjawisko takie byłoby możliwe w pewnych hipotetycznych warunkach otoczenia.

Wszystkie powyższe rozważania niniejszego artykułu dotyczyły prętów sprężystych. Przechodząc do prętów niesprężystych, względnie takich, w których przy sile podłużnej, równej sile krytycznej, następuje przekroczenie granicy sprężystości, należy zauważyć:

1. że w stosunku do ściskania mimośrodkowego przy stałym ramieniu siły podłużnej ( $SMs$ ) i do wybozczenia w sensie fizycznym ( $Wf$ ) wszystko powiedziane wyżej zachowuje swą moc i dla prętów niesprężystych;

2. że wybozczenie w sensie matematycznym ( $Wm$ ) w zastosowaniu do prętów niesprężystych nie jest do pomyślenia, jeżeli chodzi o zjawisko, omówione pod B). Możemy tu mieć do czynienia tylko z wybozczeniem w sensie fizycznym ( $Wf$ ), zaś siła krytyczna może tu

<sup>3)</sup> Vid. W. Wierzbicki: „O powstawaniu zjawiska wybozczenia“, *Przegląd Techniczny*, 1932.

<sup>4)</sup> Vid. W. Wierzbicki: „Modele zjawiska wybozczenia“, *Czasopismo Techniczne*, 1933.

być znaleziona tylko bądź drogą doświadczalną, jako  $P_k = \max P_1$ , bądź też ze wzoru:

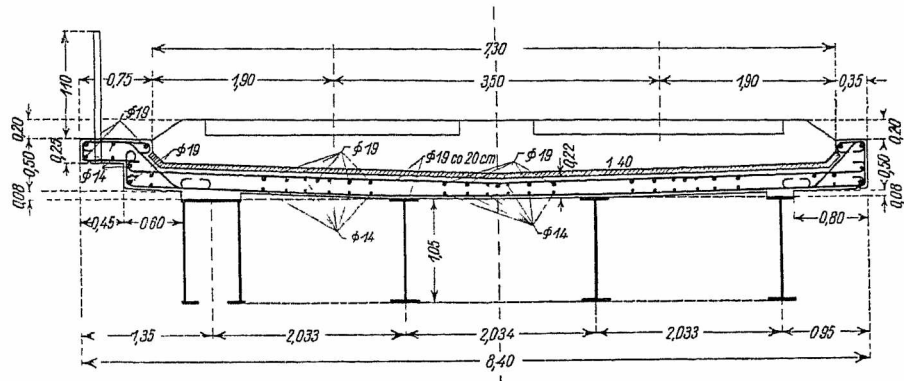
$$P_k = \lim_{a \rightarrow 0} P_0 \dots (9)$$

t. zn. jako granica, do której dąży siła  $P_0$  przy ścisłaniu mimośrodowym w sensie ogólnym i przy mimośrodku  $a$ , dążącym do zera.

Prof. A. Kuryłło.

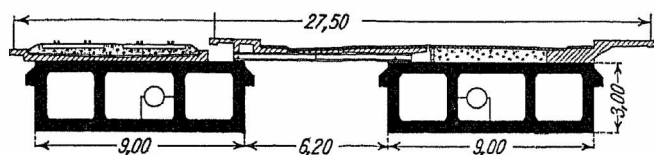
### Budowa żelbetowego mostu łukowego przez Tranebergssund w Sztokholmie.

Nowoczesne mosty żelbetowe o wielkich rozpiętościach, — o ile nie mają wykształconych głównych to mosty: na Sekwanie w Saint-Pierre-du-Vauvray i na rzece l'Elorn w Plougastel<sup>1)</sup>. Ustrój mostu pierw-

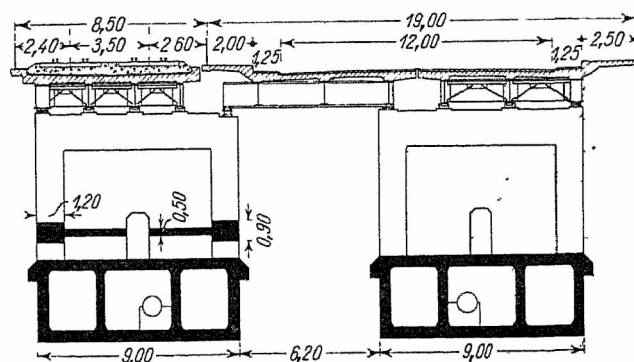


Rys. 1. Normalny przekrój pomostu.

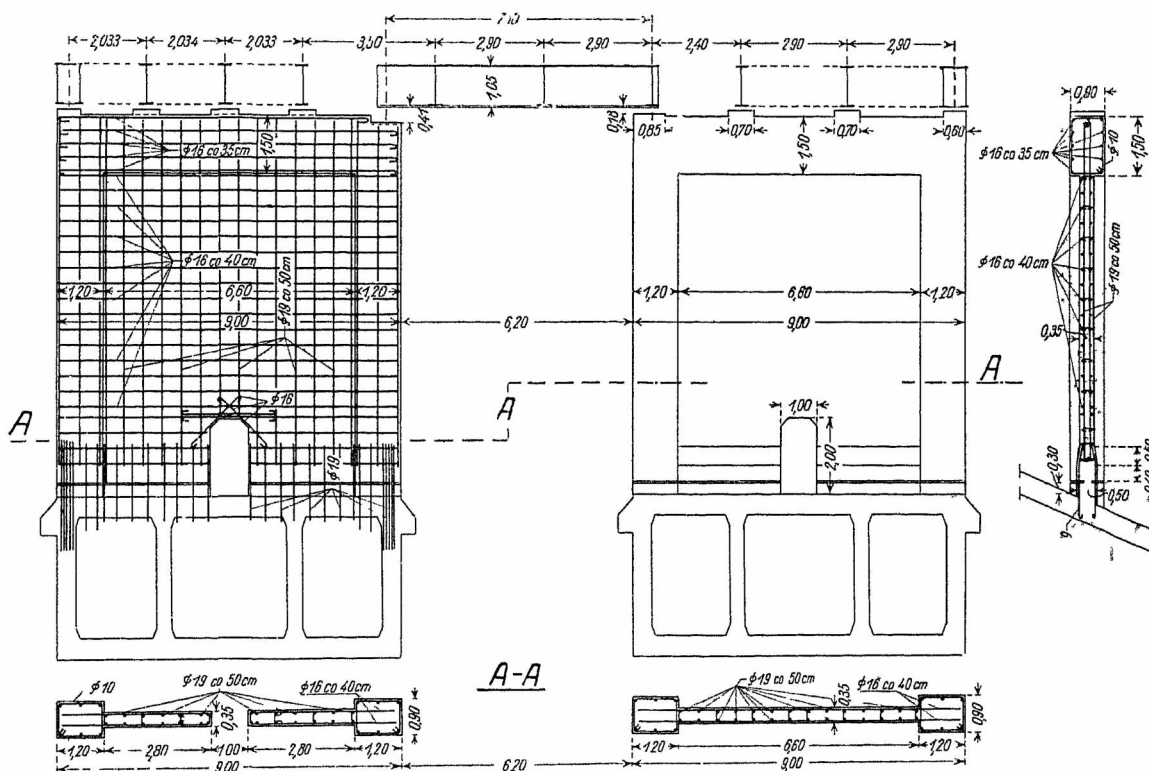
belek niosących w postaci kratownic (Lossier), — konstruowane są w ten sposób, że głównym ustrojem niosącym są łuki wydrążone, co, przy zachowaniu należytej sztywności, zmniejsza wydatnie ciężar własny. Wybitne konstrukcje mostowe o łukach wydrążonych wykonane zostały według projektów genialnego konstruktora francuskiego Freyssinet'a. Są



Rys. 2. Przekrój łuku w kluczu.



Rys. 3. Przekrój łuku w 1/4.



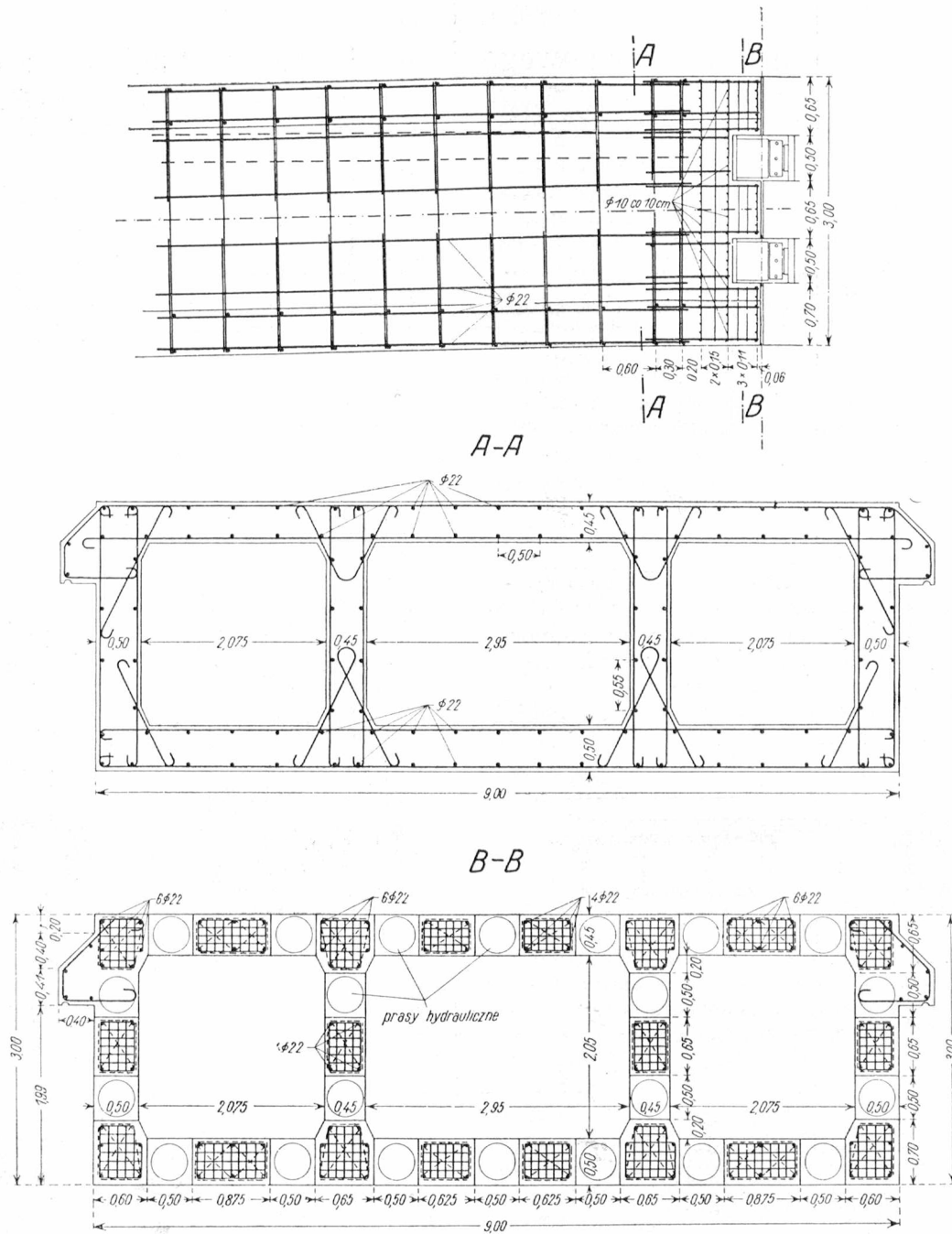
Rys. 4. Ustrój jednego z filarów ściennych.

<sup>1)</sup> Por. autora: „Żelbetnictwo“, cz. II, str. 209 i 225.

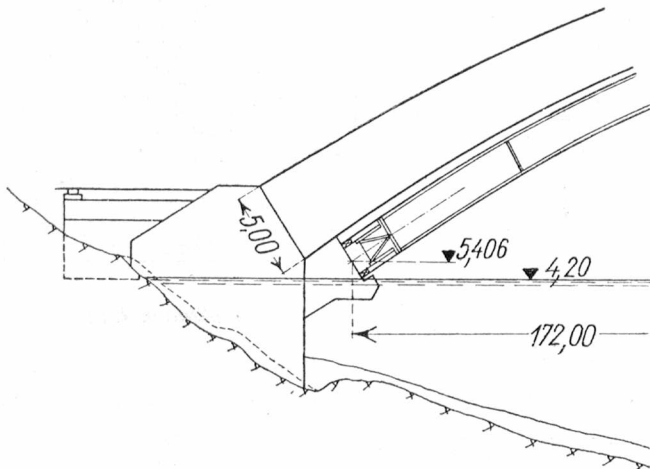
szego składa się z dwóch łuków wydrążonych o rozpiętości 131,80 m, na których zawieszony jest pomost \*

jezdni; jest to więc most jednoprzęsłowy. Most w Plougastel posiada trzy przęsła łukowe o rozpiętościach osiowych po 186,40 m. Kratowe belki pomostowe spo-

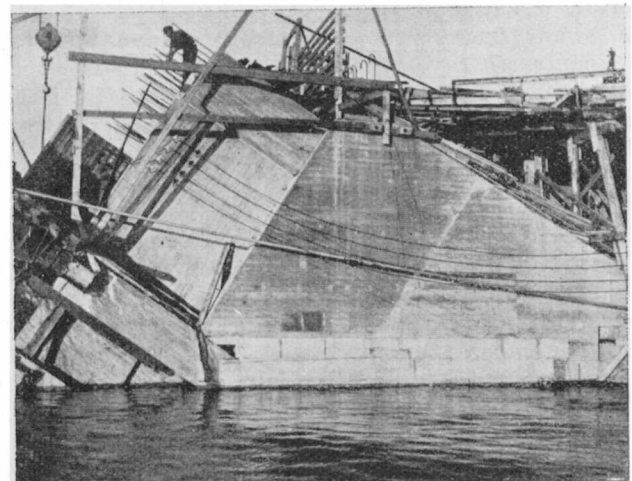
czywają na łukach za pośrednictwem ścian żelbetowych. Rozpiętości teoretyczne łuków wynoszą 180 m, rozpiętości w świetle 172,60 m. Wszystkie przęsła wykonano



Rys. 5. Szczegół klucza łuku z przekrojami.

