

GRAFICZNA METODA WYZNACZANIA MAKSYMALNEJ WYDAJNOŚCI STUDNI, POWIERZCHNI FILTRA, DOPUSZCZALNEJ PRĘDKOŚCI WLOTOWEJ NA FILTRZE I ZASIĘGU LEJA DEPRESYJNEGO

UKD 551.491.56(084.21):628.1.032.6

W związku ze stałym rozwojem przemysłu oraz rolnictwa rośnie nieustannie zapotrzebowanie na wodę konsumpcyjną i przemysłową. Możliwość wykorzystania wód powierzchniowych jest ograniczona ze względu na wzrastające zanieczyszczenia ich ściekami przemysłowymi, jak również na ich deficyt, zwłaszcza w niektórych rejonach Polski. Deficyt wody w kraju stale wzrasta, szczególnie w rolnictwie. Dlatego też w latach 1966–1970 przewiduje się wykonanie ok. 6000 studni głębinowych i ok. 2000 wodociągów dla samych tylko obiektów wiejskich.

Tak szeroko zakrojone inwestycje wodne wymagają nie tylko rozbudowy baz techniczno-materiałowych, ale i usprawnienia metod wykonywania dokumentacji hydrogeologicznych. Przy każdym projekcie studni należy zwykle rozpatrzyć kilka wariantów i wybrać najbardziej ekonomiczny. Dobranie najlepszego wariantu wymaga wielu pracochłonnych obliczeń. Dążąc do skrócenia czasu przeznaczanego na wykonanie projektu powinno stosować się metody obliczeń, umożliwiające szybkie uzyskanie wyników. Środkiem zapewniającym zastosowanie takich metod są m.in. nomogramy. Poniżej podano nomogramy dla trzech wzorów, stosunkowo często używanych przy projektowaniu studni głębinowych, są to:

- 1) wzór na maksymalną wydajność studni, 2) wzór na dopuszczalną prędkość wlotową wody na filtrze, 3) wzór na zasięg promienia leja depresyjnego.

Maksymalną wydajność studni obliczamy według wzoru:

$$Q_{max} = \pi \cdot d \cdot l \cdot V_{dop} \quad [1]$$

gdzie: Q_{max} — maksymalna dopuszczalna wydajność studni w $m^3/godz.$

d — średnica zewnętrzna filtra w m,

l — długość robocza filtra w m,

V_{dop} — dopuszczalna prędkość wlotowa wody na filtrze w $m/godz.$, wynosząca:

$$V_{dop} = 65 \sqrt[3]{k} \quad [2]$$

gdzie: k — współczynnik filtracji w $m/dobę$

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k} \quad [3]$$

gdzie: R — promień leja depresyjnego w m,

s — depresja w otworze badawczo-eksploatacyjnym w m,

k — współczynnik filtracji w $m/sek.$

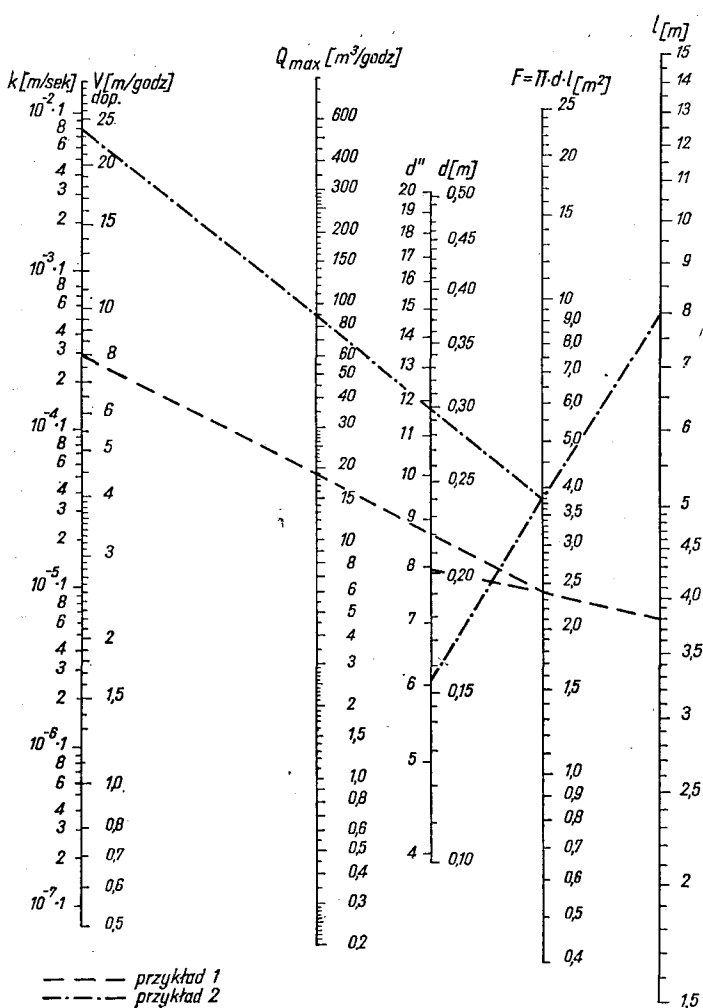
Wielkości określone wzorami można wyznaczyć analitycznie przez podstawienie do wzorów odpowiednich danych, co wymaga nieco czasu, zwłaszcza jeżeli obliczenia te należy wykonać nieraz wielokrotnie, stosując metodę kolejnych przybliżeń. Aby uzyskać możliwie szybko wyniki przybliżone, mogące stanowić później podstawę do bardziej dokładnych obliczeń opracowano, korzystając z własnych doświadczeń dwa nomogramy.

