CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXXV. Lwów, dnia 25 września 1917. Nr. 10.

TREŚĆ: Dr. Norbert Haponowicz: Teorya krzywych spiętrzenia. — Stella-Sawicki: Graficzne wyznaczenie średniej arytmetycznej oraz wyrównanie figur błędu metodą prof. dra Tichy'ego. (Dokończenie). Sprawozdanie Centrali krajowej dla gospodarczej odbudowy Galicyi. — Sprawy bieżące.

Dr. Norbert Haponowicz.

Teorya krzywych spiętrzenia [1].

Wstęp. Mimo obszernej już dziś literatury o krzywej spiętrzenia wody w korytach naturalnych nie możemy z dotychczasowych rezultatów tych prac być zadowoleni. Pomijając najdawniejsze badania Dubuat'a, d'Aubuisson'a [2]) i innych, które dla krzywej spiętrzenia przyjmują kształty z góry obrane, zwykle parabole, które zatem właściwie na miano teoryi nie zasługują — rozróżnić możemy wogóle dwa kierunki tych badań: Jedne, zrzekając się analitycznego traktowania przedmiotu, przez dzielenie biegu rzeki na części dostatecznie krótkie i obliczenie w tych partyach spadków zwierciadła według znanych prawideł ruchu wody w korytach, dążą do wyznaczenia — metodą mechanicznej kwadratury, — kolejnych punktów zwierciadła spiętrzonego; ta metoda zainicyowana przez Belanger'a [3]), przekształcana wielokrotnie w celu ujęcia jej w formę najwygodniejszą dla rachunku liczbowego, znalazła ostateczne doskonałe opracowanie we wzorze prof. Fliegner'a i licznych sposobach graficznych. Inną znów drogą kroczyli Dupuit, Bresse, a w nowszych czasach Tolkmitt [4]). Ci, przyjmując matematycznie określony kształt koryta, całkowanie potrzebne do wyznaczenia spiętrzonego zwierciadła przeprowadzili analitycznie.

Porównując przedstawione sposoby rozwiązania zagadnienia, powiedzieć możemy, że sposób mechanicznej kwadratury ma tę wielką zaletę, iż uwzględnia dokładnie rzeczywisty kształt przekroju poprzecznego koryta, podczas gdy sposób analityczny oparty jest na przecięciu pewnego kształtu matematycznego, który nieraz znacznie od rzeczywistego się różni. Tak np. Dupuit i Bresse przyjmują dla koryta przekrój prostokątny, Tolkmitt paraboliczny. Dalej teorye te oparte są na prostym wzorze de Chézy-Brahms'a na chyżość przepływu wody

$$v = k\sqrt{RI},$$

gdzie R oznacza t. zw. promień hydrauliczny, t. j. stosunek powierzchni przekroju koryta do obwodu zwilżonego, I spadek jednostkowy zwierciadła wody, wreszcie spółczynnik k wartość — jak to doświadczenia okazały — zmienną, zależną przedewszystkiem od R. Posiadamy szereg wzorów empirycznych określających tę zależność, ale badania krzywej spiętrzenia oparto na pierwotnym wzorze de Chèzy-Brahms'a, w którym ten spółczynnik występuje jako stały [1]). To upraszczające przyjęcie jest drugą przyczyną wpływającą na niedokładność sposobów analitycznych. Z drugiej jednak strony mechaniczna kwadratura wymaga tak olbrzymiego wkładu pracy, że w praktycznych przypadkach często zrzekamy się większej dokładności i liczymy według wzorów analitycznych.

Brak teoryi analitycznej nieskażonej tymi błędami daje się poważnie odczuwać nawet w praktyce inżynierskiej. Widać na pierwszy rzut oka, że podobna ścisła teorya nie jest wogóle możliwa, a to ze względu na niemożliwość analitycznego traktowania przekrojów ograniczonych krzywemi nie-analitycznemi albo łamanemi liniami. Że jednak możliwa jest teorya, która z dokładnością dla praktyki zupełnie wystarczającą odda stan rzeczywisty, o tem przekona nas następujące rozpatrywanie.

Porównajmy kilka przykładów przeliczonych według wzorów Rühlmann'a (pod tą nazwą znany jest w literaturze niemieckiej wzór Dupuit'a) i Tolkmitta, z których pierwszy jest oparty na przyjęciu koryta prostokątnego, drugi parabolicznego; z porównania wynika, że różni a między spiętrzeniami obliczonemi według tych wzorów są niewielkie. W granicach praktyki inżynierskiej wynoszą zaledwie kilka do kilkunastu centymetrów, i to — co dla nas przedewszystkiem ma znaczenie — większe odchyłki, występują tylko w tych partyach krzywych,

[1]) Autor pracy śp. Norbert Haponowicz, jeden z najwybitniejszych słuchaczów naszej politechniki, ukończył wydział inżynieryi wodnej, był asystentem katedry astronomii i w ciągu studyów ogłosił już kilka wybitnych prac. W r. 1914 złożył II. egzamin państwowy oraz doktoryzował się, a praca ta była dysertacyą doktorską. Bezpośrednio potem rozpoczął służbę wojskową, a 21. VII. 1915 poległ na froncie włoskim na górze Krn. *M. M.*

[2]) Dubuit: Principes d'hydraulique et d'hydrodynamique. Paris 1779. D'Aubuisson: Hydraulique, 1840.

[3]) Essai sur la solution numérique de quelques preblèmes relatifs au mouvement des eaux courantes, 1828.

[4]) Dupuit: Études théor. et prat. sur le mouv. d. eaux cour., 1848. Bresse: Cours de mécanique appliquée, 1860. Tolkmitt: Wasserbaukunst.

[1]) O ile mi wiadomo, tylko Grashof w swej „Theoretische Maschinenlehre" a za nim Bubendey w „Praktische Hydraulik" (Hndbch. d. Ingwiss. III. 1.) próbowali wprowadzić zmienną wartość k. Jednak sposób, w jaki tę zmienność uwzględnili, nie jest ścisły. Wykonują mianowicie całkowanie wyrażenia zawierającego k tak, jakby ono było stałe. Por. końcowy ustęp w Bubendey'u loc. cit. §. 12.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

w których spiętrzenia mają mniejsze i średnie wartości. Zjawisko to nie trudno wytłumaczyć. Ze wzrostem głębokości rośnie wprawdzie promień hydrauliczny R, oraz spółczynnik k, nieporównanie szybciej jednak rośnie powierzchnia przekroju, a temsamem maleje chyżość v. O ile pominiemy wpływ bezwładności wody, możemy do ruchu spiętrzonej wody stosować wzór de Chézy-Brahms'a. Wówczas łatwo poznać, że spadek zwierciadła jest wprost proporcyonalny do kwadratu prędkości, odwrotnie proporcyonalny zaś do promienia hydraulicznego i do kwadratu spółczynnika k. Wszystkie zmienne wpłyną zatem silnie na pomniejszenie spadku jednostkowego zwierciadła. Dla nieco większych spiętrzeń zwierciadło ustali się więc według krzywej niewiele różnej od prostej poziomej. W tych partyach będą się wprawdzie spadki jednostkowe liczone na podstawie przyjęcia dwóch koryt o różnych kształtach znacznie różniły co do wartości stosunkowej (ich stosunek będzie znacznie różny od jedności), wobec jednak nader małej wartości tych spadków różnice rzędnych zwierciadeł będą również bardzo małe.