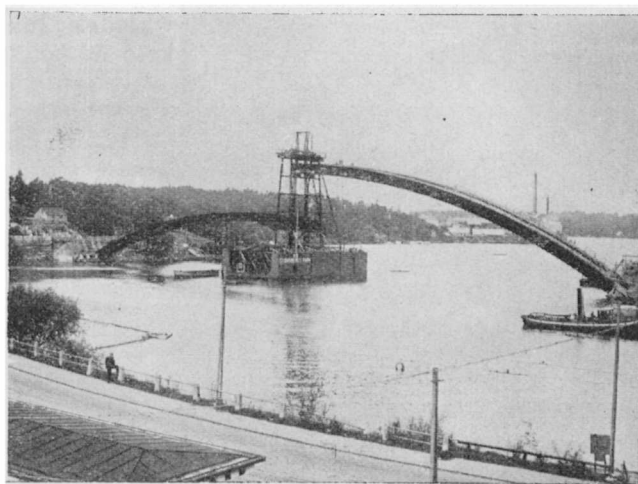


Rys. 6. Oparcie węzłowa rusztowania łuku.



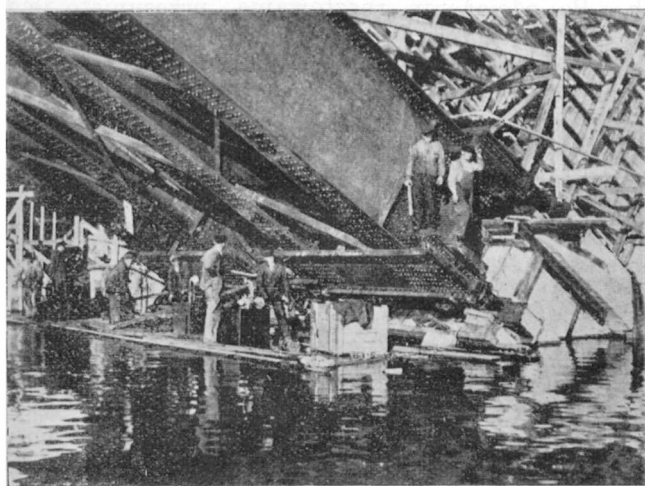
Ryc. 7. Węzłowie łuku.

przy pomocy jedyne go rusztowania łukowego, skonstruowanego z drzewa jodłowego, o rozpiętości około 170 m. Rusztowanie, w postaci drewnianego łuku kratowego ze ścięganiami, użyte było kolejno dla poszczególnych przęseł, a przewożenie rusztowania uskuteczniło na promach żelbetowych.



Ryc. 8. Zestawianie łuków stalowych rusztowania.

Nieco większą rozpiętość od łuków mostu w Plougastel posiada przęsło łukowe, będącego obecnie w budowie, mostu przez Tranebergssund w Sztokholmie. Most ten zastąpić ma dotychczasowy most pontonowy o długości 187 m, a służyć będzie jako most drogowy i most kolejowy dla ruchu podmiejskiego.



Ryc. 9. Nasada łuków stalowych rusztowania.

Nowy most, wznoszony w odległości około 120 m od dotychczasowego mostu pontonowego, składać się będzie z jednego przęsła łukowego o teoretycznej rozpiętości 181 m i obustronnych wiaduktów belkowych o rozpiętościach 13-metrowych. Całkowita długość mostu między przyczółkami końcowymi wyniesie 580 m. Przęsło łukowe dozwoli na wytworzenie profilu przepływu dla żeglugi na średniej wodzie o wysokości 26 m, a szerokości 45 m.

Szerokość mostu wynosi 27,5 m, w czym 19 m przypada na jezdnię drogową łącznie z chodnikami i torami dla cyklistów, a 8,5 m na dwutorową podmiejską linię kolejową (rys. 1 i 3).

Obustronny spadek podłużny od klucza wynosi 1:30. Wiadukty boczne założone będą częściowo w łukach o promieniu 300 m.

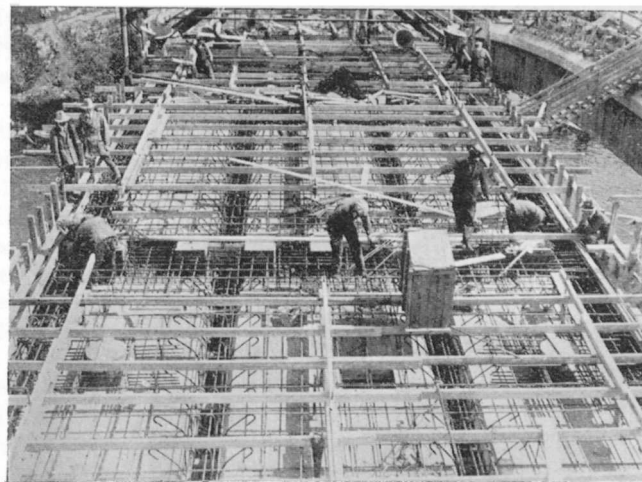
Przęsło główne wytworzono z dwóch wydrążonych łuków bliźniaczych, biegnących w odstępach 6,2 m

w świetle, a posiadających w świetle rozpiętość 178,40 m. Strzałka łuku  $f=26,2$  m. Każdy z łuków ma szerokość 9 m (rys. 2, 3). Wysokości przekrojów wynoszą: w kluczu 3 m, w węzłach 5 m. Grubości ścian komór łuków zmieniają się od 40 do 60 cm. W wydrążeniach łuków mieścić się będą przewody elektryczne, rury wodociągowe i gazowe. Przyczółki łuków spoczywają na skale (rys. 6).



Ryc. 10. Widok ogólny w okresie układania wkładek łuku.

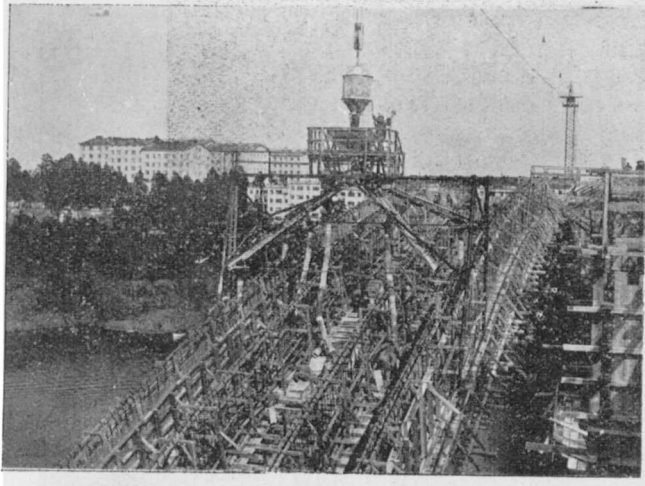
Pomost, wytworzony z płyty na belkowaniu stalowym (rys. 1), spoczywa na łukach za pośrednictwem filarów ściennych (rys. 4), rozmieszczonych w odstępach 13-metrowych. Pomost wiaduktów skrajnych ma ustrój podobny.



Ryc. 11. Fragment układania wkładek łuku.

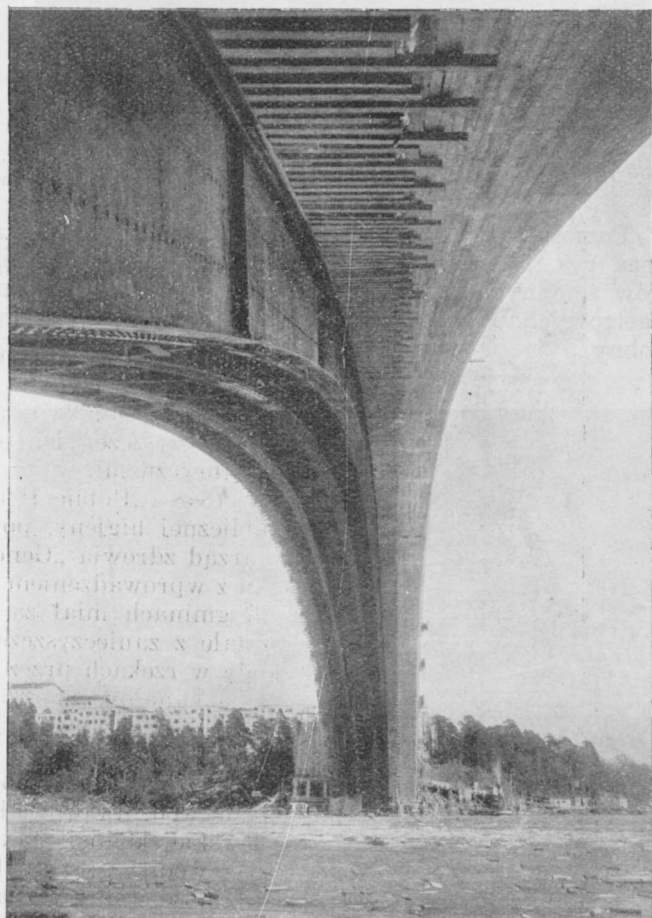
Łuki wykonywa się z betonu lanego w deskowaniu, opartem na rusztowaniu stalowym w postaci blachownic łukowych. Po wykonaniu jednego łuku, rusztowanie przesunięto w kierunku prostopadłym do osi mostu na miejsce, przypadające na łuk drugi (rys. 13);

rusztowanie łukowe użyte więc było dwukrotnie. Łuki rusztowania składają się z czterech nitowanych blachownic o wysokości 2,40 m, opartych na wspornikach betonowych wystających z przyczółków poniżej wezwłowa łuku żelbetowego (rys. 6). Łuki rusztowania, wykształcone jako utwierdzone, mają teoretyczną rozpiętość  $l=172$  m. W kierunku poprzecznym usztywnione są poprzeczkami i krzyżulcami z kątówek.



Ryc. 12. Urządzenie do betonu lanego.

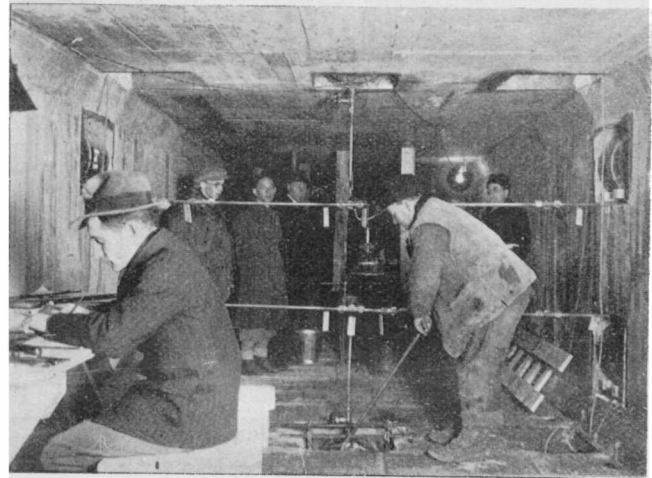
Łuki rusztowania wykonano, jako dzielone na połowę rozpiętości, w pobliżu placu budowy, a następnie przyholowano na miejsce przeznaczenia. W celu zestawienia łuków rusztowania, ustawiono w połowie przęsła



Ryc. 13. Spód łuku w okresie przesuwania rusztowania stalowego.

głównego mostu filar żelazny na dwóch dokach pływających (rys. 8). Po znitowaniu łuków w kluczu, ustawiono je na przyczółkach przy pomocy pras hydraulicznych (rys. 9).

Wykonanie żelbetowego łuku południowego ukończono w grudniu 1932. Betonowano odcinkami w dwóch fazach: najpierw wybetonowano płytę dolną i ściany zewnętrzne komór, a następnie ściany środkowe i płytę górną. Odcinki betonowane miały długości 7,2 i 8,5 m, a zamykające fugi skurczowe 1,2 m. Fugi skurczowe zostały wybetonowane dopiero po upływie 8 dni od zabetonowania ostatniego odcinka. Ciężar wkładek łuku, przypadający na 1 m<sup>3</sup> betonu, wynosi około 60 kg.



Ryc. 14. Prasy hydrauliczne w kluczu.

Zdjęcie łuku rusztowania nastąpiło w ten sposób, że częściowo podniesiono łuk żelbetowy w kluczu przy pomocy szeregu pras hydraulicznych (rys. 5 i ryc. 14), a częściowo opuszczono łuk rusztowania w wezwłowiach. Po odciążeniu rusztowania, przesunięto je na wałkach również przy pomocy pras hydraulicznych na miejsce wykonania łuku drugiego. Ciężar rusztowania i deskowania łuku wynosi około 1200 t.

Po przesunięciu rusztowania uregulowano napięcia w wykonanym łuku żelbetowym przy pomocy pras hydraulicznych w kluczu, oczywiście z uwzględnieniem ciężaru przyszłej nadbudowy.

Beton dowożony jest w stanie gotowym na plac budowy w stosownych zbiornikach, wbudowanych w samochód. Tak beton (rys. 12), jak i wkładki, deskowanie i inne materiały przewozi się z brzegu zapomocą kolejki linowej nad wodą. Deskowanie dla łuków wykonywano osobno jako większe elementy (skrzynie etc.), których użyto wielokrotnie dla obu łuków.

Projekt mostu opracowano w biurze mostowym zarządu portowego pod kierunkiem Majora E. Nilsson'a, pod którego kierownictwem przeprowadza się również wykonanie we własnym zarządzie władz portowych. Projekt rusztowania stalowego opracował prof. K. Ljungberg.

