

ANALIZA STATYSTYCZNA GŁÓWNYCH PARAMETRÓW HYDROGEOLOGICZNYCH POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI SYNKLINY BRZEŻNEJ

CHARAKTERYSTYKA hydrogeologiczna masywu skalnego, traktowanego jako całość, różni się bardzo często od charakterystyki poszczególnych jego elementów. Tak więc jeden z głównych parametrów, jakim we wszelkich badaniach hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich jest współczynnik filtracji określony na podstawie jednej próbki, może znacznie odbiegać od współczynnika filtracji całego masywu.

W przypadku laboratoryjnego badania współczynnika filtracji próbek utworów górnokredowych typu opok, margli, wapieni, występujących w południowej części synkliny brzeżnej, otrzymuje się wartości współczynnika filtracji bardzo małe, zbliżone do zera.

Na podstawie tych badań można by wnioskować, że cały masyw górnokredowy wypełniający synklinę

brzeżną jest praktycznie nieprzepuszczalny, a tymczasem wyniki próbnych pompowań wskazują na współczynnik filtracji wynoszący 10^{-5} i 10^{-4} m/sek.

Ta duża zdolność przewodzenia wody w masywie zbudowanym ze skał litych, praktycznie nieprzepuszczalnych, nie zależy od charakteru litologicznego skały, lecz od stopnia spękania górotworu, przy czym współczynnik filtracji obliczony z próbnego pompowania jest wypadkową niewielkiej (bliskiej zera) filtracji przez samą skałę oraz znacznie większej przez jej szczeliny.

Wobec tego ocena zdolności filtracyjnej całego masywu skalnego powinna uwzględniać zarówno zdolność filtracyjną wszystkich skał występujących na danym obszarze oraz ich rozprzestrzenienia, jak też zdolność filtracyjną systemu ich szczelin.

Tabela I

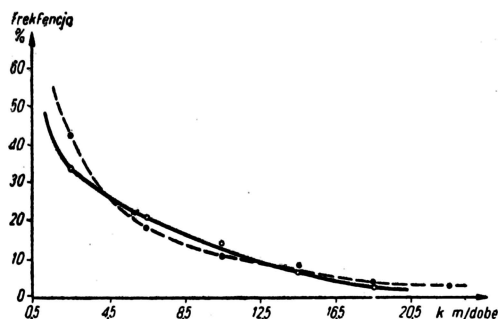
SZEREGI ROZDZIELCZE PARAMETRÓW

Współczynnik filtracji k			Wydażność jednostkowa q		
Przedział klasowy k m/dobę	frekwencja	% udziału	Przedział klasowy q m ³ /godz/m	frekwencja	% udziału
poniżej 0,5	3	3,66	0—12	34	46,55
0,5—4,5	28	34,15	12—23	15	20,53
4,5—8,5	18	21,95	23—34	12	16,42
8,5—12,5	12	14,64	34—45	4	5,51
12,5—16,5	6	7,32	45—56	4	5,51
16,5—20,5	3	3,66	56—67	1	1,37
20,5—24,5			67—78	2	2,74
powyżej	12	14,64	78—79	1	1,37
	82	100,00		73	100,00

Ponieważ dokładne obliczenie tych elementów jest długotrwałe i kosztowne, a wobec braku zależności matematycznych nieściśle, należy na innej drodze szukać oceny zdolności filtracyjnej i jej normatywnego porównania dla całego masywu.

Próbą takiego rozwiązania jest zastosowanie analizy statystycznej do oceny i porównania zdolności filtracyjnej utworów górnokredowych wypełniających południową część synkliny brzeżnej.

W pracy posłużono się materiałem z dokumentacji powykonawczych ujęć studziennych z terenu południowej części synkliny brzeżnej, w których można znaleźć szereg danych dotyczących współczynnika filtracji i wydajności jednostkowej charakteryzujących wodonośność utworów kredowych. Materiału — co prawda — nie jest na razie zbyt dużo, gdyż brak go dla głębszych ujęć wykonanych dawniej, a z braku podstawowych danych nie można tu wykorzystać (bez specjalnych badań) setek płytkich ujęć — gospodarskich, czerpiących wodę z utworów kredowych. Tak więc podstawą niniejszych rozważań jest materiał sponad 70 ujęć głębszych mających odpowiednią dokumentację. Jest to nieliczny zbiór dla traktowania go wg zasad rachunku statystycznego, a i dokładność poszczególnych tworzących go wartości nastrocza wątpliwości z tytułu błędów obciążających same obserwacje (np. zbyt krótkie pompowanie, wadliwe zafiltrowanie), jak i z przyczyny nieporównywalnych metod obliczeniowych.



