



506g 1/04

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 41766

42m⁴ 1/04
Kl. 42 m, 33/01

Inż. Józef Bobra

Oleśnica Śl., Polska

Suwak hydrauliczny

Patent trwa od dnia 17 czerwca 1958 r.

Suwak hydrauliczny służy do obliczeń przy projektach wodno-melioracyjnych. Składa się z dwu zasadniczych części, stałej i ruchomej. Porównać go można kształtem z pudełkiem kredek szkolnych. Zewnętrzna obudowa, to część stała suwaka. Wierzchnia część posiada siatkę logarytmiczną, wykonaną na przezroczystym materiale (fig. 1). Część ruchoma, to dające się przesuwac kartony z wykresami według fig. 2—13.

Podział części stałej wykonano w ten sposób, że linie poziome określają powierzchnię przekroju koryta cieku lub rurociągu krytego. Linie nachylone pod kątem 45° do poprzednich określają prędkość przepływu, prostopadłe zaś do tych ostatnich wskazują objętość przepływu. U dołu z lewej strony znajduje się podział określający spad w promilach oraz szerokość dna koryt otwartych. Nieco wyżej znajdują się podziały współczynników dla przepływów przez różnego rodzaju przelewy oraz wskaźnik dla przepływów w rurociągach całkowicie wypełnionych. Z prawej strony u dołu znajduje się podział określający spad

w procentach dla rurociągów krytych. Oznaczenia w nawiasach (np. W.10) wskazują jakiego wykresu dotyczą.

Poza tym na skraju u dołu i góry znajduje się część podziału logarytmicznego, służąca do obliczeń jak suwak logarytmiczny. Do wyżej opisanej części stałej wsuwane są części ruchome suwaka, posiadające wykresy uwidocznione na fig. 2—13. Wykresy te winny być wykonane na sztywnych kartonach, z każdej jego strony. W zależności od rodzaju obliczeń, karton z odpowiednim wykresem wsuwa się do części z wykresem według fig. 1, cyframi do góry. Wykresy uwidocznione na fig. 2—5 służą do obliczeń przy przekrojach trapezowych, o różnym nachyleniu skarp. Wykresy te, a także wykres według fig. 6, sporządzono na podstawie wzoru na prędkość, opracowanego w celu zastosowania go w suwaku według wynalazku. Wzór ten (dotychczas nie opublikowany) ma następującą postać:

$$V = \frac{50 R}{t + m + 10 (tJ + J)} \sqrt{tJ + J}$$

gdzie R oznacza promień hydrauliczny w m,
 t — głębokość napełnienia w m,
 I — spadek względny zwierciadła wody,
 m — współczynnik zmniejszający, którego wartości podano przy wykresie 1.

Dla ewentualnego porównania, podaje się, że wartość współczynnika $m = 0,90$ odpowiada w przybliżeniu wartości n (we wzorze Gan-guilleta i Kuttera) $= 0,030$, zaś $m = 0,65$, $n = 0,025$. Linie dłuższe (fig. 2—5), nachylone względem poziomu pod ostrym kątem, określają szerokości dna. Pozostałe, określają głębokości napełnienia. W lewym rogu u dołu znajdują się linie współczynnika m . Wykres według fig. 6 służy do obliczeń podobnie jak poprzednie, ale dla przekrojów prostokątnych. Wykres według fig. 7 służy do określenia przepływów wody dla otworów i przelewów według wzoru podanego przy wykresie. Linie dłuższe, nachylone względem poziomu pod kątem 45° , określają prędkości wody powyżej budowli. Pozostałe linie, określają różnicę zwierciadeł wody, dla przypadków określonych na wykresach umieszczonych w prawym górnym rogu. Po lewej stronie u dołu wykresu według fig. 7, ponad wykresem współczynnika m , umiejscowiono podział określający szerokości otworu lub przelewu. Wykres według fig. 8 służy do określenia przepływów dla jazów przelewowych według wzoru podanego przy wykresie. Linie dłuższe, nachylone względem poziomu pod kątem 45° , określają prędkości wody powyżej budowli. Pozostałe linie, różnice zwierciadła wody powyżej i poniżej budowli. Z lewej strony u dołu znajduje się podział określający długość jazu. Wykres według fig. 9 służy do określenia przepływów dla jazów zatopionych, upustów deszczowych, słuz i mostów według wzoru podanego przy wykresie. Wartości, uzyskane przy użyciu tego wykresu, są miarodajne dla długości jazów wynoszącej 1 m. Linie wykresu tego określają wartości podobnie jak poprzedniego (fig. 8), przy czym dolny podział określa wzniesienie dolnej wody ponad krawędź przelewu.

Wykres według fig. 10 służy do określenia przepływów przez jazy boczne (przelewy) według wzoru podanego przy wykresie. Linia nachylona względem poziomu pod kątem 45° posiada podział wysokości strugi przelewającej się wody. U dołu umieszczono podział określający długość jazu.

Wykres według fig. 11 służy do określenia przepływu w przewodach rurowych o przekroju kołowym całkowicie wypełnionych, według wzoru:

$$V = \frac{\sqrt[3]{2g}}{\sqrt{1+e+k}} \frac{1}{d}, \text{ gdzie}$$

g oznacza przyspieszenie ziemskie,
 h — wysokość ciśnienia w m,
 e — współczynnik dławienia przy wejściu wody do przewodu (wg. Weisbacha $= 0,505$),
 k — współczynnik tarcia, wg. Darcy jest zależny od średnicy rury i wynosi:

$$0,01989 + \frac{0,0005078}{d}$$

L — długość przewodu w m,
 d — średnica przy przewodach kołowych.