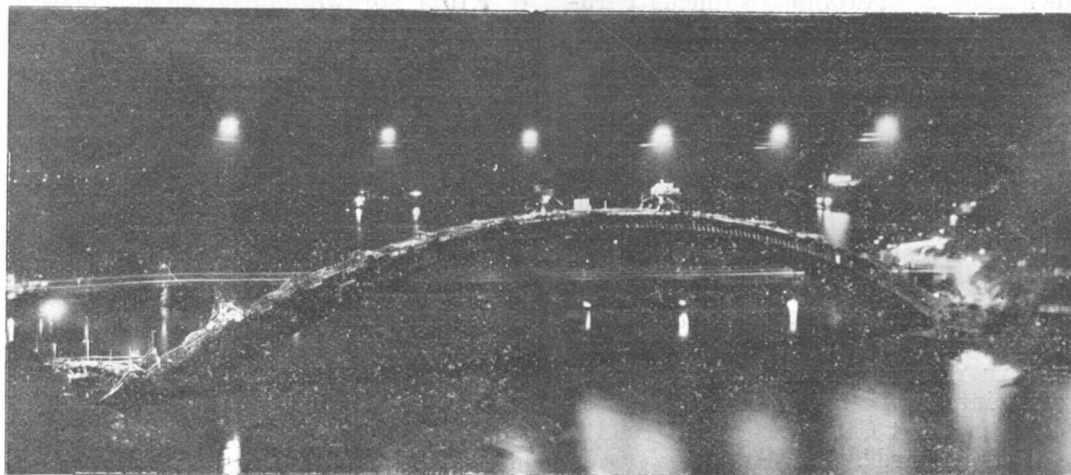
Podstawę obliczenia statycznego mostu stanowiło: a) dla jezdni drogowej obciążenie, złożone z czterech szeregów samochodów ciężarowych, o najw. ciężarze osi 11 t i obciążenie jednostajne w wysokości 1 t/m<sup>b</sup>, dla chodników obciążenie 400 kg/m<sup>2</sup>; b) dla trasy kolejki podmiejskiej na każdym torze obciążenie, złożone z jednego wozu motorowego o wadze 68 t i trzech wozów doczepionych o wadze każdego po 40 t. Uwzględniono nadto dla obciążenia ruchomego współczynnik dynamiczny.

Do wytwarzania betonu stosuje się szwedzki cement portlandzki pierwszorzędnej jakości. Dla łuków określono stosunek mieszanki ilością 365 do 450 kg cementu na 1 m<sup>3</sup> betonu. Wytrzymałość kostkowa takiej mieszanki, po 28 dniach tężenia, wynosiła minimalnie 400 kg/cm<sup>2</sup>. W pozostałych częściach konstrukcji mostowej stosuje się mieszaninę, o ilości 240 do 350 kg cementu na 1 m<sup>3</sup> betonu.

Największe nateżenie betonu na ciśnienie w łukach wynosi normalnie  $100 \text{ kg/cm}^2$ , a wyjątkowo  $110 \text{ kg/cm}^2$ . Na wkładki użyto stali *St 50*, na belki mostowe *St 44*, a na łuki blaszane rusztowania *St 52*.

Otwarcie ruchu przez most przewidywane jest w lecie 1934 r.

Wszystkie rysunki, zdjęcia fotograficzne i wyjaśnienia, odnośnie do konstrukcji i wykonania mostu



Ryc. 15. Fragment wykonania łuku przy sztucznym oświetleniu. W głębi dotychczasowy most pływający (pontonowy).

Cała konstrukcja mostowa wymagać będzie  $22000 \text{ m}^3$  betonu,  $1400 \text{ t}$  żelaza na wkładki,  $1300 \text{ t}$  na belki i  $60000 \text{ m}^2$  deskowania.

Całkowity koszt mostu wyniesie  $5300000$  koron szwedzkich czyli około  $8000000$  zł.

przez Tranebergssund, zawdzięcza autor niniejszej notatki uprzejmości kierownika budowy Majora E. Nilsson'a, którego obszerny referat w tej sprawie ukaże się w jednym z tegorocznych numerów czasopisma *Beton u. Eisen*.

**Inż. Wiktor Mamak**

St. asystent I. Katedry Bud. Wodn. Politechniki Lwowskiej.

## Postęp zanieczyszczania wód publicznych i prawna ochrona ich czystości.

Coraz to większe zanieczyszczanie wód biejących ściekami przemysłowymi doprowadziło je w więcej przemysłowych okolicach do stanu nieznośnego.

Do początku 19-go wieku sprawą zanieczyszczenia rzek nie zajmowano się wogóle, albo bardzo mało. Dopiero szybki rozwój miast i towarzyszące mu zanieczyszczenie ich odpadkami, pochodzącymi z gospodarstw domowych, zwróciło uwagę na konieczność odprowadzania nieczystości do wód publicznych. Odtąd rozpoczyna się na wielką skalę zanieczyszczenie wód publicznych, równoległe ze wzrostem miast i uprzemysłowieniem kraju.

Z chwilą wynalezienia i ulepszenia maszyny parowej powstają olbrzymie fabryki papieru, fabryki tekstylne i t. p. Wszystkie te placówki przemysłu zakłada się w pobliżu rzek, bądź to ze względu na duże zapotrzebowanie wody, bądź też ze względu na łatwość odprowadzenia wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń i odpadków do rzek.

Równocześnie w drugiej połowie XIX w. rozwija się przemysł naftowy, który w ostatnich dziesiątkach lat szybko dochodzi do znacznego wzrostu, dzięki zastosowaniu głębokich wierceń systemem kanadyjskim. Jakkolwiek ropę naftową spotykano w Małopolsce już w dawnych czasach (najpierw w okolicy Drohobycza, Peczenizyna, Truskawca i Mraźnicy) przeważnie na powierzchni wody, łąk bagnistych i potoków, na ich brzegach, przy kopaniu studziń i t. p., to jednak jej wielka wartość nie była znana aż do połowy 19-go wieku, kiedy to dopiero przypada Małopolsce, wraz z pionierem przemysłu naftowego Łukasiewiczem na czele, pierwszeństwo destylacji ropy i jej zastosowania na kilka lat przed Ameryką. Coraz szybciej wzmaga się wydobywanie ropy; powstają liczne destylarnie, początkowo małe, później coraz to większe rafinerie produktów ropy, które zanieczyszczają wody ropą i jej odpadkami destylacyjnymi, wyrządzając rolnictwu ogromne szkody.

Kroniki tych czasów notują wprost potworne rozmiary zanieczyszczeń, a małe rzeki tworzą gęstą i cuchnącą masę. Przedewszystkiem ucierpiał stan zarybienia, który zanika w miarę wzrostu zanieczyszczenia.

Fatalne skutki nadmiernego zanieczyszczenia rzek wystąpiły najwcześniej w gęsto zaludnionych dolinach rzek Anglii, a zwłaszcza tam, gdzie pobierano wodę do użytku wprost z rzeki.

Na skutek skarg ludności na niezdrowe stosunki, pierwszy rząd angielski przystępuje do rozwiązania tej kwestji, przez wydanie szeregu ustaw i rozporządzeń, mających na celu ochronę wód od zanieczyszczeń ich ściekami zarówno miejskimi, jak i fabrycznymi.

Pierwsze rozporządzenie z r. 1848 („Public Health Act“) wydane dla popierania publicznej higieny, powstało w r. 1854 do życia naczelny urząd zdrowia „General Board of Health“, który w związku z wprowadzeniem kanalizacji w miastach i większych gminach miał za zadanie usunąć niedogodności powstałe z zanieczyszczenia wielkiej ilości wód. Powstałe szkody w rzekach przez doprowadzenie zanieczyszczonych wód kanałowych spowodowały w r. 1858 i 1861 czasowy zakaz wpuszczania i odprowadzenia odchodów ludzkich i innych gnijących odpadków do wód bez zezwolenia zainteresowanych osób, mających prawo użytkowania tych wód. Doprowadziło to w r. 1865 do utworzenia królewskiej komisji badawczej, zastąpionej w r. 1868 komisją wodną „Rivers Pollution Commission“, których działalność i sprawozdania dały podstawy do ogólnego uregulowania spraw sanitarnych i zanieczyszczenia wód nieczystościami; w drodze ustaw z r. 1865 i 1867 jak również przepisów sanitarnych z r. 1866, 1869 i 1870, (na podstawie których władza wyższa mogła pociągnąć do odpowiedzialności urzędy lokalne za nieodpowiednie wykonanie spraw wodnych, ustaw zdrowotnych z r. 1872 i 1875 wreszcie w drodze stworzenia centralnego urzędu „Local Govern-

ment Board“ (1871) i okręgowych urzędów zdrowia z lokalnymi urządzeniami i urzędnikami zdrowia („Medical Officers“). W r. 1876 powstała ustawa omawiająca oczyszczanie rzek, (Rivers Pollution Prevention Act).

Ponadto zalecono tworzenie związków (Joint Comites), którym równolegle z władzami lokalnymi poruczono dozór nad odwodnieniem, utrzymaniem czystości w rzekach i przeprowadzeniem niedostatecznie respektowanego prawa chronienia rzek przed zanieczyszczeniem. Równocześnie polecono hrabstwu tworzyć dobrowolne towarzystwa nadzoru rzecznoego dla większych przestrzeni rzecznych.

Mimo zupełnej zgodności co do konieczności poprawy fatalnego stanu zanieczyszczonych rzek, z powodu nie dość silnego poparcia tych postulatów przez społeczeństwo angielskie, zdołały koła przemysłowe obwarować swe interesy w całym szeregu rozporządzeń, tak że cała akcja ustawowa została sparaliżowana, aż do założenia komisji nadzoru rzecznoego rzeki Mersey i Irwell (Mersey and Irwell Joint Committee) w r. 1891, a później dwu innych „Ribble Joint Committee“ i „West Riding of Yorkshire Rivers Board“.

Kontrola i prace tych towarzystw nadzoru rzecznoego i czynnej od roku 1898 królewskiej komisji badań doświadczalnych (The Royal Commission on Sewage Disposal) dostarczyły cennego materiału odnośnie do spostrzeżeń przy oczyszczaniu wód i oceny każdego rodzaju wody zużytej, które w skutkach dały możność zapobiegania zanieczyszczeniom wód, czego w drodze przepisów prawnych nie można było osiągnąć.

W tym celu polecono w r. 1903 i 1908 utworzenie centralnego urzędu dla oficjalnych sprawozdań, z powierzeniem mu spraw naukowo-technicznych i polubownego załatwienia sporów.

Wprowadzenie wód odpadkowych przemysłowych do miejskiej sieci kanalizacyjnej nastęrczało wiele trudności w przypadkach, które w r. 1903 w sprawozdaniu swem królewska komisja z r. 1898 wymienia następująco:

1. gdy fabryczne wody odpadkowe odpływają nierównomiernie i nagle w wielkich ilościach,
2. gdy są bogate w nierozpuszczalne materje, które zagrażają czystości kanałów i działaniu zakładów odcyszczających,
3. gdy wody fabryczne mają silny odczyn kwaśny lub alkaliczny.

Komisja nabrała przekonania, że trudności te dadzą się usunąć przez oczyszczenie wód fabrycznych przed ich wprowadzeniem do kanału i zaleciła wydanie ustawy o obowiązku miast przyjmowania wód przemysłowych zużytych do miejskich kanałów, z równoczesnem obowiązkiem kontrolowania tych wód przez odpowiednie władze.

Z największym naciskiem komisja w sprawozdaniu swem z r. 1903 domaga się ustanowienia centralnych władz rzecznych, gdyż sądy nie miały odpowiednich rzeczoznawców. W skład władzy rzecznej winien wchodzić urzędnik administracyjny, inżynier, chemik i bakterjolog. Miałaby ona prawo robić dochodzenia, prawo wolnego wstępu na teren fabryczny, brać próbki i przedsięwziąć wszelkie potrzebne czynności. Władze centralne mają być uważane jako instancje apelacyjne.

Kiedy sprawy związane z miejskimi i domowymi wodami zużytymi przez piąte sprawozdanie zostały doprowadzone do pewnego zakończenia, zwróciła się Komisja z r. 1898 (6 sprawozdanie 1909) ku studjom wód przemysłowych i to najpierw wód odpadkowych gorzelnianych, co zwłaszcza dla Szkocji miało wielkie znaczenie i zasługuje na szczególną uwagę z tego powodu, że zagadnienie było trudne do rozpatrywania, a władze dotąd nie były w stanie sformułować jednolitych wymagań oczyszczenia tych wód odpadkowych. Interesujące są wnioski końcowe, ponieważ po raz pierwszy został tu podany projekt, by pewne wody od-

padkowe rozcieńczyć i zapomocą chemicznych składników rozłożyć, zanim zostaną poddane ostatecznemu oczyszczeniu. Ponadto uznano poza zastosowaniem naturalnej metody biologicznej za możliwy także sztuczny biologiczny sposób oczyszczania tych wód. — W r. 1911 sprawozdaniem swem objęła Komisja sprawę zanieczyszczenia zatoki Belfast przez glony (*ulva latis-sima*), których wzrost przyśpiesza obecność w wodzie nieorganicznego azotu, tak, że glony w wielkich ilościach występują na wybrzeżu, a obumierając wywołują silny nieprzyjemny zapach.

Przed wojną światową komisja zajęła się sprawą trudnego oczyszczania wód odpadkowych, jakich dostarcza przemysł wełniany.