Z poprzedniego rozważania wynika, że teorya w takim tylko razie dobrze przedstawiać będzie rzeczywisty stan rzeczy, jeżeli dostosowana jest do stosunków zachodzących przy spiętrzeniach niewielkich. Dla małych spiętrzeń jednak jesteśmy w możności podać bardzo dobre przybliżone związki podające zmianę powierzchni przekroju, spółczynnika k i promienia hydraulicznego ze wzrostem spiętrzenia w postaci szeregów potęgowych, te zaś ostatnie możemy znów o ile chodzi o małe wartości spiętrzenia zastąpić innemi wyrażeniami analitycznemi, oddającemi początkowe wyrazy tych szeregów, i w ten sposób umożliwić całkowanie równania różniczkowego krzywej spiętrzenia.

Na tej zasadniczej myśli dostosowania wzorów do małych spiętrzeń oparłem przedstawioną poniżej teoryą krzywej spiętrzenia, w której uwzględniłem zarówno charakter przekroju rzeki w badanem miejscu, jak i zmienność spółczynnika k. Wychodząc ze znanych praw niejednostajnego ruchu wody w korytach, wyprowadziłem równanie różniczkowe określające krzywą spiętrzenia (Nr. 1). Występujące w tym równaniu stosunki powierzchni przekroju, względnie spółczynnika k i promienia hydraulicznego przed spiętrzeniem do odpowiednich wartości po spiętrzeniu należałoby wyrazić jako funkcye spiętrzenia y a więc odstępu zwierciadła spiętrzonego. Przyjmując narazie koryta naturalne rzek, w których promień hydrauliczny może być przyjęty jako równy średniej głębokości, wykazałem, że przekrój poprzeczny można do celów teoryi spiętrzenia scharakteryzować jedną liczbą φ, którą nazwałem cechą przekroju (Nr. 2). W dalszym ciągu ustawiłem podobnie prosty związek wyrażający zmienność spółczynnika k, związek, w którym występująca liczba ε jest mało zmienna, zależna od średniej głębokości i może być według wzorów empirycznych na k obliczona (Nr. 3). Mając to mogłem przystąpić do całkowania równania i ustawienia tablic ułatwiających obliczenie spiętrzeń (Nr. 4—6). Dla ułatwienia obliczenia krzywych spiętrzenia skonstruowałem nomogram na zasadzie, która może być również stosowana do wzorów Bresse'a i Tolkmitt'a (uwzględniających bezwładność cieczy) (Nr. 7). Zajmuję się dalej pewnemi uproszczeniami, których rezultatem jest bardzo prosty przybliżony wzór na spiętrzenie (Nr. 8) i twierdzenie, na podstawie którego można obliczać spiętrzenie dla dowolnych przyjęć co do koryta i zmienności spółczynnika k, gdy mamy ustawione tablice dla jednego przyjęcia (Nr. 9). Porównanie szeregu bezpośrednich pomiarów na Wełtawie i na kanale Dunaju z teoryą okazuje, że odchyłki obliczonych spiętrzeń leżą zupełnie w obrębie granicy błędów przypadkowych — dalej, że nawet przybliżony wzór z ustępu 8. lepiej zgadza się z pomiarami, niż wzory Rühlmann'a i Tolkmitt'a (Nr. 11). Korzystając z pomiarów wykonanych na Wełtawie przez Tolmana z wielką precyzyą, próbuję następnie rozstrzygnąć kwestyę sporną, czy w równaniu niejednostajnego ruchu wody należy uwzględnić bezwładność wody, wzgl. jaką jej część, jednak z wynikiem jeszcze niezupełnie zadowalającym (Nr. 12). Wyprowadzam wreszcie wzory ogólne na spiętrzenie, ważne także dla koryt sztucznych, w których promień hydrauliczny znacznie różni się od średniej głębości (Nr. 13).

1. Równanie różniczkowe krzywej spiętrzenia. Zjawisko spiętrzenia występuje jak wiadomo wtedy, gdy do koryta rzeki lub kanału wprowadzono w pewnem miejscu przeszkodę, powodującą podniesienie zwierciadła wody. To zakłócenie miejscowe regularnego spływu wody przenosi się na górne partye biegu rzeki i powoduje podniesienie stanu wody, gubiąc się z odległością od przeszkody. Krzywą, według której zwierciadło wody się ustala, nazywamy krzywą spiętrzenia. Jasnem jest, że chyżość wody w partyi spiętrzonej jest zmienna; musimy więc do niej stosować wzory dla ruchu niejednostajnego wody. Związek ten opiewa [1])

$$I' = \frac{\alpha}{g}\frac{v'\,dv'}{dl} + \frac{v'^2}{k'^2 R'}. \qquad (1)$$

We wzorze tym i następnych rozumiem przez I spadek jednostkowy zwierciadła, g przyspieszenie ziemskie, α spółczynnik uwzględniający niejednostajny rozkład prędkości w przekroju poprzecznym ($\alpha > 1$ teoretycznie; por. tu Nr. 12), k spółczynnik wzoru de Chèzy-Brahms'a, R promień hydrauliczny — wszystkie wielkości dla stanu wody niespiętrzonego. Te same oznaczenia z kreską ($I'\ v'\ k'\ R'$) dla zwierciadła spiętrzonego. Ostatnie wartości są wszystkie zależne od spiętrzenia y t. j. odstępu obu zwierciadeł wody (fig. 1). Aby więc całkować równanie (1), musimy wszystkie wielkości wyrazić przez tę jedyną zmienną niezależną y.

Zważmy, że objętość wody Q przepływająca w jednostce czasu po spiętrzeniu jest ta sama, zatem

$$Q = Fv = F'v',$$

gdy przez F i F' rozumiemy powierzchnię koryta przed i po spiętrzeniu. Z ostatniego związku wynika

$$\frac{v'}{v} = \frac{F}{F'}, \qquad v'^2 = \frac{F^2 v^2}{F'^2} \qquad (2)$$

skąd

$$\frac{v'\,dv'}{dl} = -\frac{F^2 v^2}{F'^3}\cdot\frac{dF'}{dl} = -\frac{F^2 v^2}{F'^3}\frac{dF'}{dy}\frac{dy}{dl}$$

Przy podniesieniu się zwierciadła o dy przyrost powierzchni przekroju wynosi

$$dF' = b'\,dy,$$

gdzie b' oznacza szerokość zwierciadła spiętrzonego.