Linie poziome wykresu, określają średnice przewodów. Pozostałe, określają ich długość. Z lewej strony u dołu znajduje się podział dla określenia wysokości ciśnienia.

Na arkuszu tym oprócz wykresów (fig. 10 i 11) umieszczono (u góry i dołu) część podziału logarytmicznego.

Wykres według fig. 12 służy do określenia przepływu w przewodach rurowych o przekroju kołowym przy dowolnym napełnieniu. Sporządzono go na podstawie wzoru (podobnie jak poprzedni nie opublikowany) na prędkość:

$$V = \frac{50 R}{R+m} \sqrt{RI+I}$$

Linie dłuższe określają wysokość napełnienia w procentach średnicy. Pozostałe linie, określają średnice rurociągów. Z prawej strony u dołu znajduje się podział dla różnych współczynników m oraz średnic rurociągów. Nieco wyżej znajduje się tabela wartości współczynnika m . Wykres według fig. 13 służy do określenia średnic dren według wzoru jak dla wykresu poprzedniego. Linie pionowe określają średnice rurociągów. Pozostałe, określają spływ wody z 1 hektara. U samego dołu, znajdują się wskaźniki współczynnika m . Dla wyjaśnienia sposobu posługiwania się suwakiem u dołu każdego wykresu wykonano linię poziomą (kreska—kropka). Podczas obliczenia przykładów, linia ta winna pokrywać się z linią powierzchni 10 m^2 na wykresie według fig. 1. Sposób korzystania z suwaka wyjaśniają przykłady.

Przykład 1. Znaleźć objętość i prędkość przepływu w rowie o szerokości w dnie 1,00 m, głębokości napełnienia 0,60 m, spadzie

$I = 1\text{‰}$ i skarpach o nachyleniu 1:1. Rów ten jest źle utrzymany zatem współczynnik m wyniesie 0,90.

R o z w i ą z a n i e. Linie współczynnika $m = 0,90$ wykresu według fig. 2 ustawia się w punkcie przecięcia się linii spad i szerokości dna 1,00 m (na fig. 1). Punkt przecięcia się szerokości dna 1 m i napęnienia 0,60 m z wykresu na fig. 2, wskaże (na wykresie fig. 1) objętość przepływu $Q = 0,48 \text{ m}^3/\text{sek}$. i prędkość $V = 0,50 \text{ m}/\text{sek}$.

Przykład 2. W gruncie piaszczystym ma być wykonany doprowadzalnik o głębokości napęnienia $t = 1 \text{ m}$, mający przeprowadzić objętość $4 \text{ m}^3/\text{sek}$. Zaprojektować przekrój doprowadzalnika przy dopuszczalnym spadzie.

Rozwiązanie. Nachylenie skarp przyjmuje się 1:2. Na wykresie według fig. 1 należy odnaleźć punkt przecięcia się linii objętości $4 \text{ m}^3/\text{sek}$ z linią dopuszczalnej prędkości $V = 0,60 \text{ m}/\text{sek}$. Przesuwa się część ruchomą z wykresem według fig. 4 aż do miejsca przecięcia się znalezionej punktu z linią głębokości 1 m. Odczytuje się szerokość dna 4,70 m. Linia współczynnika $m = 0,65$ wskaże dopuszczalny spadek $I = 0,31\text{‰}$.

Przykład 3. Jaki spadek winna otrzymać drewniana rynna o przekroju prostokątnym, posiadająca szerokość dna 1 m i wysokość 0,50 m, dla przeprowadzenia objętości $0,50 \text{ m}^3/\text{sek}$ i jaka będzie prędkość przepływu?

Rozwiązanie. Na wykresie według fig. 6 punkt przecięcia się linii głębokości 0,50 m i szerokości dna 1 m ustawia się na linii objętości $0,50 \text{ m}^3/\text{sek}$. Linia współczynnika $m = 0,00$ wskaże (przy szerokości dna 1 m) spadek $I = 1,3\text{‰}$. Na linii prędkości odczytuje się prędkość $V = 1,01 \text{ m}/\text{sek}$.

Przykład 4. Obliczyć objętość i prędkość przepływu dowolnego przekroju, którego pomierzona w terenie powierzchnia wynosi $F = 18 \text{ m}^2$. Szerokość zwierciadła wody $B = 20 \text{ m}$. Zaniwelowany spadek $I = 1\text{‰}$.

Rozwiązanie. Dla umożliwienia porównania niech tym dowolnym przekrojem będzie przekrój trapezowy o szerokości w dnie 16 m, głębokości napęnienia 1 m i nachyleniu skarp 1—2. Przy użyciu wykresu według fig. 4 (przy $m = 0,90$) punkt przecięcia się linii szerokości dna 16 m i głębokości napęnienia 1 m wskaże objętość przepływu $Q = 18,5 \text{ m}^3/\text{sek}$, prędkość $V = 1,04 \text{ m}/\text{sek}$, oraz powierzchnię przekroju $F = 18 \text{ m}^2$. Z kolei obliczenie przeprowadza się dla założonego na wstępie dowolnego przekroju. Obliczenie dokonuje się

przy użyciu wykresu według fig. 6. Linie współczynnika $m = 0,90$ ustawia się w punkcie przecięcia się z linią spad $I = 1\text{‰}$ oraz szerokości (w tym przypadku zwierciadła wody) 20 m. Punkt przecięcia się linii szerokości zwierciadła wody $B = 20 \text{ m}$ z linią powierzchni $F = 18 \text{ m}^2$ wskaże: średnie napęnienie $t_s = 0,90 \text{ m}$, objętość przepływu $Q = 17,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ oraz prędkość przepływu $V = 0,98 \text{ m}/\text{sek}$. Uzyskany wynik jest zbliżony do otrzymanego przy użyciu wykresu dla przekroju trapezowego (fig. 4), który przy napęnieniu 1 m posiada szerokość zwierciadła wody $B = 20 \text{ m}$, średnie napęnienie $t_s = 0,90 \text{ m}$. Uzyskane wartości przy użyciu wykresu według fig. 6 są mniejsze, a to w zależności od miary koncentracji koryta