Ryc. 1.

— krzywa rozkładu współczynnika filtracji dla całości masywu, ---- krzywa rozkładu współczynnika filtracji dla margli.

Fig. 1.

— curve of filtration coefficient distribution for the whole massif, ---- curve of filtration coefficient distribution for marls.

Tabela II

CZĘSTOTLIWOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI k m/dobę

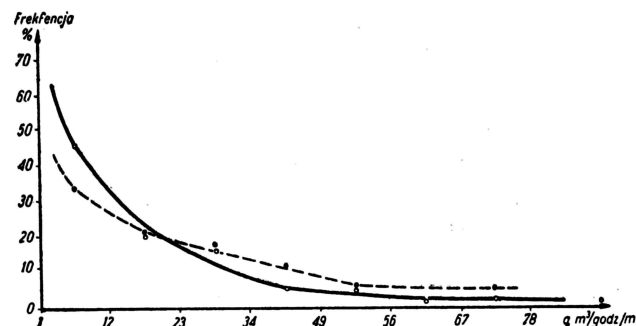
Przedział klasowy k m/dobę	Margle		Wapienie		Utwory wapienno-krzemionkowe	
	frekwencja	% udziału	frekwencja	% udziału	frekwencja	% udziału
poniżej 0,5	2	5,57	1	5,88	1	7,79
0,5—4,5	15	41,68	3	17,65	2	15,39
4,5—8,5	7	19,43	3	17,65	2	15,39
8,5—12,5	4	11,12	3	17,65	3	23,07
12,5—16,5	3	8,31	3	17,65		
16,5—20,5	1	2,79	1	5,87	1	7,69
20,5—24,5	1	2,79	3	17,65	4	30,76
powyżej	3	8,31				
	36	100,00	17	100,00	13	100,00

O istnieniu takich usterek można wnosić na podstawie spotykanych sporadycznie rozbieżności sięgających czasem do 100% przy powtarzaniu pompowania. Jednak po dokonaniu analizy materiału wyjściowego można uzyskany zbiór traktować jako wystarczający do opracowania statystycznego.

Ze względu jednak na duże spodziewane błędy zbiór obserwacji rozbito na dość obszerne przedziały klasowe. Przy kilku wynikach dotyczących tego samego ujęcia, mieszczących się w obrębie przedziału klasowego, włączono w zbiór ich średnią arytmetyczną. Jeżeli natomiast któraś wartość wybiegała poza przyjęty przedział klasowy, traktowano ją jako obserwację niezależną. Ostatecznie analizie statystycznej poddano 82 obserwacje współczynnika filtracji, 73 obserwacje wydajności jednostkowej, zestawiając je w szeregi rozdzielcze podane na tab. I.

Stosunkowo mała ilość obserwacji utrudniała szczególnie rozważania nad związkiem między litologią wodonośną lub regionalnym położeniem ujęć a badanymi parametrami hydrogeologicznymi. W pewnej mierze związek ten ilustrują tabele II, III, IV.

Na podstawie tabel i graficznego przedstawienia szeregów rozdzielczych, po odrzuceniu skrajnych, niepełnych przedziałów klasowych można powiedzieć, że frekwencja współczynnika filtracji k dla utworów kredowych przedstawia się jako jednoskrzydłowa krzywa typu logarytmicznego $y = a - b \cdot \log x$ (ryc. 1, krzywa 1), którą w danym przypadku można



Ryc. 2.

— krzywa rozkładu wydajności jednostkowej q dla całości masywu, ---- krzywa rozkładu wydajności jednostkowej q dla margli

Fig. 2.

— curve of yield distribution q for the whole massif, ---- curve of yield distribution q for marls.

Tabela III

CZĘSTOTLIWOŚĆ WYDAJNOŚCI q m³/dobę/m

Przedział klasowy q m ³ /dobę	Margle		Wapienie		Utwory wapienno-krzemionkowe	
	frekwencja	% udziału	frekwencja	% udziału	frekwencja	% udziału
0—12	11	34,38	5	38,48	8	66,66
12—23	7	21,87	3	23,07	3	25,00
23—34	6	18,75	3	23,07	1	8,33
34—45	4	12,50	1	7,69		
45—56	2	6,25				
56—67			1	7,69		
67—78	2	6,25				
	32	100,00	13	100,00	12	99,99

by wyrazić w postaci $y = 48 - 34,2 \log k$. Podobny charakter ma też rozkład (ryc. 1, krzywa 2) współczynnika filtracji dla margli, stanowiących zresztą w badanych ujęciach najczęstszą (50%) warstwę wodonośną. Natomiast wapienie i utwory wapienno-krzemionkowe (opoka, geza, siwak) cechują się stałym rozkładem parametru filtracji.