[1]) Ścisły dowód tego związku nie jest prosty. Vide Bubendey „Praktische Hydraulik" §. 10. równanie 37.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Zważywszy dalej, że $\frac{F'}{b'}=t'$, t. zw. średniej głębokości, możemy napisać

$$\frac{v'\,dv'}{dl}=-\frac{F^2v^2}{F'^2}\cdot\frac{dl}{t'\,dl}$$

a ponieważ przed spiętrzeniem ruch był jednostajny,

$$v=k\sqrt{RI},\qquad I=\frac{v^2}{k^2R},\tag{4}$$

więc po wstawieniu otrzymujemy

$$\frac{v'\,dv'}{dl}=-\left(\frac{F}{F'}\right)^2\frac{k^2RI}{t'}\cdot\frac{dy}{dl}.$$

Drugi wyraz w równaniu (1) można napisać z uwzględnieniem związków (2) i (4)

$$\frac{v'^2}{k'^2R'}=\frac{\left(\frac{v'}{v}\right)^2}{\left(\frac{k'}{k}\right)\cdot\left(\frac{R'}{R}\right)}\cdot\frac{v^2}{k^2R}=\frac{\left(\frac{F}{F'}\right)^2}{\left(\frac{k'}{k}\right)\frac{R'}{k}}\cdot I.$$

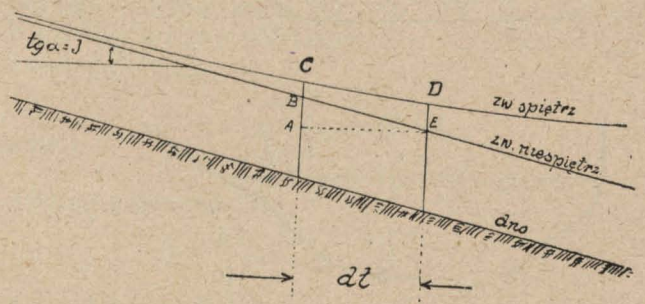


fig. 1.

Według szkicu (fig. 1) spadek zwierciadła spiętrzonego

$$I'=\frac{AC-DE}{dl}=\frac{AB+BC-DC}{dl}=\frac{Idl+y-(y+dy)}{dl}=I-\frac{dy}{dl}$$

zatem równanie różniczkowe (1) przedstawi się ostatecznie w postaci

$$I-\frac{dy}{dl}=-\frac{a}{g}\left(\frac{F}{F'}\right)^2\frac{t}{t'}\,\frac{k^2RI}{t}\,\frac{dy}{dl}+\left(\frac{F}{F'}\right)^2\left(\frac{k}{k'}\right)^2\frac{R}{R'}I.\tag{5}$$

W równaniu tem występują już tylko wielkości stał I, k, R, t i stosunki tychże wartości po spiętrzeniu do pierwotnych. Stosunki te musimy — jak już wspomniałem — wyrazić jako funkcye spiętrzenia y.

2. Badanie przekroju poprzecznego koryta. W poprzednim ustępie znaleźliśmy związek

$$\frac{dF'}{dy}=b',\quad\text{skąd } F'=\int b'\,dy,$$

a że dla $y=o$ mamy $F'=F$, zatem

$$F'=F+\int_o^y b'\,dy.$$

Przeprowadźmy przez punkty A i C a podobnie przez B i D (fig. 2) proste aż do ich punktu przecięcia się O; wówczas z figury łatwo odczytamy związek

$$\frac{b'}{b}=\frac{h+y}{h}$$

czyli

$$b'=b+\frac{b}{h}\cdot y.$$

Odpowiednio do wywodów we wstępie poczynionych przypuśćmy, że spiętrzenie ma małą wartość, że zatem proste AC i BD niewiele różnią się od stycznych poprowadzonych do profilu w punktach A i B. Jeżeli więc punkt O znajdziemy jako punkt przecięcia się stycznych, związek

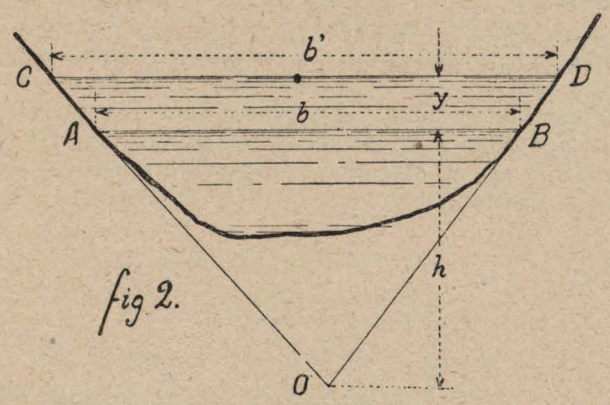


fig. 2.

wyprowadzony będzie tylko przybliżony; będzie poprostu przedstawiał dwa pierwsze wyrazy szeregu potęgowego, określającego b'. Napiszmy zatem

$$b'=b+\frac{b}{h}\cdot y+\ldots\text{ wyrazy } y^2,\ y^3 \text{ itd.}$$

a wtedy

$$F'=F+\int_o^y b'\,dy=F+by+\frac{b}{2h}y^2+\ldots\text{ wyrazy } y^3, y^4 \text{ itd.}$$

czyli

$$\frac{F'}{F}=1+\frac{b}{F}\cdot y+\frac{b}{F}\cdot\frac{y^2}{2h}+\ldots.$$

Wprowadzając tu związek

$$\frac{F}{b}=t$$

określający średnią głębokość przed spiętrzeniem otrzymujemy

$$\frac{F'}{F}=1+\frac{y}{t}+\frac{y^2}{2ht}+\ldots$$

Wyrażenie to w tych samych granicach dokładności zastąpić można innem, o formie bardziej zwartej

$$\left(1+\varphi\frac{y}{t}\right)^{\mu}$$

gdzie spółczynniki φ i μ znajdziemy, rozwijając ostatnie wyrażenie w szereg potęgowy

$$\left(1+\varphi\frac{y}{t}\right)^{\mu}=1+\varphi\mu\frac{y}{i}+\frac{\mu(\mu-1)}{2}\left(\varphi\frac{y}{t}\right)^2+\ldots$$

i żądając równości odpowiednich wyrazów; mamy

$$\varphi\mu=1$$

$$\frac{\mu(\mu-1)}{2}\varphi^2=\frac{t}{2h}$$

skąd

$$\mu=\frac{1}{\varphi},\quad\text{dalej } \varphi=1-\frac{t}{h}.\tag{6}$$

Z dokładnością do wyrazów rzędu 2-go włącznie jest zatem

$$\frac{F'}{F}=\left(1+\varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{1}{\varphi}}\tag{7}$$

Przez zróżniczkowanie otrzymujemy stąd

$$b'=\frac{dF'}{dy}=F.\frac{d}{dy}\left(1+\varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{1}{\varphi}}=\frac{F}{t}\left(1+\varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{1}{\varphi}-1}=$$

$$=b\left(1+\varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{1}{\varphi}-1}.\tag{8}$$

Równanie to określa poniekąd kształt przekroju poprzecznego. Możemy z niego bowiem dla rozmaitych y obliczać odpowiednie b', a jeżeli przekrój jest symetryczny, wielkości te nanosić syme-

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

trycznie do osi. Przekonamy się łatwo, że dla $\varphi=1$ wynika prostokąt, $\varphi=0{,}9$ parabola 9-go rzędu, $\varphi=\frac{2}{3}$ parabola rzędu drugiego, $\varphi=\frac{1}{2}$ trójkąt, $\varphi=0$ logarytmika. W fig. 3. wykreśliłem te przekroje i wypisałem największe głębokości w przypuszczeniu, że średnia głębokość $t=1$. Zwrócić tu jednak należy uwagę, że przekrój koryta może być zupełnie od tych kształtów różny, a mimoto wzór (7) może być ściśle do niego stosowany, jeżeli tylko przyrost powierzchni ze spiętrzeniem odbywa się według tego samego prawa.