Dowodem dodatniej działalności władz i towarzystw nadzoru rzecznoego, niedopuszczających nie bez trudności do zanieczyszczeń rzek, są ciekawe następujące dane statystyczne:

Do roku 1893 w okręgu West Riding hrabstwa Yorkshire na 1944 fabryk tylko 155 podjęło środki w kierunku oczyszczania swoich wód odpadkowych — 966 fabryk zaś odprowadzało swoje wody do rzek lub kanałów miejskich bez jakiegokolwiek poprzedniego oczyszczenia. W r. 1902 na 1.983 fabryk tylko 422 nie oczyszcza swych wód odpadkowych, a 542 fabryk ma już urządzenia do oczyszczania tych wód, zaś pozostałe fabryki kierują swoje wody bezpośrednio do kanałów miejskich. Do r. 1912 w West Riding of Yorkshire z ogółu 1.131 fabryk odprowadzających swe wody odpadkowe do rzek i 1.180 do publicznych kanałów, już tylko 200 fabryk odprowadzało do rzek swe wody odpadkowe bez zabiegów oczyszczających, przeważnie dlatego, że nie udzielono im prawa korzystania z publicznej kanalizacji. Podobnie też w dorzeczu rzek Mersey i Irwell do r. 1912 z 380 fabryk 322 uruchomiło zadawalniające zakłady do oczyszczania wód odpadkowych, u 44 fabryk oczyszczanie było niedostateczne, a w 14 fabrykach nie było żadnych urządzeń oczyszczających. W dorzeczu Ribble do roku 1912 było uruchomionych nie mniej jak 79 miejskich i 72 fabrycznych zakładów do oczyszczania wód.

Szereg fabryk i kopalń uzyskał przez zajęcie się wodami odpadkowymi znaczne oszczędności, np. pewna przędzalnia wełny 20.000 mk. niem. rocznie, a pewna kopalnia węgla uzyskuje ze swoich wód odpadkowych 150 tonn tygodniowo węgla. Jedna fabryka potrafiła poniżyć swe wydatki rocznie o 180 funt. ang. przez to, że swe wody odpadkowe czyściła i z powrotem użytkowała.

Z przedstawionego tu opisu zagadnień widać, że Anglja od roku 1848 wykazywała dużo ustawodawczej inicjatywy, która w mniejszym lub większym stopniu przyczyniła się do ulepszeń w sprawie utrzymania czystości wód publicznych, jednak nie zdołała w zupełności zaradzić złemu. Dopiero mozolne badania przez liczne komisje, do tego celu w Anglji powołane, dały dostateczne wyniki i wnioski, które częściowo rozwiązały zagadnienie i prawne jego uregulowanie poważnie posunęły naprzód.

Wyniki, do których się tam doszło i wnioski ostatnich komisyj są aktualne i stosowne dla innych krajów.

W Niemczech stosunki są jeszcze trudniejsze, ponieważ rzeki płyną tu bez wyjątku przez rozmaite państwa związkowe, a każde państwo Rzeszy traktuje sprawy wodne według swych krajowych ustaw. Wielokrotnie starano się o uregulowanie ogólnie państwowe prawa wodnego, jednak to się dotąd nie stało. Z postanowień ogólnie państwowych ustaw tylko niektóre artykuły można zastosować do zagadnień o zanieczyszczeniu rzek (§ 366 kodeksu karnego i § 906 prawa cywilnego). Zasady prawa cywilnego pozostawiają wyraźnie prawo wodne przepisom ustaw krajowych.

Zagadnienia odprowadzania fabrycznych wód odpadkowych są w Niemczech ustawami przemysłowemi le-



piej uregulowane jak w Anglii. Przy udzielaniu koncesji na zakłady przemysłowe muszą władze, w razie spodziewanego zanieczyszczenia wód, wydawać odpowiednie zarządzenia ochronne. Przy istniejących zakładach mogą władze wkraczać w razie jakichkolwiek zmian i przeciw poczynaniom szkodliwym występować.

W paragrafie 43 ustawy o epidemjach z r. 1900 postanowiono utworzenie państwowej rady zdrowia (Reichsgesundheitsrat), złączonej z utworzonym w roku 1876 cesarskim urzędem zdrowia. Państwowa Rada zdrowia ma się składać ze 100 członków, wybieranych przez państwa związkowe i ma rozwijać działalność pośrednictwa i sądu rozjemczego, a w stosownych wypadkach wystąpić z inicjatywą.

Rada związkowa rozporządzeniem z 25 kwietnia 1901 r. unormowała działalność państwowej Rady zdrowotnej w niektórych punktach następująco:

I. Państwowej Radzie Zdrowia będzie ze względów sanitarnych i policyjno-weterynaryjnych nakazany obowiązek należytego utrzymania wód płynących na terytorjum kilku krajów Związkowych.

a) Państwowa Rada Związkowa ma na wniosek jednego z Państw Związkowych w ważnych sprawach, które się wyłaniają w związku z urządzeniami i czynnościami (odprowadzenie wód kanałowych i fabrycznych i innych wód zanieczyszczonych, wód zaskórnych, zmiana doprowadzenia i inne) pośredniczyć jakoteż przedkładać wnioski dla ulepszeń istniejących stosunków i zapobiegania groźnych skutków.

Państwowa Rada Zdrowia była zmuszona już od roku 1903 w wielu ważnych wypadkach występować czynnie. W ten sposób np. w r. 1903 wydała opinię o żądaniach, jakie były stawiane w sprawie utrzymania czystości Łaby pod Dreznem. W roku 1904 to samo zagadnienie było omawiane dla miast Moguncji i Mannheimu w odniesieniu do zanieczyszczenia Renu. W roku 1907 wydało opinię w sprawie oczyszczania wód odpadkowych miasta Brunświku, w której to sprawie były zainteresowane Prusy i Brunświk. W latach 1907 i 1911 miała państwowa Rada zdrowia zająć stanowisko w ważnej sprawie wzrostu zawartości soli w pewnych rzekach na skutek wprowadzenia odpadkowych ługów potasowych.

Poszczególne państwa związkowe mają swe specjalne ustawy krajowe, przeważnie starszej daty, o zapobieganiu zanieczyszczeniu rzek. W żadnej z tych ustaw krajowych nie znajdzie się zadowalniającego objaśnienia pojęcia „ogólnie przyjęte użytkowanie wód“; pozostaje więc niejasnym jak dalece jest dopuszczalne używanie rzek do odprowadzenia zanieczyszczeń.

W Prusach osobna deputacja naukowa (die wissenschaftliche Deputation für das preussische Medicinalwesen) zajmowała się poruszonymi tutaj zagadnieniami. W r. 1876 proszona była o opinię, gdy chodziło o kanalizację Frankfurtu nad Menem. W r. 1877 deputacja ta zajęła się systematycznym odprowadzeniem zużytych wód Kolonji do Renu. W tym samym roku ogłoszono zakaz odprowadzania jakichkolwiek wód zużytych do rzek bez poprzedniego zezwolenia ministerstwa. Później, w r. 1882, zarządzenie to obostrzono (kanalizacja Charlottenburga) tak dalece, że zabroniono wody oczyszczone już na polach irygacyjnych wprowadzać do rzek. Na tej podstawie nie pozwolono na przeprowadzenie systematycznej kanalizacji w miastach: Poznaniu, Hanowerze, Erfurcie, Minden i innych. Dopiero władze centralne Prus zmieniły to stanowisko, gdy pruska deputacja dla spraw medyc. uchwałą z października 1888 r. przyjęła za dopuszczalny stopień zanieczyszczenia wód, brak oznak woni i zgnilizny przy najniższym stanie wody i przy najwyższej letniej temperaturze. W r. 1894 pojawił się projekt pruskiej ustawy wodnej, którego jednak nie przeprowadzono z powodu przekonania, że bez współdziałania sąsiednich państw związkowych nie osiągnie się poprawy stosunków. Natomiast rząd pruski przedstawił w r. 1901 pre-

zesom rządów Rzeszy, że różnica miejscowych stosunków i krajowych ustaw uniemożliwia utrzymanie czystości wód, a nawet nie dopuszcza działalności ustawodawczej w obrębie poszczególnych prowincyj.

Dla stworzenia koniecznych podstaw naukowych racjonalnego usuwania zanieczyszczeń wody i zaopatrywania w nią, powstał w Berlinie w r. 1901 Król. Zakład Doświadczalno-badawczy. Decyzje rządu stworzyły konieczność i obowiązek planowego przeprowadzenia badań naukowych i praktycznych. Szczególną inicjatywę dały doświadczenia Proskowetza, przeprowadzone nad oczyszczeniem wód odpadkowych cukrowni Sokolnica i Sadowa w Czechach systemem irygacji, stosowanej najpierw w Anglii, a później przez Müllera w Niemczech. Wreszcie jako wynik 20 letnich badań zostaje ogłoszona pruska ustawa wodna dnia 7 kwietnia 1913 r.; podobnie jak bawarska z 9 marca 1907 r., zabrania ona wrzucania do wód takich przedmiotów i materji, które mogłyby spowodować szkodliwe ich zanieczyszczenie. Tylko za specjalnym zezwoleniem można je, jak również inne ciecze lub wodę, wprowadzać do wód płynących.

Inne państwa Rzeszy wydały w międzyczasie ustawy wodne i tak: Hesja w r. 1887, Alzacja - Lotaryngja 1891 r., Badenia 1899, Wirtembergja 1900, Saksonja 1909 r. Na podstawie ogólnie państwowej ustawy o epidemjach uregulował Hamburg ustawą w r. 1905 zagadnienie zanieczyszczenia wód, ujmując je szeregiem policyjnych przepisów. Najnowszą ustawę wodną (dnia 9 lipca 1928) wydaje Meklemburg - Schwerin, wzorując ją na pruskim prawie wodnym i wprowadzając szereg celowych zmian.

W ostatnich dziesiątkach lat Niemcy wydatnie posunęły naprzód sprawę sanacji zanieczyszczonych wód publicznych, przeprowadzając ją nieraz bardzo energicznie, np. na obszarze rzeki Emscher, tworząc tam wzorem angielskim samopomocowe towarzystwo ochrony rzek. Długo tam przypatrywano się spokojnie złemu stanowi rzek, lub też poprawę sprowadzano do kwestji rentowności przemysłu, dopiero niejednokrotne masowe zanieczyszczenie wód zmuszało władze do energiczniejszych wystąpień. Przybliżone pojęcie o rozmiarach zanieczyszczeń rzek dają obliczenia Frühlinga. Same tylko niemieckie cukrownie mają według niego odprowadzić rocznie około 200 milionów  $m^3$ , fabryki celulozy i papieru około 100 milionów  $m^3$  wód odpadkowych; jedna tylko fabryka celulozy nad Pregodą wprowadza do rzeki dziennie około 48.000  $kg$  rozpuszczalnych materji organicznych. Obok tych organicznych zanieczyszczeń wpływa do rzek wiele rozpuszczalnych ciał nieorganicznych, kwasów i alkali, zwłaszcza ługów potasowych. Należy do tego dodać zużyte wody w gospodarstwach domowych w ilości szacowanej przez Frühlinga na 500 milionów  $m^3$  rocznie, a gdy przyjmuje się na głowę i dobę 100  $l$  wody zużytej, to całkowitą ilość należałoby przyjąć na 2.400 milj.  $m^3$  rocznie.

Zagadnienie oczyszczania wód publicznych i prawnego uregulowania ochrony rzek jest może najlepiej opracowane w Anglii i Niemczech i oba te kraje doszły do zbliżonych wyników. We Francji już w latach 1867—1868 czynią doświadczenia nad oczyszczaniem miejskich wód zużytych na polach irygacyjnych. Projekt oczyszczenia tą drogą wód odpływowych Paryża pojawił się w r. 1870, uchwalony został przez Radę Miejską w r. 1880, a przez Izbę i Senat w r. 1885. Ustawy zaś z r. 1889 i 1894 postanawiają obowiązek asanizacji Sekwany.

W Rosji europejskiej, niektóre krótkie postanowienia kilku artykułów kodeksu cywilnego nie załatwiają sprawy zanieczyszczenia wód, a w b. Królestwie Kongresowem parę postanowień namiestnika Królestwa Polskiego dotyczy tylko swobodnego odpływu wód i czyszczenia koryta rzek żeglownych.

Węgry, których ustawa wodna z r. 1880 niewiele więcej zawiera przepisów o zanieczyszczeniach wód jak

w innych krajach, posiadają od roku 1906 stację doświadczalną dla biologii ryb i oczyszczania wód. („M. Kir. háklettany és szennviztiszertrő kiseriti állomás). Stacja ta: 1) wydaje opinie przy udzielaniu koncesyj przemysłowych związanych z użyciem wody i przy rozprawach policyjno-wodnych, 2) wydaje przepisy dla urządzeń oczyszczających, 3) ma prawo inspekcji zakładów przemysłowych w każdym czasie bez zapowiadania, 4) wykonuje ocenę i kontrolę wszystkich urządzeń wodnych, celem ewentualnych uzupełnień, 5) posiada prawo apelacji do wyższych sądowych instancji w razie niesłusznych orzeczeń, 6) wogóle ma obowiązek ochrony interesów rolnictwa, rybactwa i przemysłu, zagrożonych zanieczyszczeniem wód. Stacja doświadczalna zatrudnia wybitnych fachowców, kilku chemików, inżynierów i biologów, którzy obok prac praktycznych i urzędowych wykonują także wartościowe badania z dziedziny biologii wód, rybactwa, jakoteż oczyszczania i użytkowania wód odpływowych. Badania swe ogłaszają w czasopismach krajowych i zagranicznych, zwłaszcza w publikacjach bawarskiej i podobnie urządzonej stacji biologicznej w Monachium. — Taka działalność stacji przy współudziale inżynierów wodnych i zastępców różnych działów gospodarstwa narodowego, musi dawać korzystne rezultaty, poprzez rozwój rolnictwa i gospodarstwa rybnego, którego wzrost produkcji wyparł import ryb zagranicznych.