Z zastrzeżeniem, że wnioskowanie odbywa się na podstawie niewielu obserwacji, można te wyniki przełożyć na język hydrogeologiczny w ten sposób, że w utworach górnej kredy trzeba się na ogół liczyć ze współczynnikiem filtracji nie większym niż 10 m/dobę, zwłaszcza jeśli ma się do czynienia z wodonośnymi marglami. Wartości medialne wynoszą ok. 8 m/dobę dla całości utworów, a około 5 m/dobę dla margli. Im większe wartości k trafiają się w tych skałach, tym są one rzadszym zjawiskiem. Natomiast w wapieniach i utworach wapienno-krzemionkowych szanse na napotkanie współczynnika filtracji w przedziale od 0,5 m/dobę do ok. 16 m/dobę są jednakowo wielkie, a wartości medialne wynoszą ok. 10 m/dobę. W tych skałach wystąpiły też najwyższe wartości k aż do 86 m/dobę. Pozostaje to zapewne w związku z większą skłonnością tych skał do konserwowania otwartych szczelin.

Rozkład wydajności jednostkowej q (ilość wody w m³ na dobę i na metr depresji) jest również logarytmiczną krzywą jednoskrzydłową (np. $y = 6 - 2,7 \log q$). Charakter ten dostrzega się tak dla ogółu ujęć (ryc. 2, krzywa 1), jak i dla ujęć czerpiących wodę z margli (ryc. 2, krzywa 2). Podobnego charakteru (choć brak tu większej ilości obserwacji) zdaje się być też rozkład dla wydajności jednostkowej z pozostałych utworów kredowych. Krzywe rozkładu wskazują, że mimo sporadycznie pozyskiwanych efektów, nawet 80 m³/dobę/m, niełatwo uzyskać się wydajności ponad 15 m³/dobę/m, tj. przekraczając medianę. Zastanawiające jest przy tym, że wbrew oczekiwaniom właśnie margle dają tu nieco lepsze wyniki (mediana 20 m³/dobę/m). Można to chyba tłumaczyć ich równomierniejszą przepuszczalnością w porównaniu z innymi skałami górnej kredy, w których uzysk wody pochodzi z mniej lub więcej przypadkowych stref spękań. Średnie wydajności dla wapieni wynoszą 18 m³/dobę, dla utworów wapienno-krzemionkowych około 10 m³/dobę/m, dla kredy piszącej około 4 m³/dobę/m.

W tabeli IV zestawiono wskaźniki zmienności rozpatrzonych parametrów k i q , wyliczone w % wg znanej formuły $V = \frac{\sigma}{x} \cdot 100$, gdzie σ jest średnim odchyleniem kwadratowym, x = średnia arytmetyczna obserwacji.

Tabela IV

ŚREDNIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI (X_k) I WYDAJNOŚCI (X_q) ORAZ ICH WSKAŹNIKI ZMIENNOŚCI (ODPOWIEDNIO V_k i V_q)

Rodzaj wodonośca	Wskaźnik zmienności		Wartość średnia	
	V_k	V_q	X_k m/dobę	X_q m ³ /dobę/m
Margle	96	68	9,93	23,23
Wapień	84	76	14,38	18,02
Kreda pisząca	103	120	2,68	4,40
Utwory wapienno-krzemionkowe	88	65	22,92	9,63
Cały maszyn górno-kredowy	128	96	13,002	19,10
Rejon wewnątrz synkliny o dużych wartościach k i q	97,9	50	19,3	22,80
Rejon pośredni	58	67	4,13	3,54
Rejon zewnętrzny o wartościach minimalnych k i q	ok. 48	ok. 13	< 1	< 1

W powyższej tabeli określono w celu porównania zmienność współczynnika filtracji i wydajności jednostkowej dla całości omawianego obszaru, dla poszczególnych typów litologicznych, przy czym wybranych obszarów o zbliżonych wartościach parametrów k i q .

Jak wynika z tabeli, zmienność dla współczynnika filtracji (V_k) i wydajności jednostkowej (V_q) jest zbliżona w grupach litologicznych, przy czym zmienność dla współczynnika filtracji (V_k) jest nieco wyższa niż dla wydajności (V_q).

Wyjątek stanowi tu kreda pisząca o nieco wyższych wskaźnikach.

