NORBERT HAPONOWICZ
ASYSTENT OBSERWATORJUM.

WYKREŚLNA TABLICA HYDRAULICZNA.

WE LWOWIE.
C. i k. nadworny dost. A. H. Żupnik, drukarnia w Drohobyczu.
1913.

NORBERT HAPONOWICZ
ASYSTENT OBSERWATORJUM.

WYKREŚLNA TABLICA HYDRAULICZNA.

WE LWOWIE.
C. i k. nadworny dost. A. H. Żupnik, drukarnia w Drohobyczu.
1913.

1. Podana tablica graficzna służy do obliczeń opartych na wzorach *Ganguillet-Kuttera*, *Bazina*, *Kuttera* uproszczonym, *Matakiewicza* i *Lindboego*. Polega ona na zasadzie dodawania podziałów logarytmicznych zapomocą cyrkla. Dla wyjaśnienia tej zasady weźmy pod uwagę wzór *Matakiewicza*, który można napisać w postaci

$$v = f(t) . \varphi(I)$$

lub $$\log v = \log f(t) + \log \varphi(I)$$

gdzie $f(t)$ i $\varphi(i)$ są funkcjami średniej głębokości t wzgl. spadku I. Wyobraźmy sobie, że na pewnej prostej odcinamy od dowolnego punktu zerowego w określonej skali (a więc z przyjęciem pewnej długości za jednostkę) odcinki $\log f(t)$ dla kolejnych wartości t, oznaczając pojedyncze kreski ograniczające te odcinki odpowiedniemi wartościami t: otrzymamy podziałkę nieregularną t. zw. *podziałkę funkcyjną* o własności, że odstęp między punktem początkowym podziałki a dowolną kreską wyrażony w obranych jednostkach równa się $\log f(t)$. Podobną podziałkę skonstruujemy dla $\log v$ i $\log \varphi(I)$. By znaleść v dla danych t i I wystarczy natenczas dodać przy pomocy cyrkla odcinki odpowiadające tym t i I a sumę zmierzyć na podziałce prędkości. Dodawanie możemy zaoszczędzić, nanosząc skale t i I na

tejsamej prostej i od tegosamego punktu początkowego *w kierunkach przeciwnych*. Wówczas odstęp między dowolną kreską skali *t* a kreską *I* wynosi

log *f (t)* + log φ *(I)*, a zatem = log *v*.

Wystarczy więc ten odstęp ująć w otwór cyrkla i zmierzyć na skali *v*. Skala ta, wspólna dla wszystkich wzorów, znajduje się z prawej strony tablicy. Ponieważ logarytmy liczb mniejszych od jedności są ujemne więc należy przy mierzeniu na skali *v* zachować ostrożność, by odcinki dodatnie odcinać od punktu zerowego (na skali *v* jest tym punktem *v*=1, gdyż log 1=O) do góry, ujemne zaś w dół. W celu uniknienia nieprzyjemnych omyłek, najlepiej korzystać z następującej reguły użycia tablicy:

Jedno z ostrzy cyrkla stawiamy na odpowiednią kreskę podziałki *t*, drugie na *I*; nie obracając cyrkla, przesuwamy go następnie równolegle do pierwotnego położenia na skalę *v* tak, by *to ostrze*, które *stało na I, padło w punkt zerowy* podziałki, a więc *na kreskę 1*. Drugie ostrze wskaże wówczas punkt skali *v*, przy którym odczytamy szukaną prędkość.

2. Przy użyciu wzoru *Lindboe*go postępujemy zupełnie podobnie, uważając jednak za punkt zerowy podziałki *v* nie kreskę 1, lecz kreskę odpowiadającą danemu stosunkowi $\frac{t}{b}$ drobnej skali przylegającej do podziałki *v* z lewej strony.