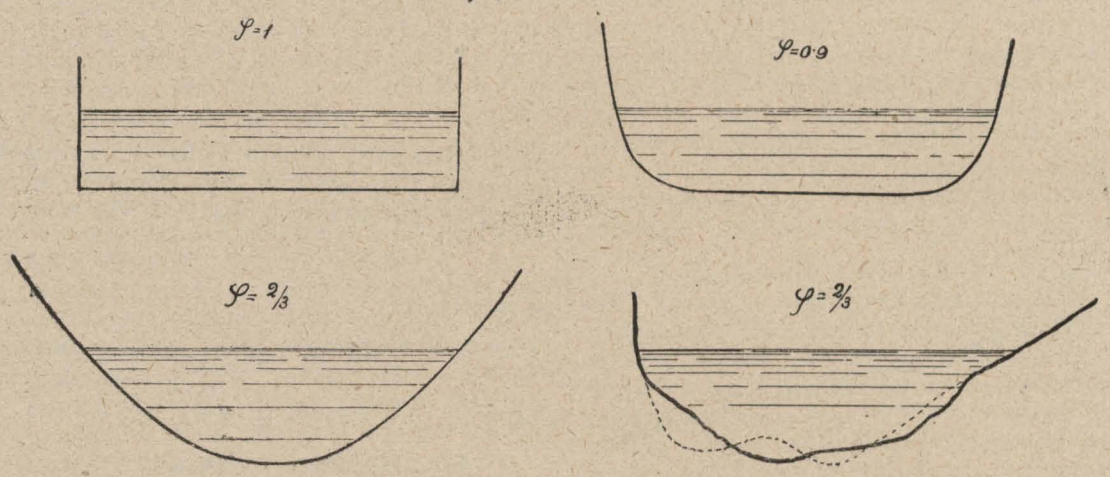
Ograniczmy się na razie do koryt naturalnych. Jest to przypadek najczęstszy stosowania teoryi krzywej spiętrzenia. Otóż wówczas możemy obwód zwilżony położyć równy szerokości zwierciadła, a temsamym promień hydrauliczny) jako stosunek powierzchni przekroju do obwodu zwilżonego) równy średniej głębokości

$$R'=t' \qquad R=t$$

a więc

$$\frac{R'}{R}=\frac{t'}{t}=1+\varphi\frac{y}{t}. \tag{9}$$

fig. 3.



N. p. nieregularny napozór przekrój a jest równowarty parabolicznemu. Partya przekroju pod zwierciadłem spiętrzonem położona może być wogóle najdowolniejszego kształtu bez wpływu na spiętrzenie[1]).

Z poprzedniego wywodu wynika, że przekrój koryta naturalnego można dla celów teoryi krzywej spiętrzenia scharakteryzować średnią głębokością t i jedyną liczbą φ, którą nazywać będę cechą przekroju. Gdy dany jest przekrój koryta w badanem miejscu, łatwo znaleść jego cechę, kreśląc w punktach A i B (fig. 2) styczne do obwodu aż do przecięcia się w O, zmierzyć odstęp h tego punktu od zwierciadła niespiętrzonego, a wtedy według (6)

$$\varphi=1-\frac{t}{h}.$$

Równie łatwo znaleść można tę cechę, gdy przy dwóch różnych stanach wody zmierzono szerokości zwierciadeł b i b'. Mamy bowiem w przybliżeniu

$$\frac{b'}{b}=\frac{y+h}{h}=1+\frac{y}{h}$$

skąd

$$\frac{1}{h}=\frac{b'-b}{by}$$

a więc ostatecznie

$$\varphi=1-\frac{b'-b}{b}\cdot\frac{t}{y}. \tag{10}$$

W ten ostatni sposób wyznaczałem cechy dla skanalizowanej Wełtawy (por. ustęp Nr. 11).

3. Zależność spółczynnika k od spiętrzenia.

W równaniu (5) występuje jeszcze jedna wielkość zależna od spiętrzenia, mianowicie stosunek spółczynników k' i k. W dotychczasowych badaniach przyjmowano ten stosunek równy jedności (co do

---

[1]) Ten wniosek oparty na ogólnie przyjętym obecnie wzorze de Chézy-Brahms'a nie jest według wszelkiego prawdopodobieństwa ścisły. Pochodzi to stąd, że średnia głębokość nie jest dobrą charakterystyką przekroju, — że więc dwa koryta o tejsamej średniej głębokości, spadku i szorstkości prowadzą różne objętości wody w zależności od swego kształtu. Sami autorowie wzorów empirycznych niedowierzając tej średniej głębokości, żądają, by dla profilów złożonych z dwóch lub więcej części o znaczniejszych różnicach w głębokości, liczyć objętości przepływające przez każdą z części osobno. Nasunęło mi to myśl wprowadzenia innego określenia „miarodajnej" głębokości. Według wszystkich wzorów empirycznych prędkość zależy od głębokości mniej więcej w potędze $^3/_4=0{,}75$ (według wzoru Hermanka i Matakiewicza dawniejszego, około 0·70 według wzoru Lundgroen'a). W pewnym profilu możemy więc prędkości średnie w pionowych paskach położyć równe $v=C\,.\,t^{3/4}$. Na szerokości paska dx przepływa zatem objętość $dQ=t\,.\,v\,.\,dx=Ct^{7/4}dx$, skąd $Q=C\int t^{7/4}dx$. Określmy „miarodajną" głębokości T zapomocą związku

$$T^{3/4}=\frac{\int t^{7/4}dx}{\int t\,dx}=\frac{\int t^{7/4}dx}{F},$$

a otrzymamy $\qquad Q=C\,T^{3/4}\,.\,F=F\,.\,v,$

gdzie v liczone dla głębokości T. Obliczenie głębokości miarodajnej jest przy użyciu odpowiedniego nomogramu niemal równie proste, jak wyrachowanie średniej głębokości. Użycie tej głębokości uwalnia nas natomiast zupełnie od zastanowień, czy dany profil dzielić na części, czy też nie, bo oba przyjęcia prowadzą do tych samych wyników. Łatwo przekonać się o tem przez przeliczenie dowolnego przykładu z profilów złożonych Przez analogię wnosić należy, że głębokość miarodajna wogóle lepiej charakteryzuje przekrój dla celów hydraulicznych (mówię tylko o korytach, w których promień hydrauliczny jest praktycznie równy średniej głębokości) jak średnia. Jest jednak wątpliwe, czy przy wprowadzeniu jej możemy stosować wzory empiryczne wyprowadzone dla średniej głębokości, jako elementu ruchu wody. Sprawa ta może być tylko przez porównania z pomiarami bliżej wyświetlona. Aż do dalszego zatem opieram się na razie na średniej głębokości — tem bardziej, że przejście do miarodajnej nie sprawia już żadnych nowych trudności matematycznych.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

przyjęcia Grashof'a por. uwagę na wstępie). Okazuje się jednak, że jego zmienność ma poważny wpływ na krzywą spiętrzenia, i że głównie temu zaniedbaniu przypisać należy, iż spietrzenia liczone według wzorów analitycznych są stale za wielkie (por. w dalszem zestawieniu pomiarów i obliczeń w Nr. 11).