$$q = \frac{B}{tsr} \cdot W \text{ związku z tym uzyskane wy-}$$

niki przy użyciu wykresu według fig. 6 (dla innego niż prostokątny przekrój koryta) należy pomnożyć przez współczynnik zwiększający, zależny od miary koncentracji koryta, który wynosi:

$$\text{dla } q = \frac{B}{tsr} = 4 \text{ okrągło } 1,12$$

10	„	1,10
15	„	1,08
20	„	1,06
25	„	1,04
30	„	1,02
35	w górę	1,00

W wyżej podanym przypadku $q = \frac{20}{0,9} =$

22,2, a więc współczynnik q (na podstawie interpolacji liniowej) = 1,05. Po rozwiązaniu otrzyma się $Q = 18,4 \text{ m}^3/\text{sek}$ zaś $V = 1,03 \text{ m}/\text{sek}$. Zamiana dowolnego przekroju na prostokątny, również przy obliczeniach rachunkowych jest dogodniejsza. Dotyczy to zwłaszcza przekrojów złożonych lub nieregularnych.

Przykład 5. Jaka objętość wody przepłynie upustem w kształcie otworu, jeżeli zwierciadło dolnej wody leży poniżej progu otworu, wysokość otworu wynosi 0,50 m, jego zaś szerokość 4 m. Wysokość zwierciadła wody górnej ponad dolny próg otworu wynosi 1 m. Prędkość wody dopływającej $V_0 = 0,80 \text{ m}/\text{sek}$.

Rozwiązanie. Obliczenie dokonuje się przy użyciu wykresu według fig. 7 dla przypadku 1 (otwory w jazach). Przyjmuje się współczynnik $\mu = 0,62$. Kreskę podziałki „szerokość otworu” odpowiadającą wartości 4 m,

ustawia się przy wartości współczynnika $\mu = 0,62$. Punkt przecięcia się wartości $h = 1$ m i prędkości $V_0 = 0,80$ m/sek wskazuje objętość przepływu $Q_1 = 7,70$ m³/sek, zaś dla wartości $h_2 = 0,50$ m objętość przepływu $Q_2 = 2,85$ m³/sek. Zatem przepływ wyniesie $Q = Q_1 - Q_2 = 4,85$ m³/sek.

Przykład 6. Przepływ wynosi 10 m³/sek. Dozwolone piętrzenie ponad koronę jazu 0,60 m. Prędkość wody dopływającej, 2 m/sek. Obliczyć szerokość przelewu.

Rozwiązanie. Na wykresie według fig. 8 punkt przecięcia się wartości $h = 0,60$ m z linią prędkości $V_0 = 2$ m/sek ustawia się na linii objętości 10 m³/sek. Podziałka „długości jazu” przy współczynniku $\mu = 0,70$ wskazuje wartość szerokości przelewu 7,80 m.

Przykład 7. Światło mostu wynosi 50 m. Filary posiadają wynurzoną podstawę (a więc $\mu = 0,7$). Jaka będzie objętość przepływu, jeżeli głębokość wody niespiętrzonej $a = 4$ m, dopuszczalne zaś spiętrzenie $h = 0,50$ m. Prędkość wody dopływającej $V_0 = 1$ m/sek.

Rozwiązanie dokonuje się przy użyciu wykresu według fig. 9. Podziałkę wartości $a = 4$ m ustawia się na kresce $\mu = 0,70$. Punkt przecięcia się $h = 0,50$ oraz $V_0 = 1$ m/sek wskaże objętość $q = 9,2$ m³/sek na 1 mb. Objętość przepływu $Q = 460$ m³/sek.

Przykład 8. Przelewem o ostrej krawędzi [$2/3 \mu = 0,49$] przepływa struga wody o wysokości $h = 1$ m. Jaka objętość wody przepłynie jeżeli długość jazu $b = 10$ m?

Rozwiązanie: Podziałkę „długości upustu” $b = 10$ m ustawić należy na kresce $2/3 \mu = 0,49$. Linia w punkcie $h = 1$ m, wskazuje objętość przepływu 14,8 m³/sek.

Przykład 9. Przy jakiej wysokości ciśnienia i z jaką prędkością odbywać się będzie przepływ 1 m³/sek przepustem o średnicy 0,80 m i długości 20 m?

*** Rozwiązanie.** Na wykresie według fig. 11 punkt przecięcia się linii długości rurociągu $L = 20$ m z linią średnicy $d = 0,80$ m, ustawia się na linii objętości 1 m³/sek. Linia prędkości wskazuje $V = 1,9$ m/sek, na podziale zaś „wysokości ciśnienia h ” wskaźnik [z lewej strony u dołu wykresu fig. 1] wskazuje wysokość ciśnienia 0,41 m.

Przykład 10. Obliczyć objętość i prędkość przepływu rurociągiem kamionkowym o przekroju kołowym $\varnothing = 0,50$ m, poprowadzonym spadkiem $I = 1\%$ przy czym napełnienie wynosi 80%.

Rozwiązanie. Współczynnik m dla rur kamionkowych (z tablicy przy wykresie) = 0,215. Punkt przecięcia się linii współczynnika m oraz średnicy $d = 50$ cm ustawić należy na linii spadku $I = 1\%$. Punkt przecięcia się linii wysokości napełnienia i średnicy rurociągu wskazuje objętość przepływu $Q = 0,375$ m³/sek i prędkość $V = 2,20$ m/sek.