Austria posiadała ustawę wodną ramową z 30 maja 1869 r. i szereg ustaw krajowych, jednak nie może pochwalić się takimi wynikami sanacji wód jak Węgry, które osiągnęły je ściśmę wykonywaniem przepisów przy pomocy swej stacji doświadczalnej. Szczególnie zanieczyszczenie wód ropą i odpadkami naftowymi w niektórych powiatach w Małopolsce wymagało wprowadzenia szczegółowych przepisów. Nie dość ściśle i energicznie wykonanie przepisów władz nie dało należytych wyników mimo wystarczająco opracowanych przepisów przez fachowe techniczne organy Namiestnictwa b. Galicji.

W Polsce wydana została w r. 1922 ustawa wodna, unifikująca zaborcze ustawodawstwo wodne. Ustawę tę opracowano przy udziale wybitnych przedstawicieli nauki i znawców tych spraw, wzorując ją na pruskiej ustawie wodnej. W sprawie zanieczyszczenia wód nie daje ona wiele więcej jak ustawa pruska, a nawet jak dawna galicyjska, poza postanowieniem w art. 26 odpowiedzialności za szkody, powstałe skutkiem niedozwolonego zanieczyszczenia wód, jeżeli przedsiębiorca nie zastosował należytych środków ostrożności. Rozporządzenia wykonywane przez fachowe techniczne organy Namiestnictwa b. Galicji.

Jednym z nich jest rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z dnia 23 maja 1931 r. ustalające zasady sporządzania projektów technicznych, wymaganych do uzyskania pozwoleń w sprawach wodnych (Dz. U. Rz. P. Nr. 67), mające wielkie znaczenie w ujednostajnieniu traktowania spraw wodnych. Rozporządzenie to dzieli się na 3 części: postanowienia ogólne, szczególne, oraz postanowienia przejściowe i końcowe. W postanowieniach ogólnych, obejmujących w § 1—7 część pierwsza tegoż rozporządzenia, określa się wymaganą formę i treść projektu, oraz ogólne wymogi dotyczące załączników a to: opisu technicznego, wykazu nieruchomości i praw, planów sytuacyjnych, planów szczegółowych, przekrojów podłużnych i poprzecznych budowli wodnych. Część druga rozporządzenia, obejmująca w § 8—17 postanowienia szczególne, określa szczegółowo dane, jakie projekt powinien podawać, zależnie od rodzaju budowli wodnej. Między innymi rozporządzenie wymienia:

„Projekt odprowadzania wód zużytych z zakładów fabrycznych. § 15. Opis techniczny powinien zawierać szczegółowy opis wszystkich urządzeń zakładu fabrycznego, przedmiotu i przebiegu produkcji fabrycznej z podaniem jej przybliżonych rozmiarów, opis metody

fabrykacji, urządzeń służących do poboru wody dla celów fabrykacji i do odprowadzania wody zużywanej przy fabrykacji, jak również opis urządzeń służących do oczyszczania i ewentualnie do zmiękczenia wody. Należy podać pochodzenie i ilość wody pobieranej dla celów fabrykacji, oraz jej skład fizyczny, chemiczny i bakterjologiczny, jak również ilość i przypuszczalną jakość wody zużytej, odprowadzanej do ścieku odbiorczego (odbiornika), oraz przypuszczalny skład chemiczny tej wody przed oczyszczeniem. Należy przedstawić ilość wody odpływającej w odbiorniku (recypiente) przy stanie absolutnie najniższym, średnim z najniższych i średnim, oraz podać wyniki badań chemicznych i bakterjologicznych (hydrobiologicznych) wody odbiornika (recypienta). Należy podać zakłady przemysłowe korzystające z wody odbiornika, jak również opisać dotychczasowe użytkowanie wody odbiornika do celów zasilania wodociągów i użytkowania powszechnego (picia, pojenia, prania). Jeżeli wody zużyte będą powodowały powstawanie osadów, należy podać obliczenie odpływu wielkiej wody w odbiorniku. Jeżeli jest przewidziane składowanie na brzegu osadów pochodzących z urządzeń oczyszczających, należy również oznaczyć miejsca składu. W razie stosowania urządzeń chłonnych należy dokładnie opisać warunki ich założenia i sposób ich działania.

Plan sytuacyjny przeglądowy odbiornika, sporządzony w podziałce 1 : 5000—1 : 10000, powinien przedstawiać ściek odbiorczy (odbiornik) na długości 500 m powyżej i 500 m poniżej miejsca wpuszczenia wód zużytych. Nadto na planie sytuacyjnym przeglądowym powinny być przedstawione urządzenia fabryczne i urządzenia służące do odprowadzania zużytej wody.

Na planie sytuacyjnym szczegółowym, sporządzonym w podziałce 1 : 500—1 : 2000, powinien być przedstawiony zakład fabryczny z uwidocznieniem budynków fabrycznych i mieszkalnych i z podaniem przeznaczenia budynków fabrycznych, oraz powinno być wkreślone wodociągi i kanały, z podaniem rzędnych wysokości. Na planie należy zaznaczyć również studnie znajdujące się w promieniu 500 metrów. Nadto powinny być sporządzone plany szczegółowe urządzeń, służących do oczyszczania wody.

Przekrój podłużny powinien przedstawiać urządzenia, służące do odprowadzania wody zużytej.

Przekroje poprzeczne kanałów odprowadzających zużytą wodę i ścieku odbiorczego należy sporządzić na zasadach ogólnych niniejszego rozporządzenia.

Plany budowli wodnych powinny przedstawiać budowle służące do odprowadzania wód zużytych, przekroczenia kolei i dróg, syfony, szyby, doły chłonne i t. p.“.

Sprawę ochrony przed zanieczyszczeniem wód posunęła jeszcze dalej pod względem formalnym najnowsza ustawa o rybołówstwie. Interesy rybołówstwa wiążą się ściśle z zagadnieniem oczyszczania wód, gdyż wody zanieczyszczone przez zakłady przemysłowe wywołują choroby ryb, a ich zdrowie jest niejako miarą czystości wód i jej zdolności do innych celów. Art. 6 ustawy z dnia 7 marca 1932 Dz. U. Rz. P. Nr. 35 o rybołówstwie postanawia:

„Zabrania się zanieczyszczenia wód w stopniu szkodliwym dla rybołówstwa. Władza udzielająca pozwoleń na zanieczyszczenie wody lub urządzenie i prowadzenie zakładu zanieczyszczającego wodę, winna w pozwoleniu dokładnie określić stopień dopuszczalnego zanieczyszczenia. Na wniosek uprawnionego do wykonywania rybołówstwa, wymieniona wyżej władza wydane już pozwolenie uzupełni przez dokładne określenie stopnia dopuszczalnego zanieczyszczenia, lub też pozwolenie to znieni, gdyby dopuszczony stopień zanieczyszczenia okazał się szkodliwym dla rybołówstwa. Kto zanieczyszcza wody wbrew postanowieniom artykułu niniejszego, ten niezależnie od odpowiedzialności karnej, obowiązany jest

wynagrodzić szkodę, jaką przez to rybołówstwu wyrządza“.

Zatem ustawodawstwo polskie daje wystarczające podstawy prawne do żądań i wymagań racjonalnego oczyszczania wód.

Historja rozwoju oczyszczania wód z ropy i odpadków destylacyjnych nie sięga daleko.

W Ameryce, Anglii, na Kaukazie, czy w Rumunji załatwiają z odpadkami naftowymi przeważnie w niewłaściwy sposób, jakkolwiek prosty i łatwy, mało zwracając tam uwagi na zanieczyszczenie rzek i wybrzeży morskich. Płaci się odszkodowanie za wpuszczanie odpadków zanieczyszczających wodę, lub też wydzierżawia się rybołówstwo. Z kopalń ropy i rafinerji, położonych nad morzem, odprowadza się odpadki długimi rowami do morza, bez uprzedniego oczyszczania, albo co już lepiej, wywozi się zwłaszcza odpadki z rafinerji naftę okrętami na pełne morze.

Początkowo destylarnie ropy (pierwsza w r. 1857 w Mraźnicy pod Boryslawem) powstawały na podstawie konsensów, w których nie było żadnych uwag o gromadzeniu i usuwaniu nieczystości. Dopiero konsens wydany w Małopolsce przez Starostwo w Lisku w r. 1889 na budowę rafinerji naftę w Ustrzykach dolnych poleca: „aby odpadki kwasu siarkowego, tudzież odpadki płynne pozostałe po destylacji, nie spływały do rzeki Strwiąza, urządzić dół do zbierania tych odpadków oddalony od rzeki 10 m i odpadki te przysypywać czystym wapnem“. W tym samym roku Namiestnictwo poleciło wszystkim starostom wzorowanie się na powyższem orzeczeniu liskiego starostwa. W r. 1896 Namiestnictwo wydaje instrukcję dla destylarni naftę, opracowaną przez insp. A. Nawratila, uzupełnioną przez inż. Skwarczyńskiego, a ostatecznie uzupełnioną i zaopiniowaną przez Krajową Radę zdrowia. Ustęp 19 instrukcji brzmi: „Wszelkie ciekłe i stałe odpadki wyrobni oleju ziemnego, które są kwaśne, alkaliczne, albo zawierają oleje mineralne, nie powinny być wpuszczone do wód publicznych i rowów, dopóki nie zostaną tak oczyszczone, iżby nie mogły zanieczyszczać powietrza i wód w sposób szkodliwy dla ludzi, bydła i ryb“.

Warunki konsensów rafineryjnych uzupełnił jeszcze kierownik biura technicznego wydziału przemysłowego Namiestnictwa inż. Skwarczyński szczegółami technicznymi, żądając m. i., aby woda odpływająca na zewnątrz nie zawierała więcej jak 0,015% olejów.

Wszystko to jednak było niewystarczające; zanieczyszczenie gruntów i rzek ropą i jej odpadkami dochodziło do ostatnich granic, narażając gospodarstwa rolne i rybne na szkody, które wykazał dyrektor kraj. biura meljor. inż. Kędzior. Na jego wniosek Wydział Krajowy zwrócił się w roku 1900 do Namiestnictwa z wezwaniem wydania zarządzeń na podstawie przepisów wodnych. Wydane zarządzenia nie odniosły rezultatu, z powodu przewlekłej drogi proceduralnej załatwienia rekursów.

Sprawa stała się znowu głośną, wskutek licznych skarg w Sejmie i Radzie Państwa. Namiestnictwo zostało wezwane do energicznego działania. Na jego polecenie opracował inż. Skwarczyński zmiany instrukcji z r. 1896, a następnie je uzupełnili wybitni fachowcy inż. Ingarden i profesorzy Politechniki technolodzy Pawlewski i Załoziecki. Warunki techniczne ujęte w obszerne szczegółowe rozporządzenie Namiestnictwa z d. 27 maja 1909 r. określały zasady udzielenia konsensów na zakłady destylacji ropy i przepisywały dokładnie sposób oczyszczania wód fabrycznych. Inż. Witold Jakimowski w pracy swej „Ochrona wód publicznych przed zanieczyszczeniem ropą i odpadkami naftowymi“, opisuje obszernie historję tych zanieczyszczeń, szkody stąd powstałe, środki zapobiegawcze, a szczególnie genezę rozporządzeń Namiestnictwa, aż do instrukcji ostatniej z r. 1909 z tek-

stem jej ustępów (§ 19 i § 21), dotyczących zanieczyszczenia wód.

Instrukcja Namiestnictwa jest do dzisiaj najdalej idącym rozporządzeniem wykonawczem opartym na zasadzie postanowień ustawy przemysłowej, oraz § 69 krajowej ustawy wodnej, obowiązującej do roku 1922 na terenie Małopolski.

Stwierdzić jeszcze należy, że są dostateczne przepisy prawne, które pozwalają w zupełności na przeprowadzenie asanizacji wód płynących, gdy problem oczyszczenia wód przy istniejących metodach jest zasadniczo rozwiązalny. Mimo to jednak stan higieniczny niektórych naszych rzek jest bardzo zły, a nie można tego tolerować, aby niektóre gałęzie przemysłu powodowały to szkodliwe zanieczyszczenie rzek.

### Oczyszczanie wód płynących.

Zanieczyszczenie wód płynących ropą ma swe źródła w kopalniach naftę, tłoczniach i zbiornikach ropy. Osobną grupę stanowią zakłady przetwórcze ropy, wymagające oddzielnego traktowania. O ile zakłady tłoczeniowe i zbiorniki mogą być utrzymane w większym lub mniejszym porządku, to kopalnie, np. w wypadku silnych wybuchów erupcyjnych, trudno całkowicie zabezpieczyć przed unoszeniem ropy poza teren kopalni. Tutaj władze górnicze przy udziale władz administracyjnych powinny z całą ścisłością zapobiegać zanieczyszczeniom wód ropą, przez przestrzeganie wczesnego wykonania przez kopalnię:

1. obwałowania terenu kopalni do wysokości najmniej około 1,0 m,
2. urządzenia zbiorników o pojemności kilkudniowej produkcji, 100—500 m<sup>3</sup>,
3. przygotowania na czas połączenia rurociągowego z zakładem tłoczeniowym,
4. oczyszczenia wód oddzielonych od ropy, oraz zanieczyszczonej wody opadowej, spływającej z terenu kopalni.

Mimo bardzo skrupulatnego przestrzegania tych zasad mogą powstać zanieczyszczenia wód ropą, zwłaszcza ze strony kopalń porzuconych przez właścicieli, z powodu pożarów kopalń i zbiorników, wybuchów erupcyjnych i innych klęsk elementarnych. W wypadkach tych skutki szkodliwe usunąć mogą planowo urządzone łapaczki ropy na potokach w odpowiednich częściach ich zlewni.

Starania b. Wydziału Krajowego i innych władz, zmierzające do usunięcia szkód wyrządzanych przez przemysł naftowy, zwłaszcza rolnictwu, jakie zilustrował inż. Jakimowski w wspomnianej pracy „Ochrona wód publicznych, etc.“, wydały częściowo dodatnie rezultaty. Dość wspomnieć, że już może bezpowrotnie przestały płynąć Tyśmienicą aż do Dniestru fale płomieni, powstałe z zapalenia (przeważnie przez pasterzy) płynącej ropy na powierzchni wody, jak to dość często zdarzało się przed wojną. Akcja zaś zaczęta przed wojną światową oczekuje dziś dalszego wykonania.