Uwzględnienie tej zmienności nie przedstawia szczególnych trudności, gdy znów oprzemy się na wywodach wstępnych, według których teoryę należy dostosować do małych spiętrzeń. Zważmy bowiem, że spółczynnik k według większości wzorów empirycznych zależny jest tylko od promienia hydraulicznego, wzgl. średniej głębokości, że zatem można napisać

$$k' = f(t').$$

Szukany stosunek wyrazi się więc wzorem

$$\frac{k'}{k} = \frac{f(t')}{f(t)}.$$

Opierając się na razie na wzorach Hermanka i Matakiewicza starszym, które dla średnich głębokości są identyczne

$$k = 34\sqrt[4]{t}$$

mamy

$$\frac{k'}{k} = \frac{34\sqrt[4]{t'}}{34\sqrt[4]{t}} = \left(\frac{t'}{t}\right)^{1/4}$$

a według równania (9)

$$\frac{k'}{k} = \left(1 + \varphi\frac{y}{t}\right)^{1/4}.$$

Podobnie z wzoru Lundgroen'a

$$k = \frac{1}{n} R^{\frac{\log 1000\, n}{7}} = \frac{1}{n} t^{\frac{\log 1000\, n}{7}}$$

w którym n ma to samo znaczenie, co spółczynnik szorstkości wzoru Ganguillet-Kutter'a i który też daje wyniki niemal zupełnie zgodne z ostatnim, wynika:

$$\frac{k'}{k} = \left(1 + \varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{\log 1000\, n}{7}}.$$

Spróbujmy położyć ogólnie

$$\frac{k'}{k} = \left(1 + \varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{\varepsilon}{2}} \qquad (11)$$

Z wystarczającą dokładnością jest to zawsze możliwe. Zważając bowiem, że

$$t' = t\left(1 + \varphi\frac{y}{t}\right) = t + \varphi y$$

rozwińmy licznik stosunku $\frac{k'}{k}$ według wzoru Taylor'a

$$\frac{k'}{k} = \frac{f(t')}{f(t)} = \frac{f(t+\varphi y)}{f(t)} = \frac{f(t) + f'(t).\varphi y + \ldots}{f(t)} =$$

$$= 1 + \frac{f'(t)}{f(t)}.\varphi y + \ldots$$

Rozwińmy podobnie wyrażenie

$$\left(1 + \varphi\frac{y}{t}\right)^{\frac{\varepsilon}{2}} = 1 + \frac{\varepsilon}{2}\frac{\varphi y}{t} + \ldots$$

a otrzymamy przez porównanie $\varepsilon = 2t.\frac{f'(t)}{f(t)}$, czyli

$$\varepsilon = 2\,\mathrm{t}.\frac{\mathrm{d}\log\mathrm{nat}\,\mathrm{f}(\mathrm{t})}{\mathrm{d}\,\mathrm{t}}. \qquad (12)$$

Dla zbadania tej wartości oprzemy się na najdokładniejszych wzorach empirycznych.

Wzór prof. Matakiewicza (nowszy)[1]) daje

$$k = 116.\frac{\sqrt{t}}{2{,}2 + t^{2/3 + 0{,}15/t^2}}.$$

Uważając tu wykładnik $\frac{2}{3} + \frac{0{,}15}{t^2} = c$ jako mało zmienny za stały, otrzymamy

$$\ln k = \ln f(t) = \ln 116 + \tfrac{1}{2}\ln t - \ln(2{,}2 + t^c)$$

(ln = log nat) zatym

$$\frac{d\ln k}{dt} = \frac{1}{2t} - \frac{c\,t^{c-1}}{2{,}2 + t^c}$$

skąd

$$\varepsilon = 2t.\frac{d\ln k}{dt} = \frac{2{,}2 - (2c-1)\,t^c}{2{,}2 + t^c}.$$

Z wzoru tego otrzymamy kolejno

dla $t=$	0	1	2	3 m
$\varepsilon=$	1,00	0,49	0,40	0,33

Wzór Lundgroe'a daje (j. w.)

dla $n=$	0,025	0,030
$\varepsilon=$	0,40	0,42.

Wzór Lindboe'go[2])

dla $t<1{,}12$	$1{,}12<t<3{,}65$	$t>3{,}65\,m$
$\varepsilon=0{,}80$	0,26	0,06

Według (12) można w ten sposób badać wszelkie wzory. Z badań tych przekonujemy się, że dla średnich warunków najlepiej położyć

$$\varepsilon = \mathbf{0{,}45}$$

albo okrągło $\varepsilon = \frac{1}{2}$. (C. d. n.).

[1]) *Zft. f. Gewässerkunde*, t. X, str. 97.
[2]) *Zft. f. Gewässerkunde*, t. X, str. 1.

Graficzne wyznaczenie średniej arytmetycznej oraz wyrównanie figur błędu metodą prof. Dra Alojzego Tichy'ego.

Podał
Inż. **Stella-Sawicki.**

(Dokończenie).

Wedle ścisłego rachunku wyrównanie jest:

$$dx = +0{\cdot}075\,m \qquad dy = -0{\cdot}016\,m.$$

Stąd wyrównane współrzędne szukanego punktu będą: $x = +53046{\cdot}095\,m$ $y = +3508{\cdot}362\,m$.