3. Na tejsamej zasadzie oparty jest nomogram dla wzoru *Bazin*a nowszego. Przy użyciu wyszukujemy punkt przecięcia się krzywej odpowiadającej danemu promieniowi hy-

draulicznemu R z prostą (pionową) odpowiadającą spółczynnikowi γ (proste głównych wartości γ = 0,06, 0,16 i t. d. są w dół przedłużone i odpowiednio opisane) i rzutujemy go na podziałkę I. W tym celu stawiamy jedno ostrze cyrkla na jedyną prostą poziomą wykresu w pionowej danego γ, drugie ostrze w tejże pionowej na krzywej odpowiadającej danemu R i przesuwamy cyrkiel równolegle do początkowego położenia poziomo w prawo (a więc w ten sposób, że dolny koniec cyrkla ślizga się wzdłuż poziomej) aż do podziałki I. Tu wbijamy koniec górny, dolny zaś (z prostej poziomej) przesuwamy do kreski odpowiadającej danemu I. Odstęp obu końców cyrkla zmierzony, — z zachowaniem tychsamych ostrożności, co pod 1., — na podziałce v daje szukaną prędkość.

Tak n. p. dla γ=1,30, R=2,36, I=1,15$^0/_{00}$, znajdujemy v=2,45 $^m/_{sek}$ a dla tegoż γ, R=1,21' I=0,286$^0/_{00}$ podobnie v=0'74 $^m/_s$.

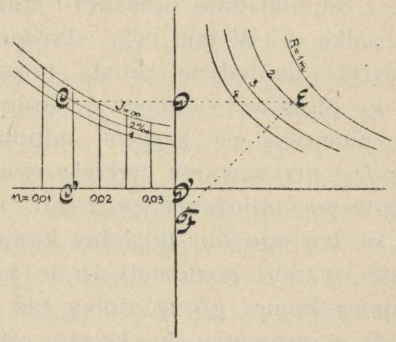
4. Wzór *Kuttera* uproszczony

$$v = \frac{100\sqrt{R}}{\delta + \sqrt{R}}\sqrt{RJ}$$

przeliczać można na nomogramie wzoru *Bazina*, przyjmując γ=δ, ale uważając za punkt zerowy podziałki prędkości *kreskę oznaczoną literą K.*

5. Wzór *Ganguillet-Kuttera* wymaga z powodu swej zawiłości dość złożonego wykresu. Prosta pionowa AB (fig. 1.) posiadająca w swej dolnej partji podziałkę funkcyjną spadku rozdziela w górnej dwie sieci krzywych. Lewa sieć składa się z szeregu prostych pionowych oznaczonych kolejnemi wartościami

spółczynnika tarcia *n*, którym te proste odpowiadają, i z szeregu krzywych oznaczonych odpowiającemi wartościami spadku *I*. W ten



sposób każdej danej parze wartości *n* i *I* odpwiada pewien punkt tej sieci n. p. C. Podobnie prawa sieć składa się z szeregu krzywych oznaczonych odpowiadającemi wartościami promienia hydraulicznego *R*. Chcąc znaleźć prędkość *v*, wystarczy z punktu sieci lewej odpowiadającego danym wartościom *n* i *I*, n. p. z punktu C, poprowadzić prostą poziomą aż do przecięcia się z krzywą odpowiadającą danemu *R*, n. p. do E, a stąd wykreślić prostą nachyloną pod kątem 45⁰ do poziomu aż do przecięcia się ze skalą spadku *I*. Odstęp tego punktu F od odpowiedniej kreski skali spadku, zmierzony — z zachowaniem tychsamych ostrożności, co dotychczas — na skali *v*, daje prędkość według wzoru *Ganguillet-Kuttera*. Kreślenie prostych DE, EF jest w rzeczywistości niepotrzebne; wszystkie konstrukcje można mianowicie wykonać przy pomocy cyrkla. Postawiwszy jedno ostrze cyrkla w C' (odpow. *n*)

drugie na tejsamej pionowej w C (odpow. *I*), przesuwamy go poziomo do położenia DD'. Tu wbijamy koniec D, podczas gdy drugi przenosimy z D' do punktu E leżącego w tejsamej wysokości, co D, na krzywej *R*. Około punktu D zakreślamy następnie łuk o promieniu DE, otrzymując w ten sposób punkt F na podziałce spadku. Tu wbijamy odpowiedni koniec cyrkla, drugi zaś (z D) przenosimy do kreski odpowiadającej danemu *I*. Odcinek, który w ten sposób uchwyciliśmy w otwór cyrkla, przenosimy na podziałkę *v*, sprowadzając to ostrze, które nastawialiśmy *na wartość I*, do *punktu zerowego* podziałki a więc *na kreskę* $v=I$. Drugie ostrze wskaże wówczas szukaną prędkość.