Przykład 11. Zbieracz drenarski ma średnicę $d = 15$ cm, spad $I = 1\%$, spływ jednostkowy 0,70 l/sek z 1 ha. Należy podać:

- jaką objętość wody i z jaką prędkością przeprowadzi zbieracz?
- jaką powierzchnię zbieracz może odwodnić?

Rozwiązanie przeprowadza się przy użyciu wykresu według fig. 13 z zastrzeżeniem, że

linie objętości przepływu określać będą $\frac{1}{1000}$

wartości podanych na wykresie według fig. 1. Na przykład linia według fig. 1 określająca objętość 2 m³/sek, przy obliczeniach z wykresem według fig. 13, posiadać będzie wartość 2 litrów/sek.

Rozwiązanie: Współczynnik m dla dren = 0,215.

ad a). Wskaźnik współczynnika m ustawia się na linii spadku $I = 1\%$. Punkt przecięcia się linii średnicy $d = 15$ cm oraz spływu równego jednostki [1 l/sek] wyznacza objętość przepływu 13,8 l/sek i prędkość $V = 0,77$ m/sek.

ad b). Wykres według fig. 13 ustawiony jak wyżej. Punkt przecięcia się linii średnicy [$d = 15$ cm] i spływu [0,70 l/sek/ha] wskazuje na linii objętości przepływów wartość 20. W danym przypadku będzie to powierzchnia odwodniona 20 ha.

Opisany sposób posługiwania się suwakiem nie wyczerpuje oczywiście całości obliczeń możliwych do wykonania. Również poszerzenie zakresu wykonywanych obliczeń poprzez dorobienie dalszych wykresów jest aktualne. Na przykład wykresy rurociągów o przekroju jajowym, czy też koryta cieków o przekroju parabolicznym. Poza tym istnieje możliwość (przy zachowaniu bez zmian wykresu według fig. 1) sporządzenia wykresów przy zastosowaniu wzorów na prędkość według innych autorów. Wskazane jest zwiększenie wartości objętości przepływu do 500 m³/sek oraz szerokości dna koryt do 50 m. Dla przejrzystości wskazane jest: prędkości przepływu (fig. 1) wykonać kolorem niebieskim. Linie głęboko-

ści napełnienia, różnicę wysokości zwierciadeł wody itp. (fig. 2—13) wykonać kolorem czerwonym. Suwak można wykonać w kilku formatach.

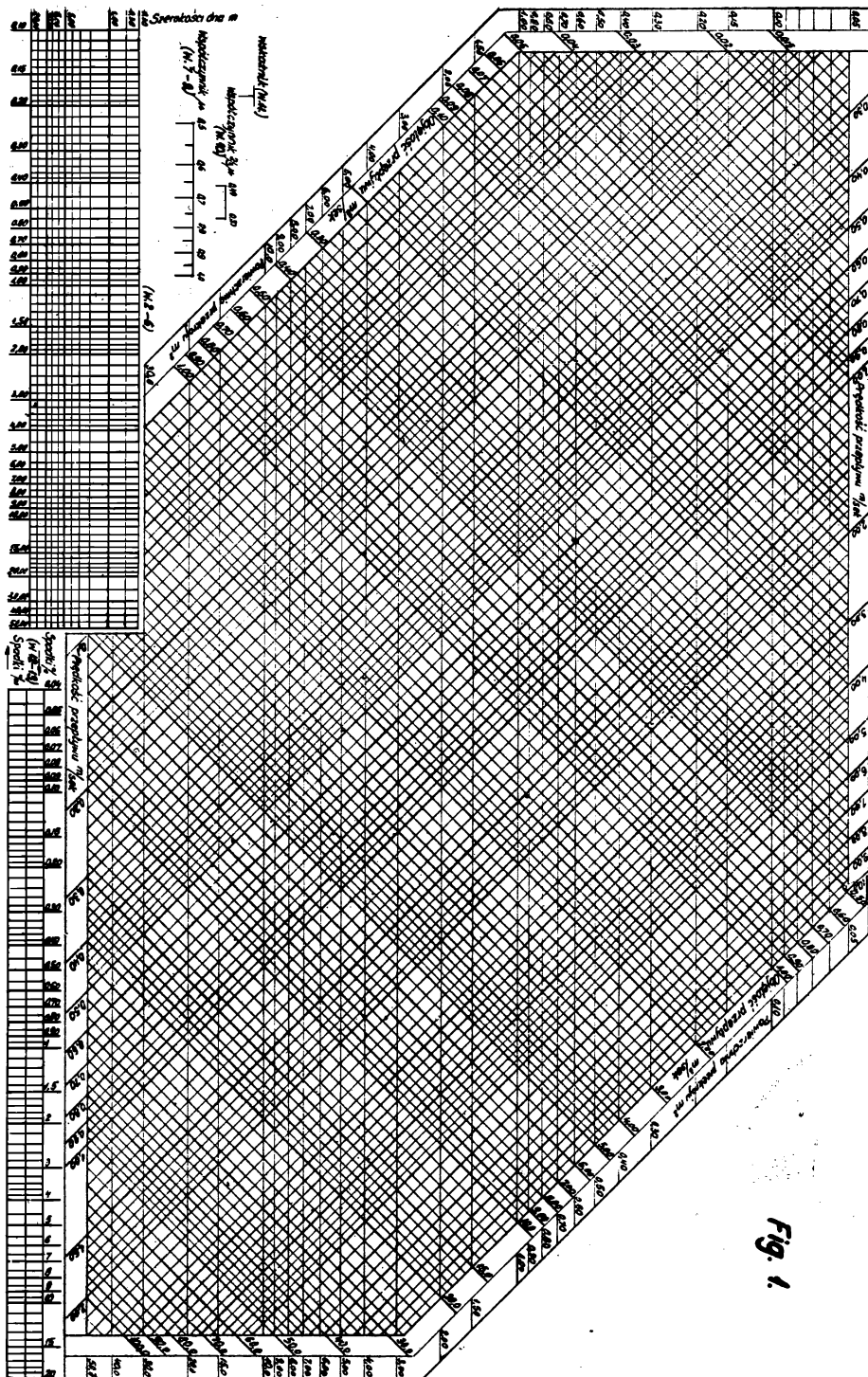
Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Suwak hydrauliczny do obliczeń przy projektach wodnomelioracyjnych, składający się z dwu części stałej i ruchomej, przy czym zewnętrzna jego część górna jest wykonana z materiału przezroczystego, znamieny tym, że zewnętrzna jego część jest zaopatrzona w siatkę logarytmiczną (fig. 1), składającą się z linii poziomych, które określają powierzchnię przekroju cieku lub rurociągu, z linii nachylonych do nich pod kątem 45° , określających prędkości przepływu, z linii prostopadłych do tych ostatnich, wskazu-