Obecny stan oczyszczania wód w naszym zagłębiu naftowym nie jest zadowalniający. Ogólnie można powiedzieć, że przemysł naftowy z nielicznymi wyjątkami sprządza to zagadnienie do rentowności swych przedsiębiorstw. W ten sposób załatwia się sprawę oddzielania wody od ropy, tak na kopalniach, łapaczkach, jak i w rafinerjach, że wypuszcza się dalej wódę zanieczyszczoną bądź to ropą, bądź to innymi związkami chemicznymi jak kwasami naftenowymi i związkami fenolu. Dlatego odwodnieniu ropy poświęcić należy więcej uwagi, zwłaszcza, że oddzielenie wody jest konieczne ze względu na zmniejszenie kosztu transportu ropy.

Ropa surowa jest zwykle zanieczyszczona piaskiem, gliną i wodą. Zawartość wody w ropie może być bardzo znaczna, dochodząc do kilkudziesięciu procentów i może tworzyć jednolitą zawieszinę drobnych kuleczek

wody w ropie, lub rzadziej odwrotnie. Po pewnym czasie zawiesiny te, t. zw. emulsje, same rozdzielają się na dwie warstwy: ropy i wody. Często jednak, zwłaszcza przy asfaltowej ropie naftowej, rozdzielenie to nie następuje nawet po ogrzaniu ropy, tak, że te bardzo trwałe emulsje ropne wymagają osobnych następujących metod rozbijania:

1. metoda elektryczna, polegająca na rozbiciu emulsji przez niszczenie błonek ochronnych, otaczających kuleczki wody i ich łączenie pod wpływem zmiennego pola o wysokim napięciu do 11.000 V.,

2. centryfugowanie emulsji, które przy bardzo znacznej ilości obrotów (17.000 na minutę), przez wytworzenie wielkich i różnych dla ropy i wody sił odśrodkowych, rozdziela wodę od ropy,

3. rozbijanie emulsji przez ogrzewanie pod ciśnieniem 4—6 atmosfer (metoda opracowana przez prof. Mościckiego, używana przeważnie w rafinerjach),

4. rozbijanie metodami chemicznymi.

Przy tych ostatnich używa się różnych odczynników chemicznych, które niszczą asfaltowo-żywiczne błonki ochronne w drodze reakcji chemicznej, lub przez rozpuszczenie. Metoda chemiczna ma powszechne zastosowanie na naszych kopalniach, dzięki dobrym rezultatom jakie daje, a nie wymaga kosztownych urządzeń aparatury, oraz zużycia energii. Natomiast trudnością stosowania tej metody jest konieczność jak najstarszego dozowania odpowiedniej ilości odczynników i zupełnego zmieszania z całą ilością emulsji. Jako odczynników używa się: kwasów naftenowych, fenolu, etc. w najrozmaitszych patentowanych połączeniach pod nazwami: „tret o lite“, „emulgol“, „ropol“, „sulfol“ i t. p. Cechą ujemną ich jest wprowadzenie w ilości 0,1—1% do ropy i wody obecnych substancji zanieczyszczających. Dlatego konieczne jest jeszcze oczyszczanie tej wody przez filtry piaskowe i koksowe z chemicznych związków fenoli, kwasów naftenowych i innych. Ponadto filtry, o ile mają warstwę drobno sproszkowanego piasku, szkła i t. p., mogą rozbić niektóre emulsje.

Odzieloną w zbiornikach przez odstanie lub metodami chemicznymi wodę z ropy, zawierającą zwykle resztki ropy i inne zanieczyszczenia kieruje się do ścieków i wód płynących. Tam też spływa ona w czasie gorąca z szybów i terenów kopalni, położonych często na stromych stokach, albo też porwana przez wodę opadową. Główną przyczyną spływania ropy są przedewszystkiem niedostatecznie obwałowane kopalnie i zbiorniki. Czasem kopalnie są w terenie zalewowym potoków, tak, że wezbrana woda nie tylko zmywa tam ropę, lecz zabiera także część nadziemną szybu. W terenie zalewowym należy wykopać odpowiednie wały, otaczające szyb ponad najwyższy stan wody potoku, o ile nie można uniknąć ustawienia tam szybu.

Ropa spływająca jest zbierana obecnie w Małopolsce na bardzo prymitywnych łapaczkach, urządzonych często bez koncesji i bezplanowo w danej zlewni. Prosto zatrzymaną grobelką wodę strumyka kieruje się do opierzonego dołu ziemnego, w którym z powierzchni wody zbiera się ręcznie od czasu do czasu ropę, zaś środkową częścią odpływa woda, przyczem jednak porywa jeszcze cząsteczki ropy. Niejednokrotnie woda przerywa groblę, a nawet każda większa woda podmywa i niszczy tę łapaczkę, unosząc ropę. Zebraną ropę (kał ropny) gromadzi się w skrzyni obok położonej. Celem oddzielenia zawartej w niej wody, dodaje się w miarę gromadzenia ropy odczynników rozbijających emulsję, jak ropol, sulfol, emulgol, w ilości około 5 kg na 10.000 kg kału ropnego, ogrzewając równocześnie zawartość skrzyni od 50° do 60° C parą wodną doprowadzoną rurą. Tak następuje oddzielenie ropy w sposób ciągły, którą naturalnie tłoczy się do zbiorników, a wodę zanieczyszczoną różnymi składnikami odprowadza się do potoku.

Poza temi prymitywnymi łapaczkami wykonano dwie podobne do siebie łapaczki ropy, wzorowe jak na ówczesne stosunki, na potokach Łoszeni w Tuslanowicach i Tyśmienicy w Modryczu w latach 1910—1912 w sposób następujący:

Ropę unoszoną wodą sprowadza się podczas każdego stanu wody z powierzchni wody do zbiornika, za pomocą jazu zastawkowego, w dolnej części stałego, spiętrzonego wodę do pewnej stałej wysokości. Zastawki są żelazne, zamykane z góry na dół, w ten sposób, że woda pod zastawkami przepływa otworami 6,50 m światła, zaś ropa zbiera się na powierzchni wody zatrzymana zastawkami, spuszczanemi w miarę potrzeby na 30 do 50 cm w wodę. Za pomocą śluzy wpustowej odprowadza się zebraną na powierzchni ropę do zbiornika otwartego o większej pojemności; dolna część tej śluzy jest stała, o progu założonym 50 cm, poniżej zwierciadła stałego piętrzenia wody, w górnej części zaś zaopatrzona zastawkami poruszanymi z dołu do góry, regulującymi otwór wolny dla przepływu warstwy ropy, zależnie od jej grubości, a przepuszczającymi tylko tyle wody, ile jest konieczne dla wprowadzenia ropy do zbiornika.

Ponieważ urządzenie to ma chwycić ropę przy każdym stanie wody w potoku, zatem jaz obliczony został dla odpływu największej wody dotąd spostrzeżonej. Odpowiednio też zostało uregulowane koryto powyżej jazu na wielką i małą wodę. Ministerstwo robót publicznych, zatwierdzając projekt tych łapaczek zażądało powiększenia przyjętej ilości wielkiej wody dla Łoszeni z 1,8 m<sup>3</sup>/sek na 3,3 m<sup>3</sup>/sek. Ostrożność ta okazała się słuszną o tyle, że dla wielkich wód, pożądane jest jak największe światło nie tyle dla uniknięcia katastrofy, ile dla zmniejszenia prędkości przepływu, gdyż przy wielkiem spiętrzeniu powstają wielkie prędkości, które wywołują na powierzchni wiry, wciągające ropę pod zasuwę w dolną wodę. Wspomnieć należy o katastrofie w r. 1925, kiedy to otwory jazu na Tyśmienicy, po 6,7 m w świetle, zostały zatarasowane uniesionem przez wielką wodę drzewem, częściami konstrukcyjnymi szybów i t. p. Na skutek wielkiego naporu wody, jakiego filarki zasów o przekroju 0,90×2,60 m nie wytrzymały, runęła część ruchoma jazu.

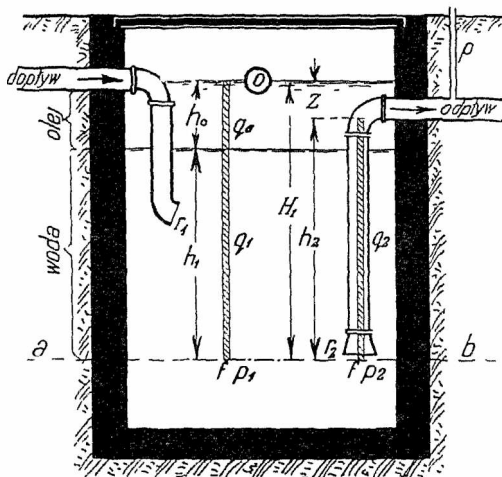
Zbiornik o pojemności około 10.000 m<sup>3</sup> gromadzi schwytaną ropę do dalszego użytku, a zarazem oddziela wprowadzoną w pewnej ilości wodę wraz z ropą do zbiornika, które po oczyszczeniu z resztek ropy w dwukomorowym filtrze z chyżością 2—9 mm/sek, odprowadza się z powrotem do potoku. Zbiornik ten ma dużą powierzchnię, a głębokość zaledwie 2,00 m, co jest wadą, gdyż wartościowe lekkie części ropy parują i oddzielenie wody jest trudne, to też filtr nie spełnia należycie zadania. Zbiornik powinien być głęboki, wskutek czego łatwiej oddziela się woda i mniejsze jest parowanie lekkich części ropy.

Szczegółowy opis tych stosunkowo nowych urządzeń na potokach Łoszeni i Tyśmienicy wraz z rysunkami przedstawiony jest w pracy inż. Witolda Jakimowskiego „Ochrona wód publicznych przed zanieczyszczeniem ropą i odpadkami naftowymi“, (Lwów, 1911, *Czasopismo Techniczne*). Po krótkim opisaniu tych nielicznych urządzeń do chwytania i oddzielania ropy z wód płynących, a spotykanych w Małopolsce, będziemy się starali uwagi powyżej poczynione uzupełnić.

Dla małych strumyków i ścieków łapaczka ropy składać się będzie z ujęcia wody (zamiast jazu) groblą, lub progiem betonowym z małą śluzą wpustową, prowadzącą wodę z ropą do oddzielacza, działającego na zasadzie flaszki florentyńskiej, lub też do systemu takich oddzielaczy. Oddzielacz taki (rys. 1) wykonuje się jako betonowy lub murowany szyb zagłębiony w ziemi, którego wymiary dobiera się stosownie do ilości wody przepływającej. Musi on być tak duży, aby blisko powierzchni wody nie powstawały żadne prądy, z drugiej zaś strony po-

winien posiadać jak najmniejszą powierzchnię, ze względu na łatwość zbierania ropy oraz mniejsze parowanie olejów. Oleje oddzielają się łatwo od stojącej względnie uspokojonej wody w zbiorniku tak rozszerzonym, że pojemność jego jest około 30 razy większa aniżeli objętość wody dopływającej w sekundzie. Zasada ta została stwierdzona doświadczalnie przez prof. inż. Mandla w Technologicznym Muzeum Przemysłu w Wiedniu. Do zbiornika prostokątnego lub kołowego, którego pionowy przekrój podaje rys. 1, woda ujęta dopływa rurą „r<sub>1</sub>”, w pewnej głębokości poniżej uspokojonego zwierciadła wody. Oczywiście dopływ i odpływ musi być tak uregulowany, aby wykluczał spiętrzenie i działanie ssące lewaru. Odpływ wody oddzielonej od oleju ma być urządzone w pobliżu dna, zwykle w postaci rury odpływowej „r<sub>2</sub>”, kolankowato zgiętej z otworem 0,50—1,00 m nad dnem. Rura „p” jest rurą powietrzną, zapobiegającą ssącemu działaniu lewarowemu. Rurę „o” odprowadzamy oddzielający się na powierzchni olej, do drugiego, obok w ziemi umieszczonego zbiornika, skąd można go pobierać w miarę potrzeby. Wskazane jest wstawić w środku zbiornika ściankę działową, nie sięgającą do dna, a utrudniającą przepływ krótszą drogą i przyczyniającą się przez skierowanie strug wody w kierunku pionowym do szybszego i dokładniejszego oddzielenia oleju. Na dnie oddzielacza osadza się namuł, który można łatwo usunąć łopatą odpowiedniego kształtu. Ujęcie wody musi być tak wykonane, aby wykluczyć osadzanie się piasku i większych ilości namułu w oddzielaczu; w tym celu urządza się wysoki próg przy ujęciu, lub specjalny osadnik przed oddzielaczem.

### Oddzielacz olejów.



Rys. 1.

Oddzielacz taki można uważać za dwa naczynia połączone, z których jedno jest zbiornikiem oddzielacza, a drugie rurą „r<sub>2</sub>” z wodą odpływową, lub częścią oddzielacza, oddzielną ścianką z otworem na dole. Przyjmując, że zupełne oddzielenie olejów, względnie cieczy lżejszych od wody, następuje przy uspokojonej cieczy, czyli w stanie równowagi, można zastosować, jak dla naczyni połączonych, dwie zasady hydrostatyki:

1. ciśnienie wynikające z ciężaru cieczy na rozpatrywaną powierzchnię — jest równe ciężarowi słupa cieczy znajdującego się nad tą powierzchnią;

2. w poszczególnych naczyniach połączonych panuje to samo ciśnienie na jednostkę powierzchni, leżącej w tej samej płaszczyźnie poziomej.