β) Średnie błędy współrzędnych Z rysunku wyznaczamy:

$$F_x' = 1{\cdot}1913\,cm^2 \qquad F_y' = 1{\cdot}2938\,cm^2.$$

Wobec zaś skali figury błędu 1 : 20 będzie wedle wzoru 26):

$$F_x = 20^2.1{\cdot}1913 = 476{\cdot}52\,cm^2$$
$$F_y = 20^2.1{\cdot}2938 = 517{\cdot}52\,cm^2.$$

Stąd dla powyższych wartości i dla $\mu = 4$ będzie wedle wzoru 29):

$$\mu_x = \sqrt{\frac{F^x}{n-2}} = \sqrt{238{\cdot}26} = \pm 15{\cdot}4\,cm = \pm 0{\cdot}154\,m$$

$$\mu_y = \sqrt{\frac{F_p}{n-2}} = \sqrt{258{\cdot}76} = \pm 16{\cdot}1\,cm = \pm 0{\cdot}161\,m$$

BPK BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Ścisłym rachunkiem wyrównania otrzymano:

$$\mu_x = \pm 0{\cdot}150\,m \qquad \mu_y = \pm 0{\cdot}166\,m.$$

2. Wypadek. Wcinanie wstecz z pomiarem kierunków.

W wypadku tym rysuje się figurę błędu, wyznacza wagi punktów i przeprowadza całe wyrównanie zupełnie tak samo jak przy wcinaniu wprzód. Tylko wobec tego, że przy wcinaniu wstecz z pomiarem kierunków jest błąd średni kąta:

$$\mu_0 = \sqrt{\frac{\partial\partial}{n-3}}$$

wobec tego równania 20), 21), 22), 24) i 25) zmienią się o tyle, że we wzorach tych zamiast wyrazu $n-2$, będzie wyraz $n-3$.

W ten sposób w szczególności błąd średni współrzędnych przy pomiarze kierunków przedstawi się po wprowadzeniu powyższej zmiany:

$$\left.\begin{aligned} \mu_x &= \sqrt{\frac{F_x}{n-3}} \\ \mu_y &= \sqrt{\frac{F_y}{n-3}} \end{aligned}\right\} \qquad 30)$$

Inne daty, które dla przeprowadzenia graficznego wyrównania są potrzebne, zestawione zostały w poniższej tabelce.

Przesunięcia poprzeczne $q_i = \frac{\Delta v_i s_i}{\varrho}$ będą:

$$q_1 = +0{\cdot}203\,cm \qquad q_3 = +5{\cdot}67\,cm$$
$$q_2 = +1{\cdot}027\,cm \qquad q_4 = -5{\cdot}87\,cm$$

Na podstawie tych przesunięć rysujemy figurę błędu w skali 1 : 3, a następnie wyznaczamy wartości wstaw dla kątów i obliczamy $\sin^2(\alpha_i - \alpha_k)$

$$\sin^2(\alpha_1-\alpha_2) = 0{\cdot}85 \quad \sin^2(\alpha_1-\alpha_3) = 0{\cdot}02 \quad \sin^2(\alpha_1-\alpha_4) = 1{\cdot}00$$
$$\sin^2(\alpha_2-\alpha_3) = 0{\cdot}94 \quad \sin^2(\alpha_2-\alpha_4) = 0{\cdot}09 \quad \sin^2(\alpha_3-\alpha_4) = 1{\cdot}00$$

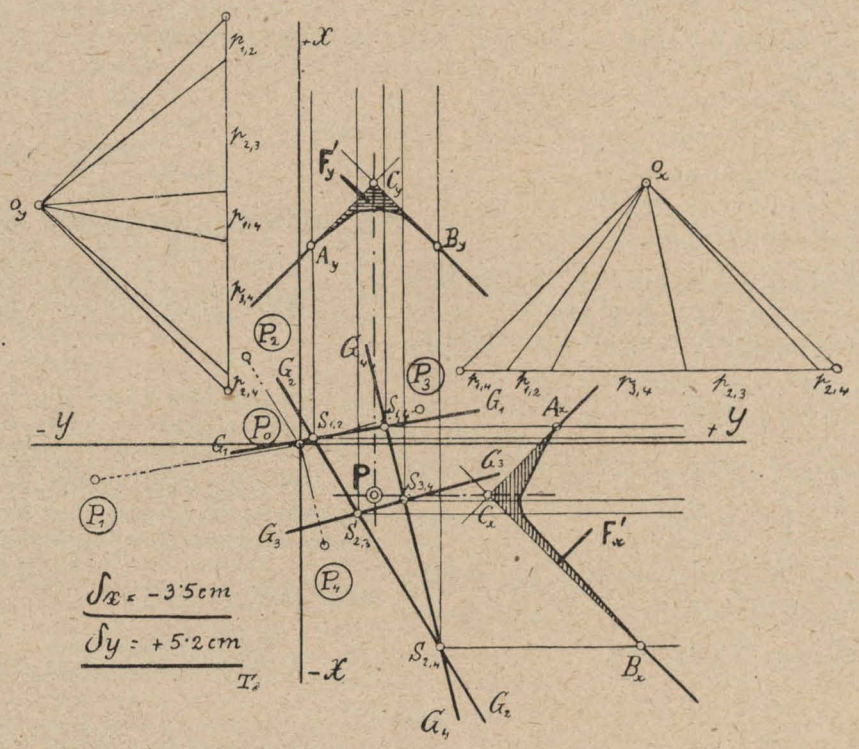
oraz wagi punktów podług równ. 15)

$$p_{ik} = g_i\, g_k \sin^2(\alpha_i - \alpha_k)$$

przy równoczesnem wymnożeniu przez 100:

$$p_{12} = 5{\cdot}8 \qquad p_{13} = 0{\cdot}09 \qquad p_{14} = 6{\cdot}5$$
$$p_{23} = 17{\cdot}7 \qquad p_{24} = 2{\cdot}4 \qquad p_{34} = 18{\cdot}0.$$

Waga punktu $p_{13} = 0{\cdot}09$ odnosi się do punktu przecięcia się prostych $G_1\,G_3$, które przecinają się pod kątem bardzo ostrym. Ponieważ jednak waga punktu p_{13} jest prawie zerem, można ją przedstawić jako punkt. Dlatego w wypadku tym ostatni promień wieloboku sznurowego dla sił pionowych



Rys. 6.

Przykład 5[1]) (rys. 6). Nowy punkt P został oznaczony wcinaniem wstecz z pomiarem kierunków z punktów stałych P_1 do P_4.

Współrzędne punktów stałych są:

$$P \ldots x_1 = -\ 9273{\cdot}710\,m \qquad y_1 = +\ 544{\cdot}210\,m$$
$$P \ldots x_2 = -\ 7621{\cdot}093\,m \qquad y_2 = +2576{\cdot}849\,m$$
$$P \ldots x_3 = -\ 8335{\cdot}019\,m \qquad y_3 = +4902{\cdot}644\,m$$
$$P \ldots x_4 = -10155{\cdot}493\,m \qquad y_4 = +3613{\cdot}630\,m$$

a) Wyznaczenie najprawdopodobniejszego punktu P. Współrzędne punktu przybliżonego P_0 są:

$$x_0 = -8791{\cdot}800\,m \qquad y_0 = +3289{\cdot}200\,m$$

[1]) Dr. O. Eggert: *Einführung in die Geodesie.* Lipsk 1907, str. 415.

z przedostatnim, jak również pierwszy promień wieloboku sznurowego dla sił poziomych z obok leżącym spadają razem. Inaczej wyrażając to możemy przewidzieć, że punkt przecięcia F_{13} jest bez wpływu na najprawdopodobniejsze położenie szukanego punktu P oraz na wielkości powierzchni F_x' i F_y'. W ten sposób z reguły dalej leżące punkty przecięcia można opuścić, przez to ilość tych punktów zredukować i robotę uprościć.