Natomiast wskaźnik zmienności dla poszczególnych rejonów jest zróżnicowany tak ze względu na podobieństwo parametrów w obrębie każdego rejonu, jak i ze względu na pobieranie w obrębie rejonu wody z różnych odmian wodonośca.

Przeciwie do wskaźnika zmienności zachowują się wartości średnie współczynnika filtracji i wydajności jednostkowej, gdyż w rejonach wielkości k i q są zbliżone do siebie, natomiast w grupach litologicznych przy niewielkiej średniej wartości X_k można otrzymać duże wydajności jednostkowe (margle) i, odwrotnie, przy dużej X_k małe wydajności jednostkowe (utwory wapienno-krzemionkowe).

Z całości rozważań wynika, że tak rozkład wydajności jednostkowej, jak i współczynnika filtracji dla utworów kredy górnej i południowej części synkliny brzeżnej nie jest rozkładem normalnym i da się przedstawić za pomocą krzywej logarytmicznej $y = a - b \lg x$.

Tak więc dzięki analizie statystycznej łatwo jest stwierdzić, że w spękanych skałach litych południowej części synkliny brzeżnej frekwencja współczynnika filtracji i wydajności jednostkowej maleje wraz ze wzrostem ich wartości.

W związku z takim typem obu krzywych rozkładu należy przyjąć, że w miarę gdy frekwencja k lub q dąży do nieskończoności, wartości parametrów zbliżają się do zera.

Jak już wspomniano, wartości współczynnika filtracji bliskie zera otrzymuje się, badając laboratoryjnie próbki skał górnokredowych.

Tak więc nieskończone możliwości występowania tych minimalnych współczynników związane są z prze-

wodzeniem wody przez samą skałę, która występuje w każdym punkcie synkliny brzeżnej.

W miarę pojawiania się większych wartości k i q uzależnionych od szczelin, frekwencja maleje i asymptotycznie dąży do zera. Zatem współczynnik filtracji i wydajność jednostkowa utworów górnokreślowych w południowej części synkliny brzeżnej, wyznaczone na drodze próbnych pompowań, charakteryzują przede wszystkim szczelinowatość skały. Z krzywej rozkładu współczynnika filtracji lub wydajności jednostkowej odczytać więc można zaangażowanie tektoniczne masywu.

SUMMARY

In the present paper there are statistically analysed data concerning the filtration coefficient k and the unit yield coefficient q received after test pumpings made in the southern area of the marginal syncline.

82 observations have been analyzed as to the filtration coefficient k , 76 as to the unit yield coefficient q , which have also been arranged as the separating ranges on the table I. On the tables II and III there are given the separating ranges k and q for the individual lithological types. Comparing the separating ranges and distribution curves one may state that so the curve for k , as well as that for q are logarithmical curves after a formula $y = a - b \log x$ (for distribution curve k $y = 48 - 34 \log k$, for distribution curve q $y = 6 - 2,7 \log q$), thus, their distribution is not a normal one. The changeability coefficients of parameters k and q computed after a formula

$$V = \frac{\sigma}{x} \cdot 100 \quad (\text{Tab. IV})$$

are also compared.

Changeability of these parameters is in general high, simultaneously, however, it may be seen that during examination of various types, the water-bearing changeability of the filtration coefficient (v_k) is little lower, than changeability of unit yield (v). The changeability coefficients of regions having approximate values of parameters are, however, considerably diverse for individual regions.

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе производится статистический анализ данных по коэффициенту фильтрации k и удельному дебиту q полученных во время предварительной откачки в пределах южной части Краевой синклинали.

Анализировались 82 наблюдения коэффициента фильтрации и 73 — удельного дебита, сопоставленные в виде распределительных рядов в табл. I. В таблицах II и III содержатся распределительные ряды k и q отдельных литологических типов. Из сопоставления распределительных рядов и кривых распределения следует, что так кривая k , как и q являются логарифмическими кривыми типа $y = a - b \log x$ (для кривой распределения k , $y = 48 - 34 \log$, для q $y = 6 - 2,7 \log q$) следовательно они распределяются ненормально. Сопоставлялись также показатели изменчивости параметров k и q , подсчитанные в % по формуле

$$V = \frac{\sigma}{x} \cdot 100 \quad (\text{табл. IV})$$

Изменчивость этих параметров, как правило, большая, причем при рассматривании различных типов водоносных пород, изменчивость коэффициента фильтрации (v_k) несколько меньше изменчивости удельного дебита (v). Показатели же изменчивости в районах со сходными величинами параметров, отличаются в значительных пределах.