jących objętość przepływu, oraz w wykresy pomocnicze, które określają spad w promile szerokości dna koryt otwartych, spad w procentach dla rurociągów, podziały współczynników, a także wskaźnik dla przepływu w rurociągach całkowicie wypełnionych.

2. Suwak hydrauliczny według zastrz. 1, znamieny tym, że jego część ruchoma jest wyposażona w wykresy (fig. 2—13), które określają: szerokości dna i głębokości napełnienia przy różnych nachyleniach skarp koryt otwartych, różnice poziomów zwierciadła wody i prędkości powyżej różnych budowli piętrzących, średnice i długości przewodów rurowych oraz wartości współczynników.

Józef Bobra



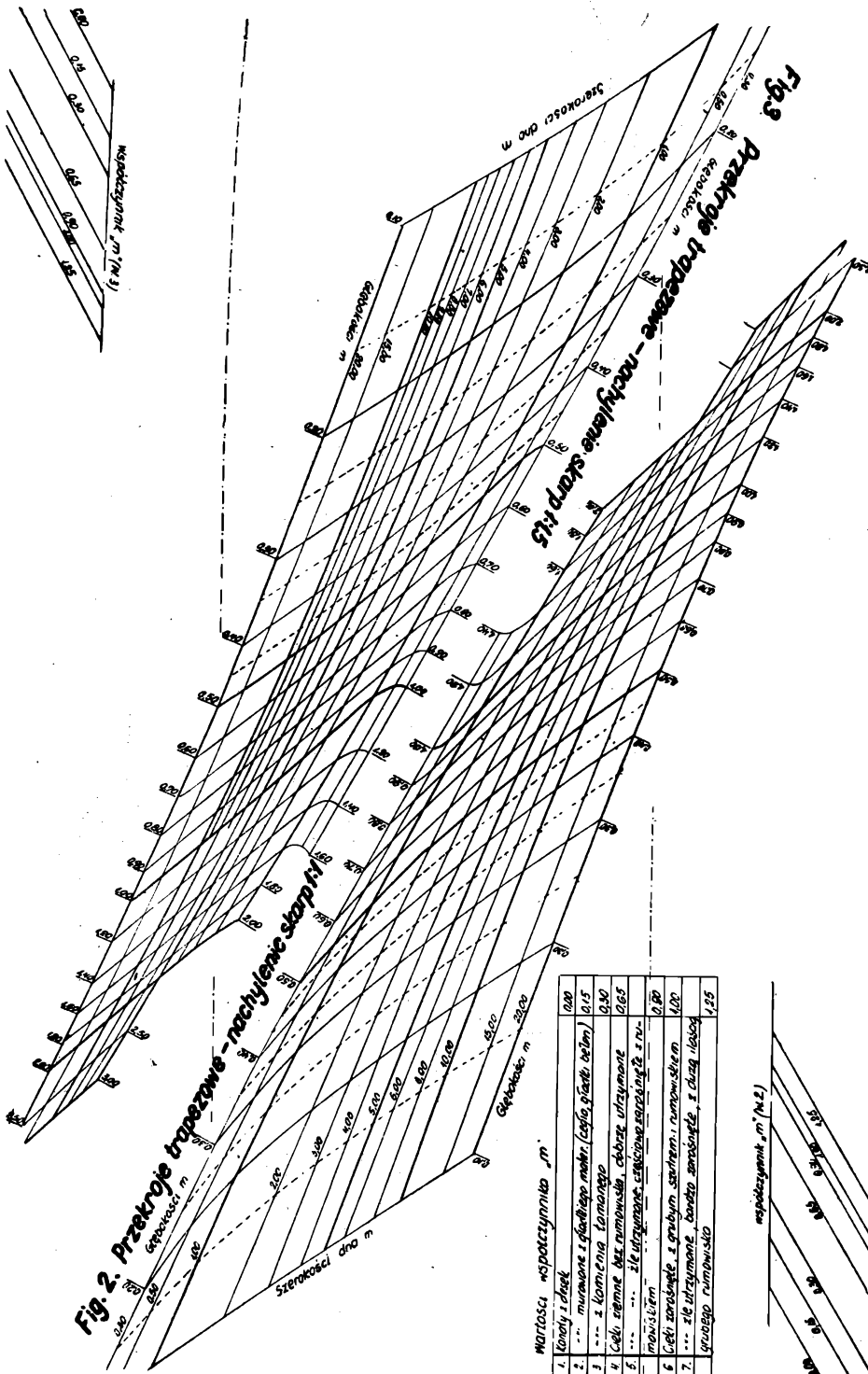


Fig. 4. Przekroje trapezowe - nachyl. skarp 1:2

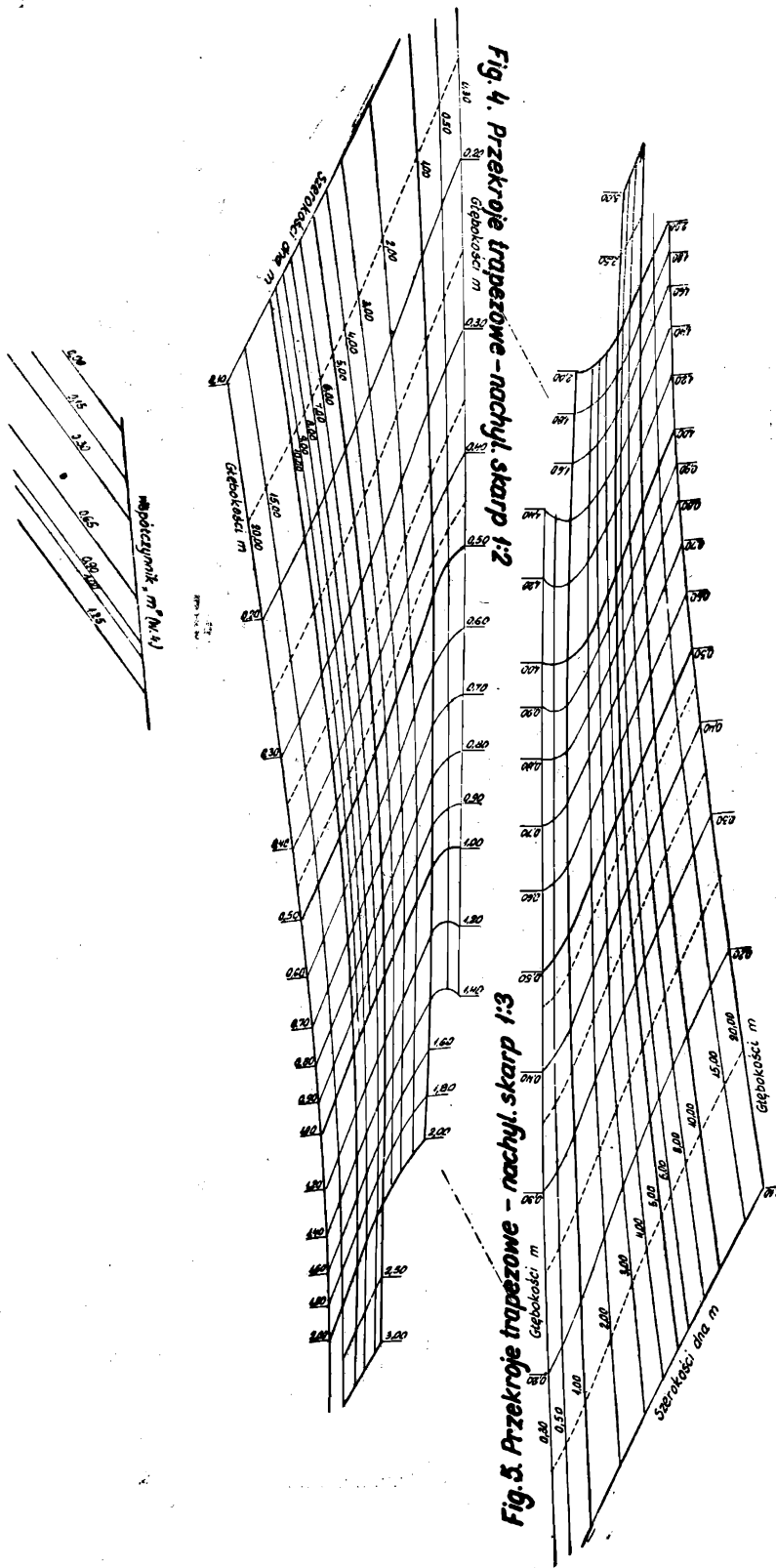


Fig. 5. Przekroje trapezowe - nachyl. skarp 1:3

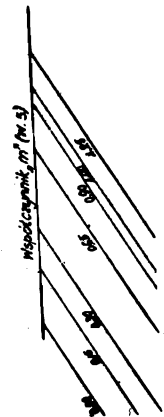


Fig. 7. — Przepływy wody dla otworów i przelotów wg wzoru:

