

## OCENA ZRÓŻNICOWANIA ZAWARTOŚCI URANU W PRÓBKACH ALUWIALNYCH Z OBSZARU WYSTĘPOWANIA RÓŻNYCH KOMPLEKSÓW SKALNYCH

UKD 553.495.068.5:550.84

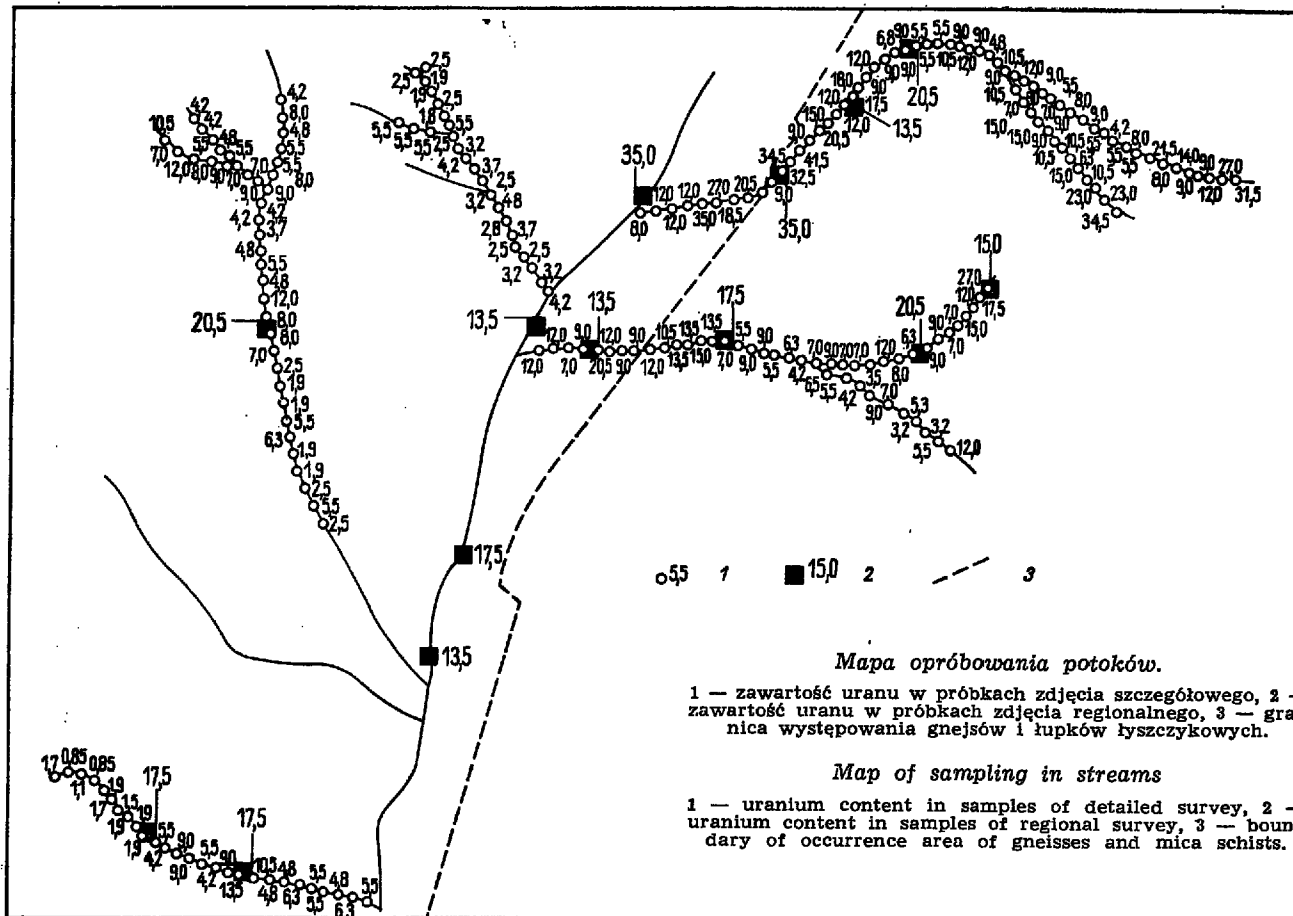
Podczas wykonywania na obszarze metamorfiku Ładka i Snieżnika regionalnego uranometrycznego zdjęcia aluwialnego stwierdzono w kilku potokach obecność wielu próbek o anomalnej dla tej jednostki geologicznej zawartości uranu. Dolna granica zawartości anomalnej wynosiła dla tej jednostki 12 g/t. Występowanie próbek anomalnych w potoku głównym oraz jego prawostronnych i lewostronnych dopływach (ryc. 1) nie pozwalało na bardziej dokładne zlokalizowanie anomalii oraz na wstępne wnioski na temat związku anomalii z określoną jednostką geologiczną obszaru poszukiwań.