NOMOGRAM I

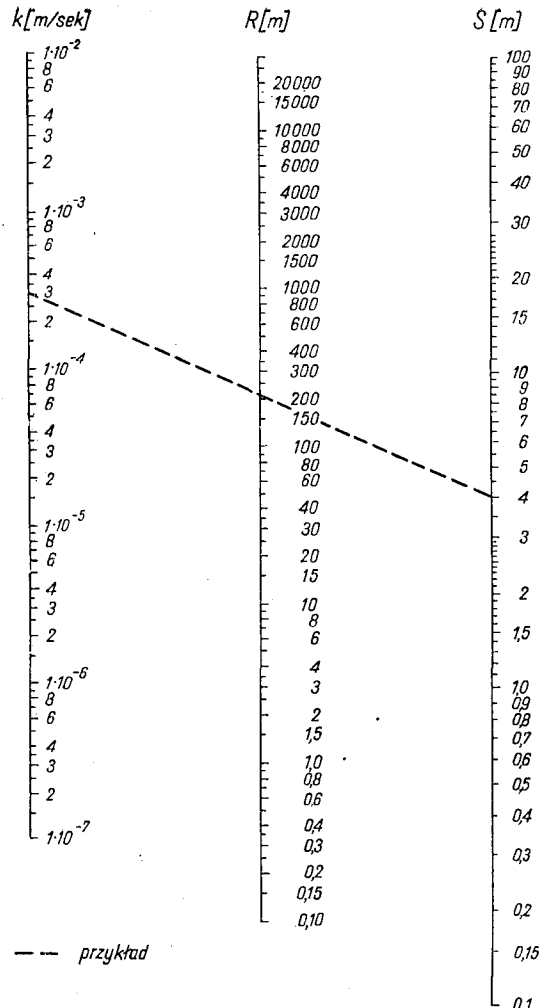
Nomogram ten dotyczy wzoru [1] oraz [2] i składa się z pięciu osi liczbowych. Na wspólnej osi „ k i V_{dop} ” z lewej strony podano wartości k w $m/sek.$, a z prawej odpowiadające im wartości V_{dop} w $m/godz.$ Jako jednostki przyjęto w nomogramie dla współczynnika filtracji $m/sek.$, a dla dopuszczalnej prędkości wlotowej $m/godz.$ (a więc odmienne niż w podanych wyżej wzorach znanych z literatury). Oś „ Q ” przedstawia wartości wydajności w $m^3/godz.$, oś „ d ” wartości średnic filtra w calach z lewej strony i w metrach z prawej strony osi liczbowej. Oś „ F ” wyznacza wartości powierzchni filtra ($\pi \cdot d \cdot l$) w m^2 , oś „ l ” długości robocze filtra w m.

Za pomocą tego nomogramu wyznaczyć można:

- 1) maksymalną dopuszczalną wydajność studni Q_{max} . Wartość ta powinna być większa lub równa wydajności przyjętej w założeniach do budowy studni. W celu obliczenia minimalnej powierzchni filtra zakłada się, że Q_{max} równa się wydajności podanej w założeniach. Daną wartość oznaczamy na osi „ Q ”.
- 2) współczynnik wodoprzepuszczalności k . Wartość tego współczynnika ustalamy na podstawie materiałów archiwalnych i ogólnej znajomości warunków hydrogeologicznych terenu. Daną wartość oznaczamy na osi „ k ”.
- 3) dopuszczalną prędkość V_{dop} . Wartość V_{dop} wyznaczamy korzystając z osi „ k, V_{dop} ”, gdzie każdemu punktowi na tej osi odpowiada dana wartość k w $m/sek.$ po lewej stronie osi i wartość V_{dop} w $m/godz.$ po prawej stronie osi. Mając dane k odczytujemy odpowiadającą mu wartość V_{dop} .
- 4) powierzchnię filtra $\pi \cdot d \cdot l$. Przez dane punkty na osi „ V_{dop} ” i „ Q_{max} ” prowadzimy prostą aż do przecięcia z osią „ F ”. W punkcie przecięcia tej prostej z osią „ F ” odczytujemy wartość powierzchni filtra w m^2 .
- 5) długość l i średnicę filtra d . Przez otrzymany punkt na osi „ F ” określający powierzchnię filtra przeprowadzamy dowolną prostą, która na przecięciu z osią „ l ” i „ d ” wyznacza długość filtra w m i średnicę filtra w calach lub metrach.