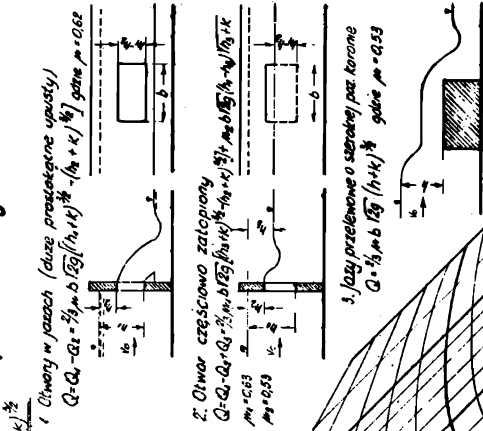
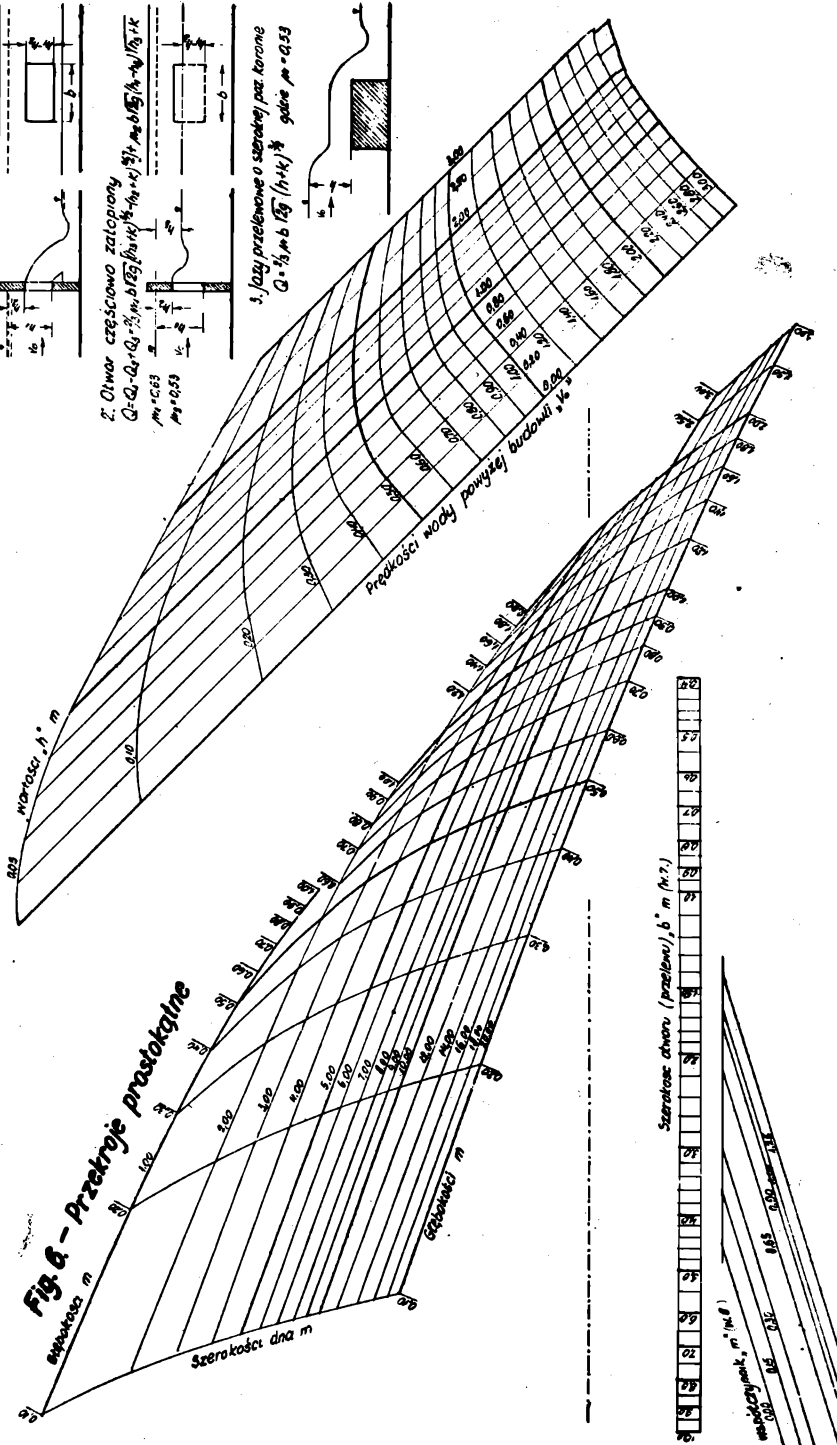


Fig. 6. — Przekroje prostokątne



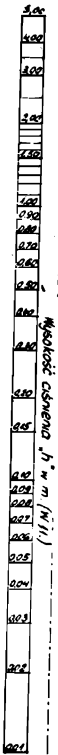


Fig. 10. Przepływy wody przez jazy boczne (przelewy)

wg wzoru: $Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \sqrt{h^3}$ gdzie:
 $\frac{2}{3} \sqrt{2g} = 0.57$ dla krawędzi zaokrąglonej
 $\frac{2}{3} \sqrt{2g} = 0.49$ dla ostrej

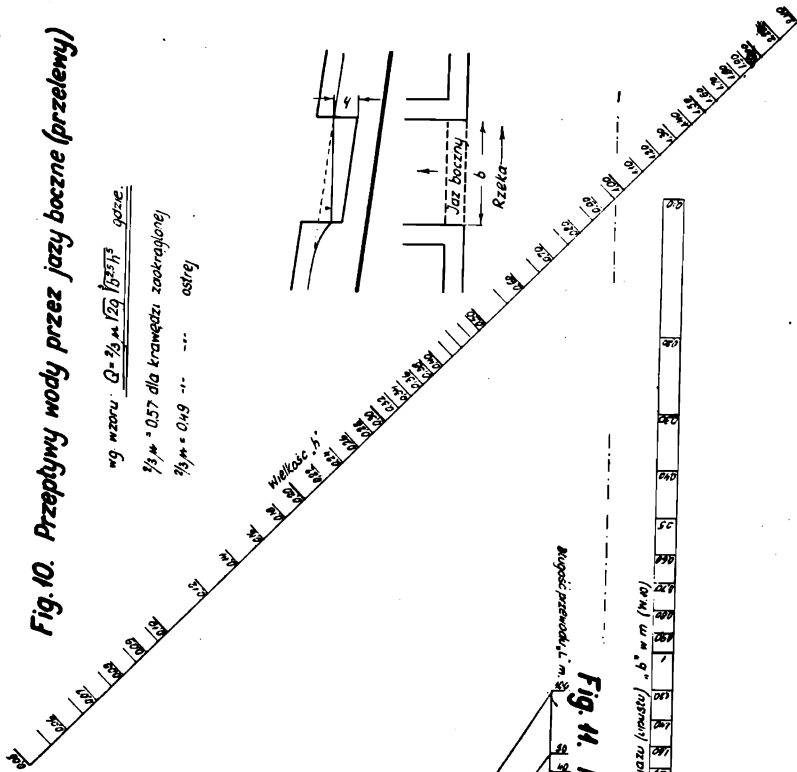


Fig. 11. Przepływy w przewodach rurowych o przekroju kołowym całkowicie wypełnionych