Oznaczając:

ciężar właściwy oleju „q<sub>0</sub>”, wody „q<sub>1</sub>”,  
powierzchnię podstawy rozważanego słupa cieczy „f”,  
wysokość oleju w oddzielaczu „h<sub>0</sub>” wody „h<sub>1</sub>” (nad poziomem a—b),

wysokość zwierciadła wody w rurze odpływowej „h<sub>2</sub>”  
(nad poziomem a—b),

ciśnienie słupa cieczy w oddzielaczu w poziomie a—b „p<sub>1</sub>”,

” ” wody w rurze odpływowej „p<sub>2</sub>”,

różnicę zwierciadeł w oddzielaczu i rurze odpływowej „z”,  
możemy napisać w myśl podanych zasad, że ciśnienie na  
powierzchnię „f” jest w oddzielaczu:

$$p_1 = q_0 \cdot f \cdot h_0 + q_1 \cdot f \cdot h_1 \quad \dots \quad (I)$$

w rurze odpływowej „r<sub>2</sub>”:

$$p_2 = q_1 \cdot f \cdot h_2 \quad \dots \quad (II)$$

a w stanie spoczynku:

$$p_1 = p_2 \quad \text{czyli} \quad q_0 \cdot f \cdot h_0 + q_1 \cdot f \cdot h_1 = q_1 \cdot f \cdot h_2,$$

$$\text{stąd:} \quad h_0 = (h_2 - h_1) \frac{q_1}{q_0} \quad \dots \quad (III)$$

Przyjmując zaś wysokość warstwy oleju i wody  $H_1 = h_0 + h_1$ , to  $z = H_1 - h_2$ , czyli  $z = h_0 + h_1 - h_2$ , a wstawiając w to równanie wartość „h<sub>0</sub>” z równania III-go otrzymujemy:

$$z = \frac{q_1}{q_0} (h_2 - h_1) + h_1 - h_2 = \frac{q_1}{q_0} (h_2 - h_1) - \frac{q}{q_0} (h_2 - h_1).$$

$$\text{czyli:} \quad z = \frac{q_1 - q_0}{q_0} (h_2 - h_1) \quad \dots \quad (IV)$$

Przyjmując mało zmieniające się ciężary właściwe oleju i wody „q<sub>0</sub>” i „q<sub>1</sub>” jako stałe, oraz uważając również za stałą wysokość zwierciadła wody odpływowej nad poziomem a—b „h<sub>2</sub>”, jako niewiele różną od stałej wysokości konstrukcyjnej dolnej krawędzi otworu odpływu w ścianie oddzielacza, pozostają jako zmienne: wysokość warstw oleju „h<sub>0</sub>” i wody „h<sub>1</sub>” i zależna od nich różnica zwierciadła cieczy w oddzielaczu i wody odpływowej „z”.

Z równania III-go widzimy, że wysokość warstwy oddzielenego oleju „h<sub>0</sub>” może przybierać różne wartości teoretyczne, zależnie od wartości zmiennej „h<sub>1</sub>” i stałej „h<sub>2</sub>”. Między różnymi wartościami dodatnimi, jakie warstwa oleju „h<sub>0</sub>” może przybierać dla warunku  $h_1 < h_2$ , mogą zająć niespodziewane wypadki krytyczne, kiedy pod wpływem nagłego napływu wielkiej ilości wody zanieczyszczonej i wielkiej prędkości, zostaną porwane pewne ilości olejów wgłąb oddzielacza i stąd dalej do rury odpływowej „r<sub>2</sub>”. Temu zapobiec można przez przyjęcie odpowiednich wymiarów zbiornika oddzielacza, rur i otworów, zależnie od ilości cieczy i tem samym niedopuszczenie do wielkich prędkości, a także urządzenie zbiornika wyrównawczego, który zarazem może spełniać funkcje osadnika, przedewszystkiem zaś przez przyjęcie otworu odpływowego wody rurą „r<sub>2</sub>” w odpowiedniej głębokości „z” poniżej zwierciadła cieczy w zbiorniku (z równania IV-go). Na sprawność oddzielania się oleju od wody ma wpływ odpowiednia głębokość górnej krawędzi otworu wylotowego „r<sub>1</sub>” (co najmniej kilkanaście cm), poniżej dolnego zwierciadła olejów, co warunkuje uspokojenie zwierciadła. Jedynie tylko w wypadku odpływu wody (manipulacyjnej) z oddzielacza o wysokości „h<sub>1</sub>”, czy to wskutek nieszczelności, czy innych powodów i napływu samych olejów, będzie olej wypływał rurą „r<sub>2</sub>”, lecz taki wypadek należy wykluczyć jako rzadki i mało prawdopodobny.

Dopiero oddzielacze bez otworu odpływowego „o” dają często możliwość niepożądanego odpływu olejów z wodą, czemu zapobiec można przez urządzenie samoczynnego zamknięcia odpływu wody, w wypadku krytycznym, po przekroczeniu pewnej wysokości warstwy olejów, zapomocą pływaków i odpowiedniej instalacji elektrycznej.

Przy większych strumykach i potokach, łapaczka powyżej opisana nie jest wystarczająca, trzeba stosować ich kilka, razem połączonych w jeden system. Tutaj jest już konieczne wykonanie ujęcia wody, zapomocą prze-

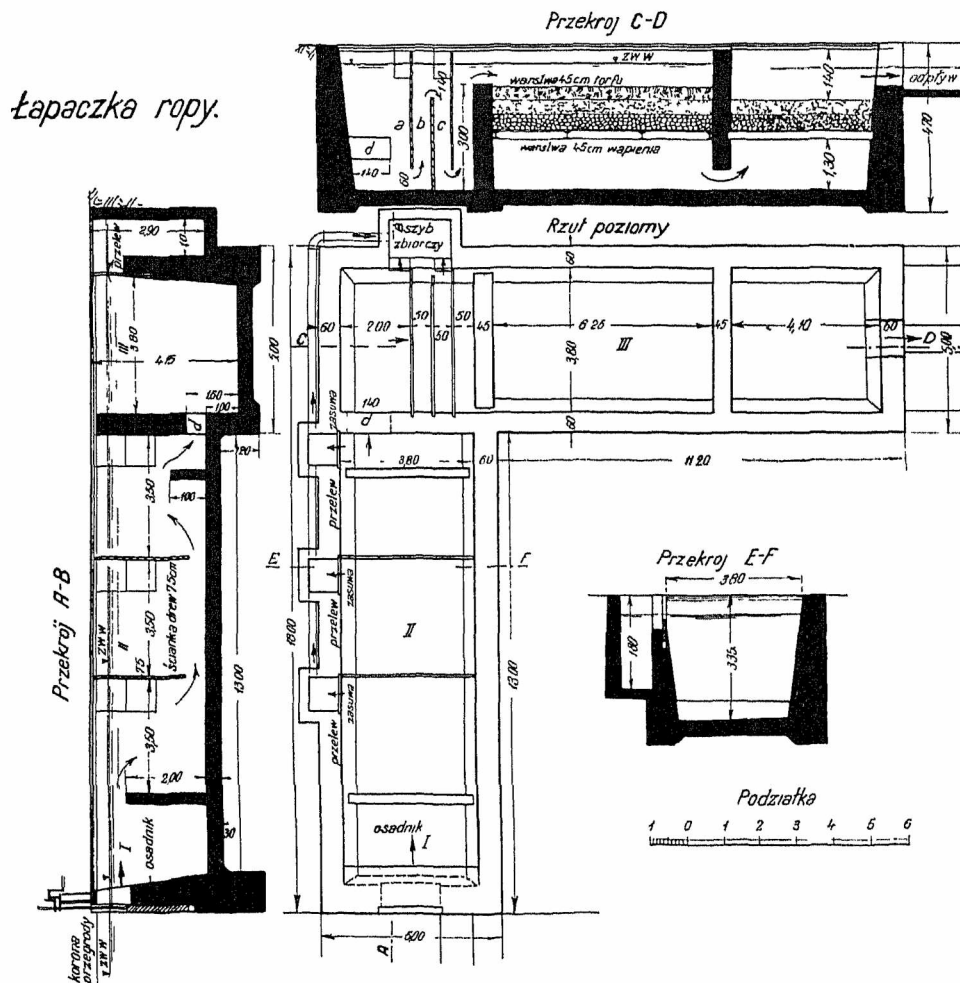
grody z upustem dla dolnych warstw wielkiej wody, względnie jazu, aby uniknąć wielkich prędkości w oddzielniku i jego wielkich wymiarów. Lepsze wyniki może tutaj dać prostokątna łapaczka ropy (rys. 2), obliczona dla chyżości maksymalnej około  $v=0,15 \text{ m/sek}$ .

Ujęta górna warstwa wody, spiętrzona przegrodą z upustem dla wielkiej wody, przepływa pod podniesioną zasuwą śluzy do I komory, mającej na celu osadzenie piasku i namułu, stąd woda przelewem dostaje się do właściwego oddzielnika, składającego się z dwu komór, II i III. Każda z nich ma po dwie ścianki działowe drewniane, nie sięgające do dna. Wskutek tego woda przepływa dołem, a na uspokojonym zwierciadle gromadzi się lżejszy od wody olej ziemny, zatrzymany drewnianą ścianką działową. Przed każdą ścianką działową umieszczone są z boku oddzielnika przelewy, przez które przepływa warstwa tłuszczu do małych zbiorników na olej, względnie ropy. Te przelewy regulowane są zależnie od

i zawiesin, a w końcu przez wolną komorę odpływa dolnym otworem do potoku.

Jak to powyżej przedstawiono, zebraną samoczynnie ropę odprowadza się zapomocą przelewu do małych studzienek i z nich kanalikiem do głównego szybu zbiorczego, skąd pobiera się ją do dalszej przeróbki. Ostatecznie można, jak to się u nas prawie wyłącznie praktykuje, zbierać ropę z powierzchni wody pompami ręcznymi, lub ściągać rurowciągiem ssącym, lecz jest to sposób droższy i wymagający więcej dokładności.

Przedstawiono tu dwa zasadnicze typy łapaczek olejów, z których typ pierwszy o głębokich zbiornikach (rys. 1) ma tę zaletę, że nie pozbawia się w nich cennych lekkich części olejów i żywicy, parujących zwykle na dużej otwartej przestrzeni oddzielnika typu drugiego. Jeszcze jeden typ mieszany (rys. 5) opisano poniżej, w części o oczyszczaniu wód porafinacyjnych. Typ ten jest wzorowany na łapaczce olejów rafinerji nafty w Jedliczu.



Rys. 2.

grubości oleju ręcznie, zapomocą małych zastawek, podnoszonych z dołu do góry, których wierzch stanowi krągły przelew. Komora III oddzielona jest ścianką betonową z otworem na dole, przed którym w komorze II umieszczony jest próg wysokości 1 m, który ma za zadanie osadzić pozostały piasek i muł, oraz kierować strugi wody w górę, aby jeszcze resztki oleju oddzieliły się i wypłynęły na powierzchnię, bo woda i tak musi zdyżać na dół do otworu „d”. To samo zadanie ma ścianka przelewowa „b” umieszczona na dole w III komorze między ściankami działowymi „a” i „b”. Drewnianymi ściankami „a” i „c” komory III-iej zostaje zatrzymana pojawiająca się warstwa oleju, która przepływa dwoma przelewami do szybu zbiorczego olejów. Pod ściankami temi przepływa woda przelewem na filtr, o trzech warstwach: torfu, koks i wapienia i w odwrotnym kierunku przez mniejszy filtr, osadzając na nich resztkę zanieczyszczeń

Teoretyczne zasady oddzielnika olejów są mało opracowane, a badania doświadczalne nieliczne, tak, że trudno poszczególnym typom przypisać pewne zalety i wady. Warto też zastanowić się, czy nie opłacałoby się zamiast jazu użyć w odpowiednio uregulowanej rzece, czy dużym potoku, łańcucha pontonów, przegubowo połączonych, podnoszących się wraz ze stanami wody. Przy ich pomocy możnaby ściągać ropę, zbierającą się na powierzchni wody do śluzy i oddzielnika. Zwłaszcza, należałoby przeprowadzić doświadczenia, czy nie byłoby korzystnym oddzielenie ropy, czy olejów, a nawet zawiesin ropnych w wodzie, na nowych łapaczkach olejów i tłuszczów, jakie projektowano i urządzono w oczyszczalni Essen-Rellinghausen i jakie coraz więcej są stosowane w rzeźniach, fabrykach konserw, przedziałniach wełny i oczyszczalniach miejskich. Oddzielają one tłuszcze, wydzielając je także jako zawiesiny z środkowych warstw

wody, a nie tylko zgarniając je na powierzchni, jak w łapczkach powyżej opisanych. Dzieje się to w ten sposób, że przez wodę, zebraną w lejkowatym zbiorniku, przeciska się z dołu powietrze, które porywa tłuszcze i inne ciała lżejsze zawieszone w wodzie, tworząc na powierzchni szumowiny w postaci piany, łatwej do zebrania.