6. Zapomocą podanych tablic można również łatwo rozwiązywać zagadnienia odwrotne. Do tych należy wyszukanie spółczynników szorstkości z wzorów dla koryt sztucznych, a przedewszystkiem z wzoru *Ganguillet-Kutter*a. Wystarczy dla rozwiązania tego zagadnienia wszystkie operacje wykonać *w porządku odwrotnym*.

7. Obliczenie spadku *I* z danych innych elementów ruchu najlepiej przeprowadzić w następujący sposób: Dla danego *R*, *n* (wzgl. γ) i dowolnie obranego I_1 (najlepiej $I_1 = 1^0/_{00}$) znajdujemy prędkość v_1. Ta prędkość jest od danej *v* różna. Łatwo zrozumieć, że jeżeli $v > v_1$, to podobnie $I > I_1$ i naodwrót. Wystarczy więc różnicę między *v* i v_1 (mierzoną na skali *v* jako odstęp kresek *v* i v_1) uchwycić w otwór cyrkla i poprawić o tę różnicę spadek I_1 na

skali spadku. W tym celu stawiamy ostrze cyrkla na kreski v i v_1 i przenosimy go na skalę spadku w ten sposób, że ostrze, które stało na kresce v, pada na kreskę I_1, poczem drugie wskaże szukany spadek.

Dla wszystkich wzorów oprócz *Ganguillet-Kuttera* otrzymamy w ten sposób odrazu dokładną wartość spadku. Według ostatniego zaś otrzymana wartość jest tylko przybliżeniem, które może służyć do dalszych prób. Otrzymany spadek zaokrąglimy więc na I_2, dla tej wartości ponownie obliczymy v_2 i podobnie, jak poprzednio, poprawimy I_2. Zwrócić tu muszę uwagę, że *dla spadków* $\leqq 1^0/_{00}$ poprawkę umieszczać należy *nie na skali spadku wzoru Ganguillet-Kuttera*, lecz najlepiej na odpowiedniej skali *wzoru Matakiewicza*. Jako przykład obierzmy wartości

$$n = 0{,}030 \qquad R = 6{,}00\ m \qquad v = 1{,}23\ {}^{m}/_{sek}$$

Przyjmijmy $I_1 = 1^0/_{00}$. Dla tego spadku i danych $n = 0{,}03$, $R = 6{,}00$ znajdujemy przy pomocy mojej tablicy $v_1 = 3{,}45\ {}^{m}/_{s}$, a zatem $v < v_1$ i temsamem $I < 1^0/_{00}$. Odstęp kresek 3,45 i 1,23 na skali prędkości bierzemy w otwór cyrkla i poprawiamy nim spadek $I_1 = 1^0/_{00}$ na skali wzoru *Matakiewicza*. Znajdujemy

$$I \cong 0{,}11^0/_{00}$$

Z zaokrągloną wartością $I_2 = 0{,}1^0/_{00}$ szukamy ponownie prędkości i znajdujemy

$$v_2 = 1{,}20 \text{ czyli } v > v_2,\ I > I_2 = 0{,}1^0/_{00}$$

Poprawiając ponownie spadek I_2 znajdujemy ostatecznie

$$I = 0{,}106^0/_{00}$$

W porównaniu z niedawno ogłoszonym przez *M. Rothera**) sposobem, jest ostatnio podany nieporównanie prostszy a nawet dokładniejszy.

Czytelników ciekawych odsyłam co do bliższych szczegółów konstrukcji tablicy i uzasadnienia do artykułu w „Zeitschrift des Oest. Ingenieur- und Architektenvereines".**)

*) Zft. f. Gewässerkunde, Bd. XI, S. 126.

**) N. Haponowicz: Eine graphische hydraulische Tafel, Zft. d. Oest. Ing. u. Arch. Ver. 1913.

Ganguillet-Kutter.