Po zestawieniu sił pionowych i poziomych wypośredniczamy najprawdopodobniejszy punkt P, który naogół znajdować się zawsze będzie obok punktów przecięcia posiadających największe wagi, przyczem wypadają poprawki współrzędnych:

$$dx = 3{\cdot}5\,cm \qquad dy = +5{\cdot}2\,cm.$$

BPK BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Punkt	Mierzone kierunki v_i			Obliczone przybliżone kierunki v_{0i}			$Z_i = v_{0i} - v_i$			$\Delta v_i = Z_1 - Z_0$	$F_i = P_0 P_i$	$G_i = \frac{1}{s_i^2}$
	°	′	″	°	′	″	°	′	″	″	km	
P_1	0	00	00·0	260	02	33·4	260	02	33·4	+0·15	2·79	0·128
P_2	68	38	14·5	328	40	49·3	260	02	34·8	+1·55	1·37	0·533
P_3	174	08	53·5	74	11	33·7	260	02	40·2	+6·95	1·68	0·353
P_4	266	34	39·5	166	37	04·1	260	02	24·6	−8·65	1·40	0·509
						$Z_0 =$	260	02	33·25			

Wedle ścisłego rachunku wyrównania wypada:

$dx = -3{\cdot}4\ cm \qquad dy = +5{\cdot}2\ cm.$

Stąd wyrównane współrzędne szukanego punktu będą: $x = -8791{\cdot}835\ m \qquad y = +3289{\cdot}252\ m.$

β) Średnie błędy współrzędnych. Z rysunku wyznaczamy powierzchnię:

$F_x' = 1{\cdot}1190\ cm^2 \qquad F_y = 0{\cdot}6521\ cm^2.$

Ponieważ figura błędu została wykreślona w skali 1 : 3, wobec tego wedle równ. 26) będzie:

$F_x = 3^2 . 1\ 1190 = 10{\cdot}0710\ cm^2$

$F_y = 3^2 . 0{\cdot}6521 = 5{\cdot}8689\ cm^2.$

Ostatecznie po wstawieniu tych wartości oraz $n = 4$ w równanie 30) otrzymamy średni błąd współrzędnych:

$$\mu_x = \sqrt{\frac{10{\cdot}0710}{4-3}} = \sqrt{10\ 0710} = \pm 3\ 2\ cm$$

$$\mu_y = \sqrt{\frac{5{\cdot}8689}{4-3}} = \sqrt{5{\cdot}8689} = \pm 2{\cdot}4\ cm.$$

Zapomocą rachunku wyrównania otrzymano:

$\mu_x = \pm 3{\cdot}3\ cm \qquad \mu_y = \pm 2{\cdot}7\ cm.$

Sprawozdanie Centrali krajowej dla gospodarczej odbudowy Galicyi

za czas od czerwca 1916 do lutego 1917 [1]).

Centrala krajowa dla gospodarczej odbudowy Galicyi powołana do życia przez Ministerstwo robót publiczych reskryptem z dnia 15. marca 1916, rozpoczęła w czerwcu z r. swoje czynność i obecnie ogłosiła sprawozdanie o swej działalność w 9-miesięcznym okresie swego istnienia. Sprawozdanie o 309 stronach i licznych tablicach statystycznych składa się z trzech części, omawiających osobno dział budowlany, rolniczy i przemysłowy, stosownie do podziału Centrali na trzy sekcye.

Po krótkim wstępie historycznym jest w nim zawarty statut organizacyjny Centrali wraz z regulaminem.

I. Organizacya. Zakres działania Centrali jest w III. artykule określony w następujący sposób:

Do zakresu działania Centrali należą wszystkie zarządzenia odnoszące się do gospodarczej odbudowy Galicyi a więc w szczególności: Wszystkie ogólne i organizacyjne zarządzenia, naczelne kierownictwo i nadzór nad wykonaniem przez podwładne organy poszczególnych zarządzeń.

Ekspozytury budowlane mają, w myśl tegoż artykułu statutu, przeprowadzać zarządzenia odnoszące się do odbudowy zniszczonych miast, wsi i miejscowości, komunikacyi, wodociągów i t. d.

Główną zasadą organizacyi ma być jak najbardziej uproszczone, celowe i szybkie załatwianie spraw pod każdym względem.

W dziale rolnictwa, leśnictwa i przemysłu posługuje się Centrala politycznemi władzami powiatowemi, względnie wojskowemi komendami rejonowemi, jako organami wykonawczymi.

Rada przyboczna złożona z 38 członków nie posiada bliżej określonego zakresu działania i ten jest tylko określony nazwą jako „ciało doradcze“ w art. V. statutu. W dziale budowlanym rada przyboczna liczy 12 członków, między którymi znajduje się tylko czterech techników.

Dotychczas utworzono 16 ekspozytur, podczas gdy utworzeniu dalszych przygotowanych ekspozytur w Brzeżanach, Rohatynie, Stanisławowie i Kołomyi stanęła na przeszkodzie ofenzywa rosyjska rozwinięta w lecie zeszłego roku. Liczba ekspozytur jest, jak Centrala przyznaje w swojem sprawozdaniu, niewystarczająca, lecz brak wyszkolonych starszych urzędników technicznych rządowych i krajowych, którzyby się nadawali na samoistnych kierowników ekspozytur nie dozwolił na zorganizowanie dalszych.

Postanowienia statutu wyrażają niedwuznacznie centralistyczny ustrój całej organizacyi, gdyż ekspozytury są powołane li tylko „do przeprowadzania zarządzeń“ Centrali, która ma za zadanie kierować i kontrolować wykonanie poszczególnych zarządzeń przez podwładne organy. W postanowieniach statutu — a zdaje się także i w praktyce — niema miejsca na samoistną działalność ekspozytur. Taka centralizacya nie jest korzystną dla sprawy, powodując przeciążenie centralnego urzędu nadmiarem różnorodnych spraw, uniemożliwia szybkie zarządzenia, zastosowane do lokalnych potrzeb i odbiera samoistność kierownikom ekspozytur. Jako takich przeznaczono szereg wyszkolonych i wytrawnych techników i dlatego należałoby wyzyskać ich doświadczenia i fachowe wiadomości dla obecnego zadania. Zasada jak najbardziej uproszczonego, celowego i szybkiego załatwiania spraw wypowiedziana w artykule IV., zdrowa i pochwały godna, nie znalazła zdaje się dotychczas ogólnego zastosowania, czego dowodem są skomplikowane i niepraktyczne prze-

[1]) Referat radcy dworu Stanisława Rybickiego, wygłoszony na zebraniu Polskiego Tow. Politechnicznego we Lwowie dnia 25. kwietnia 1917.

BPK BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

pisy o udzielaniu kredytów ekspozyturom, które często utrudniają szybkie i ekonomiczne przeprowadzenie robót.