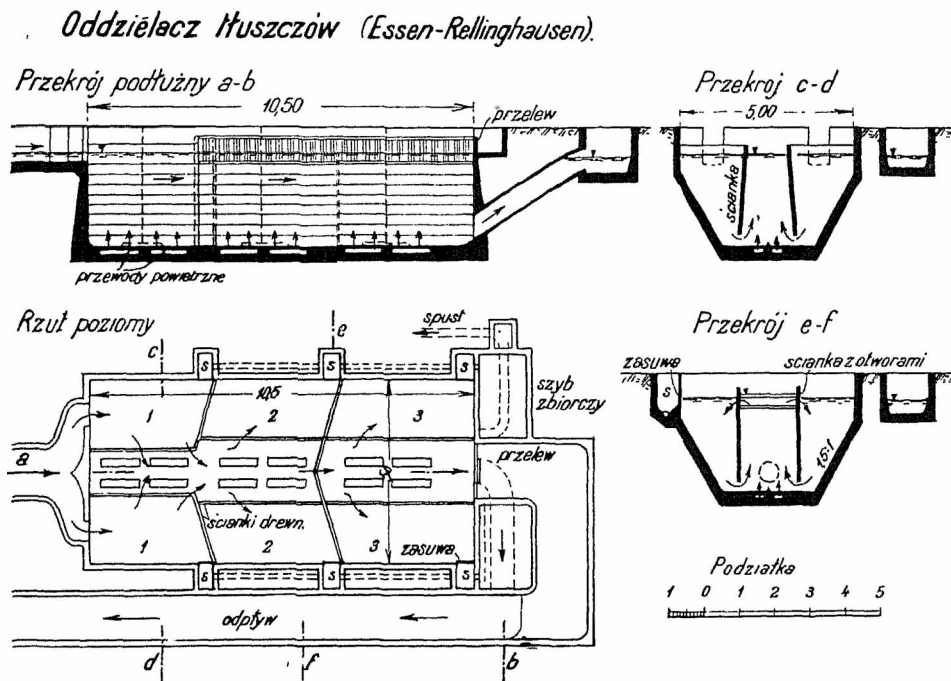
Rysunek 3-ci przedstawia typ oddzielnicy olejów, działającego przy pomocy powietrza. Zastosowany został w r. 1926 jako łapaczka tłuszczów w miejskiej oczyszczalni wód zużytych Essen-Rellinghausen<sup>1)</sup>. Oddzielnica ten składa się z sześciu komór, 1—3, o uspokojonym zwierciadle wody, leżących naprzeciw siebie, równoległe do biegnącej środkiem komory napowietrznej, a oddzielonej od poprzednich ściankami drewnianymi nie sięgającymi do dna. Do pierwszych dwu komór 1—1 dopływa woda kanałem, rozdzielającym się na dwa, a na uspokojonej powierzchni gromadzi się olej, przy czym ścianki działowe nie dopuszczają go dalej. Stąd przepływa woda popod ścianki działowe do komory napowietrzającej. Na jej dnie znajdują się otwory i płyty filtrujące, przez które

komór, celem wyczyszczenia, służy spust, który biegnie pod szybem zbiorczym.

Prędkość przepływu wody przez oddzielnicy, wypróbowany przez lat pięć, w Essen-Rellinghausen, wynosi około 5 minut. Zużycie powietrza wynosi  $0,1 m^3$  na  $1 m^3$  wody. Dotychczas udało się wydobyć przeciętnie około 60 l zawieszonych tłuszczów dziennie, czyli około 2 l na  $1000 m^3$  wody odpadkowej. Zawartość tłuszczu w zawieszinach waha w granicach 45—60‰, z tego około 22‰ nadaje się do zmydlenia.

Jak już wspomniano, dalszym źródłem zanieczyszczenia wód mogą być znajdujące się na kopalniach rurociągi, tłocznie i zbiorniki ropy, czasem w stopniu bardzo poważnym. Zdarza się to przy pękaniu rurociągu, w razie użycia słabych rur, nie wytrzymałych ciśnienia, nieracjonalnych przekroczeniach dróg i rzek, niestarannym przeprowadzeniu odgałęzień, lub niedbałym czyszczeniu rurociągu przy zatkaniu parafiną, jak również przy nieszczelnościach połączeń, zasuw, braku odpowiednich skrzyń przy zasuwach i t. p.

Niedomagania te można sprowadzić do minimum



Rys. 3.

stale włącza się powietrze sprężone. Wskutek działania powietrza w komorze, które sprawia tworzenie się emulsji powietrznej z wodą i lżejszymi od niej olejami, podnosi się zwierciadło wody i cienka lżejsza warstwa wierzchnia przelewa się do komór 2—2, przez otwory przelewowe urządzone górą w ściance działowej, nie sięgającej dna. Tutaj zwierciadło wody uspokaja się, cięższa od olejów woda opada na dół, a ponieważ komory 2—2 oddzielone są zupełnie od sąsiednich komór 1—1 i 3—3, woda z powrotem dostaje się popod ściankę działową do komory napowietrzającej, przedzielonej ścianką z otworem na dnie, aby nie dopuścić olejów do drugiej części. Przez takie kilkakrotne krążenie wody z komór 2—2 i 3—3 do komory napowietrzającej i z powrotem oddziela się zupełnie warstwa olejów w komorach 1—1, 2—2 i 3—3 i gromadzi się na spokojnym zwierciadle, skąd przelewa się otworami bocznymi regulowanymi małymi zasuwami, do studzienek „s”. Z nich dopiero przepływa olej do szybu zbiorczego, zaś woda odpływa otworem umieszczonym w dole w kierunku powrotnym. Ponadto do opróżnienia

przy energicznym i stanowczym postępowaniu władz, kontrolujących wykonanie warunków konsensów, w drodze represyj karnych. Warunki urządzeń rurociągów i tłoczni określa szczegółowo instrukcja Starostwa górniczego w Krakowie z r. 1909.

Podobnie też, przez staranne urządzenie tłoczni i zbiorników ropy na kopalniach, można zapobiec zaciekananiu ropy, później w czasie deszczów splukiwanej; zwłaszcza, urządzenie zbiorników ziemnych musi być bardzo staranne. Zamknięcie zbiorników powinno być podwójne, zgodnie z przepisami policyjnymi ze względu na pożar, poza to należy wykonać należyte odważowanie zbiorników.

Niestety stan tych urządzeń pozostawia wiele do życzenia, a braki te powinny władze usunąć na podstawie rewizji wszystkich istniejących urządzeń. Na konieczne i pilne uporządkowanie tego zagadnienia jest odpowiedni obecny czas zastoju w przemyśle naftowym, a później, w czasie wzmocnienia produkcji, będzie również konieczną dalszą konsekwentna działalność władz górniczych i wodnych.

O ilości ropy płynącej potokami i strumykami Borysławia i Mraźnicy najlepiej mówią cyfry statystyki

<sup>1)</sup> Ing. Franz Fries: „Die Kläranlage Essen-Rellinghausen und die Auswirkung ihrer letzten Erweiterung“. Gesundheits-Ingenieur, R. 1931, Nr. 45, str. 663.

naftowej stacji geologicznej w Borysławiu. Tak np. w 1928 r. oddały łąpaczki następujące ilości ropy:

„Hubicze“	w lutym 51.313 kg	w grudniu 220.332 kg
„Limanowa“	6.247 „	135.145 „
„Tekrin“	267.434 „	319.849 „

Natomiast łąpaczki państwowe na Łoszeni i Tyśmienicy w r. 1928 nie oddały całkiem ropy, mimo, że w latach wojennych w czasie wielkiego zapotrzebowania ropy sama łąpaczka na Tyśmienicy dawała mies. 50 tonn ropy.

W ostatnim kwartale 1926 r oddały łąpaczki:	
w Borysławiu	1.725.323 kg ropy
państwowa na Tyśmienicy w Modryczu	214.723 „ „
„Hubicze“	568.098 „ „

Są to, z wyjątkiem państwowej łąpaczki w Modryczu, prymitywne łąpaczki, jak to powyżej opisano. Widać zatem, że chwyla się ropę w sposób prymitywny na ściekach i strumykach, tam gdzie się to dobrze opłaca, nie troszcząc się zupełnie o mniej popłatne chwytanie ropy na innych zwłaszcza większych potokach. Powoduje to zmniejszenie rentowności kosztownych łąpaczek na Tyśmienicy i Łoszeni i zaniechanie urządzenia łąpaczek wzorowych. Stan zaś tych łąpaczek, uszkadzanych zawsze przez każdą większą wodę, przyczynia się do większego zanieczyszczania wielkich wód, trudniejszych do oczyszczenia, a właśnie zalewających uprawne grunta i osadzających na nich ropę, która niszczy kulturę rolną na dłuższy czas. (Dok. nast.).

## Wiadomości z literatury technicznej.

### Gospodarka energetyczna.

(Krótkie wiadomości z całego świata).

— **Elektryfikacja w Armenji.** Dnia 15 listopada 1932 r. oddano do użytku siłownię Dzorages pod Kalageran, którą budowano cztery lata. Zakład ten leży w głębokim wąwozie u zbiegu potoków górskich Dzoraget i Debedoget. Zużycie wody  $16 m^3/s$ , zbiornik o  $200.000 m^3$  pojemności, produkcja  $22.500 kW$ . Zakład ten powiększa dotychczasową roczną produkcję Armenji wynoszącą 60 milj.  $kWg$  o dalsze 86 milj.  $kWg$ . Koszt  $1 kWg$  wynosi 1,4 kop. Produkcję tego zakładu zużywa rolnictwo, przemysł i kolej, mianowicie najciężniejszy odcinek kolei transkaukaskiej na przestrzeni Leninakan-Tyflis został zelektryfikowany.

— **Elektryfikacja niemieckich kolei.** Prezydent kolei państwowych w Niemczech zawiadomił Krajową Radę Kolejową na posiedzeniu w Stuttgarcie, że elektryczny ruch kolejowy zostanie otwarty z początkiem czerwca b. r. na odcinku Ulm-Stuttgart a 15 maja na odcinku Monachjum-Ulm, oraz ruch podmiejski na odcinku Stuttgart-Ludwigsburg.

— **Elektryfikacja w Jugosławji.** Rząd jugosłowiański zamierza zelektryfikować północną część państwa leżącą na północ od Dunaju i Sawy (dawny zabór węgierski). W tym celu projektowana jest w pobliżu państwowych kopalni węgla brunatnego pod Vrdnik, siłownia wodna o mocy  $22.000 kW$  kosztem 26,17 milj. zł. (100 dinarów = 11,9 zł.). Również przewidziana jest budowa odpowiedniej sieci rozdzielczej.

Powyższe wiadomości podaje E. T. Z. Nr. 1 i 2 ex 1933 w rubrykach *Energiewirtschaft* i *Aus letzter Zeit*.

Dr. A. P.

## RECENZJE I KRYTYKI.

**Prof. M. Rybczyński, Prof. Dr. K. Pomianowski i Doc. Dr. K. Wóycicki: „Hydrologja“. Część I: Opad — odpływ.** Warszawa, 1933 r. Wydawnictwo Tow. Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej.

Wymienieni wyżej profesorowie Politechniki Warszawskiej i docent tej szkoły podjęli wydanie podręcznika hydrologji. Według przedmowy autorów podręcznik ma obejmować te wiadomości z hydrologji, które są potrzebne przy projektowaniu lub prowadzeniu robót z działy budownictwa wodnego.

Całość przedmiotu jest podzielona na 3 części: Część I. obejmuje część ogólną hydrologji t. j. opis zjawisk związanych z krążeniem wody od opadu do odpływu; w części II. mają być przedstawione szczegóły z hydrografji i hydrometriji; wreszcie część III. ma być kompletnym podręcznikiem obliczeń, związanych z projektami z działy budow-

nictwa wodnego, zatem ma zawierać hydromechanikę i hydraulikę.

Obecnie ukazała się część I. podręcznika, zatytułowana: Opad — odpływ (stron 240). Obejmuje ona najpierw dział o opadach atmosferycznych, przyczem autorowie omawiają szczegółowo temperaturę powietrza z uwzględnieniem stosunków polskich, sprawę pary wodnej w atmosferze powstawania opadów, oraz charakterystykę opadów w Polsce, zwłaszcza opadów nawalnych. Następnie autorowie omawiają szczegółowo sposoby pomiarów i obliczenia opadów. Dalszy rozdział wypełniają rozważania tzw. strat opadów, więc parowania i przesiąkania wody, oraz wpływu roślinności. W następnym rozdziale mamy przedstawioną szczegółowo sprawę odpływu; omówiono analizę odpływu, spólczynnik spływu i podano formuły na średni odpływ w postaci bilansu wodnego.

Po tem przygotowaniu materiału autorowie przystępują do omówienia obliczenia przepływów charakterystycznych na podstawie opadów, więc wód niskich, średnich i wielkich, podając odnośne formuły. Osobny ustęp poświęcono sprawie wód burzowych w miejskiej sieci kanalizacyjnej, co może należało pomieścić raczej w części II.

Wreszcie w ostatnim rozdziale podano zasady teorii prawdopodobieństwa w zastosowaniu do obliczeń hydrologicznych.

Jak widzimy przedmiot jest opracowany bardzo obszernie, przyczem podano bardzo wiele z literatury polskiej i uwzględniono w wielkim rozmiarze literaturę amerykańską.

Oczywiście trzeba być bardzo ostrożnym w stosowaniu u nas wyników doświadczeń amerykańskich ze względu na znaczne różnice klimatyczne, na co zresztą zwracają uwagę także autorowie. Ten wzgląd jest zdaje się powodem, że unika się u nas formuł amerykańskich, a stosuje chętniej formuły niemieckie, jako z kraju klimatycznie bardziej nam znanego i do naszego najwięcej podobnego.

Najmniej szczęśliwie opracowane wydają mi się ustępy o wodzie podziemnej i wpływie roślinności.

Bardzo celowem jest wprowadzenie do hydrologji rachunku prawdopodobieństwa, który wcisnął się już nietylko do badań przyrodniczych, ale nawet do badań ekonomicznych. Rzecz jest jednak może zanadto zwięzłe przedstawiona.

Wreszcie daje się zauważyć brak dokładnego zestawienia literatury przedmiotu.

Autorowie nie podają, jak rozdzielili między siebie pracę autorską.

Cieszyć się należy, że publikacja ta ukazała się u nas zwłaszcza, że jest to dopiero druga w tym przedmiocie i że poprzednia (prof. Rychtera: „Robót Wodnych“ Część I. Pomiarów wodne — Rowy i Kanały) pochodzi jeszcze z r. 1894. Pełną wartość wydawnictwa będzie można ocenić należycie, gdy się ukazą części II. i III. *Prof. Dr. Adam Rożański.*