Ryc. 1. Nomogram 1 (skala 1:2).
Fig. 1. Nomogram 1 (scale 1:2).



Ryc. 2. Nomogram 2 (skala 1:2).
Fig. 2. Nomogram 2 (scale 1:2).

POSŁUGIWANIE SIĘ NOMOGRAMEM

Przykład 1 (dla projektu studni).

Studnia ma być posadowiona w piaskach o współczynniku filtracji $k = 3 \cdot 10^{-1}$ m/sek. Podana w założeniach wydajność $Q = 19$ m³/godz. Należy zwymiarować filtr. Na osi „k, V_{dop} ” wartości $k = 3 \cdot 10^{-4}$ m/sek odpowiada wartość $V_{dop} \approx 8$ m/godz. Prowadząc prostą przez punkty $V_{dop} \approx 8$ m/sek oraz $Q_{max} = 19$ m³/godz. otrzymamy na przecięciu z osią „F” wartość $\pi \cdot d \cdot l \approx 2,4$ m². Prosta przechodząca przez punkty 2,4 na osi „F” wyznacza na przecięciu z osią „d” i „l” wymiary filtra, np. $d = 8''$ (ok. 0,2 m), $l \approx 3,8$ m.

Przykład 2 (dla istniejącej studni).

Studnia posadowiona jest w utworach o współczynniku $k = 8 \cdot 10^{-3}$ m/sek., określonym na podstawie próbnego pompowania. Wymiary filtra wynoszą: $d = 6''$ (ok. 0,152 m) $l = 8$ m. Należy wyznaczyć maksymalną wydajność studni. Przeprowadzając prostą przez punkty na osi „d” i „l” otrzymamy na przecięciu z osią „F” wartość powierzchni filtra $\pi \cdot d \cdot l \approx 3,8$ m. Łącząc odcinkiem prostej wyznaczone punkty na osi „F” — 3,8 m i na osi „k” — $8 \cdot 10^{-3}$ m/sek w miejscu przecięcia odcinka z osią Q_{max} trzymamy maksymalną wydajność $Q_{max} \approx 90$ m³/godz.

NOMOGRAM II

Nomogram ten dotyczy wzoru [3] i składa się z trzech osi liczbowych. Na osi „k” podano wartość współczynnika wodopruszczalności k w m/sek. Na

osi „s” odłożone są wartości depresji w m. Na osi „R” — długości promienia lejki depresyjnego.

Przykład

Mając daną wartość $k = 3 \cdot 10^{-4}$ m/sek. i wartość $s = 4$ m prowadzimy prostą przez te dwa punkty leżące na osiach „k” i „s”. Na przecięciu tej prostej z osią „R” otrzymamy zasięg promienia lejki depresyjnego $R \approx 210$ m.

WNIOSEK KOŃCOWY

Opracowane dla własnych potrzeb w działalności praktycznej nomogramy pozwoliły na około 10-krotne skrócenie czasu obliczeń przy projektowaniu studni, a więc zasługują na zastosowanie ich w działalności przedsiębiorstw hydrogeologicznych.

SUMMARY

To shorten the time of projecting a well we should use the methods that allow to obtain results quickly. Nomograms belong to the methods which permit to adopt the short technique desired.

In the text are given two nomograms for three formulae relatively frequently used in projecting wells. These are:

1. Formula for maximum capacity of well,
2. Formula for admissible inlet velocity of water on filter,
3. Formula for extent of the radius of cone of depression.

Nomograms, elaborated for own purposes in practice, shortened almost tenfold the time needed for computations in projecting a well.

РЕЗЮМЕ

Для сокращения времени на составление проекта колодца следует применять такие методы расчетов, которые позволяют быстро получать результаты. Одним из таких способов использования сокращенных методов является применение номограмм.

В работе представлены две номограммы для трех формул, относительно часто применяемых в проектировании колодцев:

1. Формула расчета максимального дебита колодца,
2. Формула расчета допустимой входной скорости воды на фильтре,
3. Формула расчета величины радиуса депрессионной воронки.

Номограммы, разработанные автором для проводимых им практических работ, позволяют почти в 10 раз сократить время расчетов при проектировании колодцев.