Oceniając słusznie ujemne strony istniejącej organizacyi Towarzystwo nasze w memoryale M_{21} z dnia 17. kwietnia 1917, który nasz delegat, J. Magnificencya rektor dr. Tadeusz Obmiński wręczył na zebraniu Rady przybocznej Centrali dnia 19. kwietnia w Krakowie, podniosło potrzebę decentralizacyi służby odbudowy, przez rozszerzenie zakresu działania i przyznanie większej samoistności ekspozyturom, pozostawiając Centrali kierowanie i nadzorowania działalności ekspozytur. W tym samym memoryale postawiło nasze Towarzystwo wniosek na uproszczenie urzędowania, zwłaszcza na reformę ustroju kasowości, nie odpowiadającego zadaniom Centrali, jako urzędu doraźnej pomocy.

Liczba utworzonych ekspozytur, których istnieje obecnie 16, jest nie wystarczającą wobec ogromnych przestrzeni kraju zniszczonych przez wypadki wojenne i dlatego rzeczą wskazaną jest jak najrychlejsze pomnożenie ich liczby a w okolicach szczególnie dotkniętych zniszczeniem zmniejszenie zbyt wielkich okręgów obecnie istniejących ekspozytur. (C. d. n.).

SPRAWY BIEŻĄCE.

— **Zjazd przemysłowy w Krakowie.** Z inicyatywy Komitetu obywatelskiego odbudowy wsi i miast w Krakowie odbędzie się w dniach 28. do 30. września b. r. w Krakowie Zjazd przemysłowców. Zadaniem Zjazdu będzie:

1. stwierdzenie szczerb wyrządzonych w przemyśle naszym przez wojnę;
2. przekonanie się o ile stan dzisiejszy naszego przemysłu odpowiada zadaniu odbudowy kraju własnemi siłami;
3. określenie postulatów, jakie skierować trzeba będzie do administracyi kraju, do samych przemysłowców i do społeczeństwa, w związku ze spodziewanym ogólnym przeobrażeniem warunków naszego życia gospodarczego i w związku z demobilizacyą gospodarczą.

Projektowany rozdział referatów.

I. Posiedzenie plenarne.

1. Dotychczasowa zależność przemysłu galicyjskiego od Austryi, dr. Artur Benis.
2. Postulaty celno- i handlowo-polityczne dla rozwoju przemysłu galicyjskiego po wojnie, dr. R. Battaglia.
3. Przyrodzone podstawy rozwoju przemysłu galicyjskiego, prof. dr. Fr. Bujak.
4. Komunikacye lądowe i wodne jako warunek rozwoju przemysłu galicyjskiego, Br. Chodkiewicz
5. Organizacye zawodowe przemysłowców jako warunek rozwoju przemysłowego.
6. Organizacya zawodowa robotników i reorganizacya prawodawstwa robotniczego, poseł dr. H. Diamand.
7. Reorganizacya wykształcenia zawodowego, prof. E. Hauswald.
8. Organizacya bankowa jako czynnik rozwoju przemysłu u nas, dr. J. K. Steczkowski.
9. Stosunek władz krajowych do rozwoju przemysłu i postulaty w kierunku jego reorganizacyi, prof. dr. St. Głąbiński.
10. Elektryczność jako czynnik rozwoju przemysłu, inż. G. Sokolnicki.

II. Posiedzenia Sekcyjne.

I. Sekcya górnicza:

1. Górnictwo węglowe, A. Schimitzek.
2. Kopalnictwo soli, Z. Kamiński.
3. Górnictwo naftowe, inż. Szydłowski.
4. Przemysł gazu ziemnego, inż. Wieleżyński.
5. Zużytkowanie łupków bitumicznych, dr. Kuźniar.

II. Sekcya ziemno-ceramiczna:

1. Kamieniołomy Galicyi, prof. dr Morozewicz.
2. Przemysł wapienniczy, dr. Niemczewski.
3. Przemysł cementowy, P. Tyszecki.
4. Przemysł ceramiczny, A. Klimaszewski.
5. Wyrób materyałów ogniotrwałych, dr. Ehrenpreis.

III. Sekcya przemysłu metalowego:

1. Hutnictwo i walcownictwo żelaza, Z. Jędrkiewicz.
2. Przemysł wyrobów żelaznych, J. Gorecki.
3. Przemysł wyrobu maszyn, poseł inż. E. Zieleniewski.
4. Wyrób maszyn rolniczych, dr. J. Krause.
5. Wyrób narzędzi wiertniczych, dyr. Zdanowicz.

IV. Sekcya przem. drzewnego i papierniczego:

1. Przemysł tartaczny, L. Szlapak.
2. Wyrób mebli giętych, W. Ader.
3. Wyrób mebli stolarskich, J. Dworski.
4. Wyrób drzewnika i papy, Br. Romaszkan.
5. Wyrób papieru i bibułek, poseł dr. H. Kolischer.
6. Przemysł wyrobów papierowych, A. Procner.

V. Sekcya przemysłu skórniczego i odpadków zwierzęcych:

1. Garbarstwo, białoskórnictwo, kuśnierstwo, inż. W. Jarra.
2. Wyrób obuwia mechanicznego, dr. Bieńkowski.
3. Przerób włosienia, pierza, kopyt, rogów, inż. Fr. Drobniak.

VI. Sekcya przemysłu włókienniczego:

1. Tkactwo i przędzalnictwo wełniane i bawełniane, P. Zajączek.
2. Tkactwo i przędzalnictwo lnu, P. Pelczarski.
3. Przemysł konfekcyjny, Z. Siemek.

VII. Sekcya przemysłu spożywczego:

1. Młynarstwo i piekarstwo, P. Zaborski.
2. Cukrownictwo, P. Gosiewski.
3. Przemysł przerobu ziemniaka, prof. F. Chrząszcz.
4. Przemysł przetw. mięsnych w związku z chłodnictwem.
5. Przemysł konserw owocowych i jarzynowych.
6. Przemysł piwowarski, P. Rossknecht.
7. Przemysł wód mineralnych i napojów, A. Chmurski.
8. Wyrób cukrów, cukierków i biszkoptów, St. Sułowski.

VIII. Sekcya przemysłu chemicznego.

1. Przemysł rafineryjny naftowy, inż. St. Pilat.
2. Przemysł gazowy, inż. Teodorowicz.
3. Przemysł nawozów sztucznych, P. Drochocki.
4. Wyrób mydła, świec i kosmetyków, dr. K. Ihnatowicz.
5. Przemysł elektro-mechaniczny, prof. J. Mościcki.

IX. Sekcya graficzna:

1. Przemysł graficzny W. Anczyc.

X. Sekcya przemysłu budowlanego:

1. Przemysł budowlany, inż. A. Opolski.

Redaktor naczelny i odpowiedzialny Prof. Dr. Stanisław Anczyc. Nakładem Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie
I. Związkowa drukarnia we Lwowie, ul. Lindego 4.

BPK BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