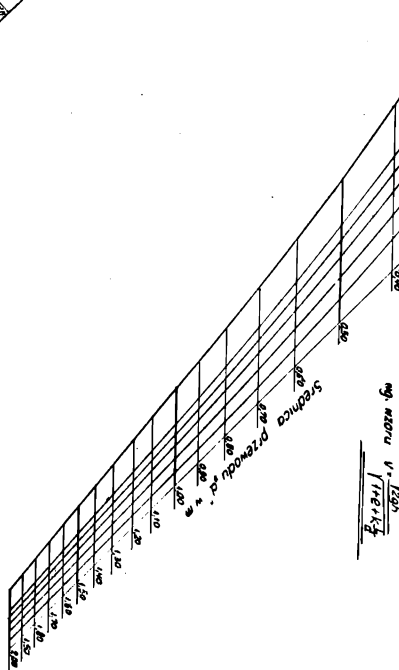


Fig. 12. Przepływ wody w długich rurach o przekroju kołowym przy dowolnym napięciu

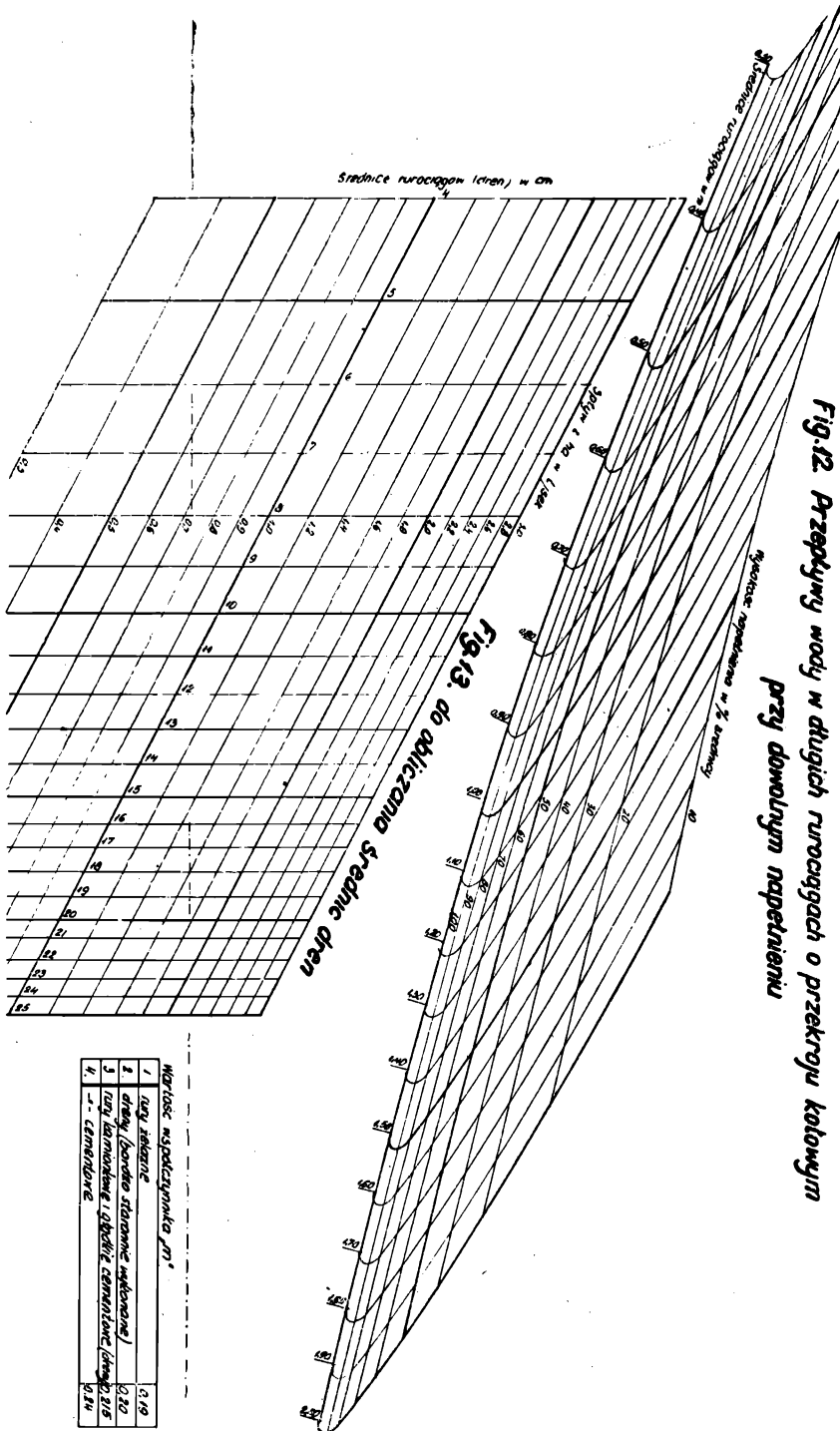
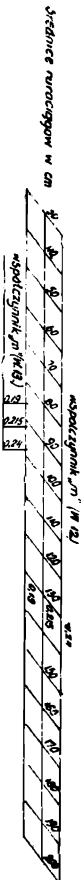


Fig. 13. do obliczenia średnic dren



Wzrost młodziaka, m ³	
1	0.10
2	0.20
3	0.30
4	0.40