W następnym etapie prac pobrano z potoków próbki w odległości co 50 m. Potoku głównego nie opróbowano, gdyż spływające nim wody pochodzą z wielu dopływów, w związku z czym uzyskane próbki anomalne nie wyznaczyłyby jednoznacznie położenia obiektu geologicznego wywołującego anomalie.

Wyniki opróbowania potoków naniesione na mapę (ryc. 1) potwierdziły obecność próbek o wysokiej za-

wartości uranu, a jednocześnie wykazały istnienie charakterystycznego zróżnicowania tej zawartości. Aluwia prawobrzeżnych dopływów potoku głównego cechują się niższą zawartością uranu (najwyższa stwierdzona zawartość wynosi 13,5 g/t). W aluwiach dopływów lewobrzeżnych zawartość uranu jest znacznie wyższa (najwyższa zawartość 41,5 g/t).

Z istnieniem znacznego, zauważalnego już na pierwszy rzut oka zróżnicowania zawartości uranu w próbkach pobranych z poszczególnych potoków wiąże się wiele problemów, których rozwiązanie wpływa na kierunek dalszych poszukiwań. Należy odpowiedzieć na pytanie, czy zróżnicowanie zawartości uranu w prawo i lewobrzeżnych potokach ma charakter istotny, czy w zależności od tego wyniki zdjęcia szczegółowego należy interpretować łącznie na całym obszarze (co wynikało ze zdjęcia regionalnego), czy też należy obszar ten podzielić — w oparciu o kryteria geologiczne — na rejon, których interpretację będzie się prowadzić oddzielnie.



Łączne interpretowanie wyników zdjęcia w przypadku istotnego zróżnicowania poszczególnych odcinków może być źródłem dwóch poważnych błędów. Z jednej strony próbki anomalne względem populacji niższych zawartości mogą pozostać niewykryte na skutek zmieszania ich z próbkami tła geochemicznego populacji o zawartościach wyższych. Z drugiej strony próbki tła populacji niższych mogą obniżyć wartość tła łącznej, zmieszanej populacji, a tym samym sztucznie zwiększyć ilość próbek anomalnych przez zaliczenie do nich części próbek tła geochemicznego populacji wyższych zawartości. Drugi przypadek jest wprawdzie mniej szkodliwy od pierwszego, gdyż próbki anomalne nie zostają pominięte, lecz i on pociąga za sobą niekorzystny skutek przejawiający się w wytypowaniu do dalszego etapu badań zbyt dużego obszaru.

W budowie geologicznej obszaru poszukiwań można wyróżnić dwa kompleksy metamorficzne: gnejsowy i łupkowy. W skład kompleksu gnejsowego wchodzi gnejsy gierałtowskie, śnieżnickie i mieszane. Kompleks łupkowy łyszczykowych zawiera wkładki kwarcytów grafitowych i wapieni krystalicznych oraz gnejsów leptytowych i granitognejsów. Łupki łyszczykowe występują w obrębie synkliny, w której osi znajdują się szeregi żył granitoidów warwysyjskich określanymi nazwą granitu jawornickiego.

Z mapy geologicznej wynika, że lewobrzeżne dopływy potoku głównego płyną na przeważającym odcinku swego biegu przez obszar zbudowany z gnejsów. Jedynie dolne odcinki tych potoków przebiegają przez obszar zbudowany z łupków łyszczykowych. Ponieważ doliny tych potoków są w swym dolnym odcinku dość szerokie i mają łagodne zbocza, przeto można uznać, że występujące w dolinach tych potoków aluwia pochodzą z obszaru zbudowanego z gnejsów, podobnie jak przepływające w nich wody. Zawartości uranu w aluwium pobranych z dopływów lewobrzeżnych potoku głównego można zatem uważać za reprezentatywne dla obszaru zbudowanego z gnejsów.

Prawobrzeżne dopływy potoku głównego płyną przez obszar zbudowany z łupków łyszczykowych z wkładkami gnejsów i granitów jawornickich, które odgrywają niewielką w stosunku do łupków rolę w budowie geologicznej zlewni dwóch dłuższych potoków. Odmienne przedstawia się sytuacja w najkrótszym, pierwszym od góry potoku, który w przeważającej części płynie przez obszar występowania granitów jawornickich.

Przed wyjaśnieniem zagadnienia, czy rozkład zawartości uranu w próbkach aluwialnych z obszaru dwóch odrębnych kompleksów geologicznych wykazuje istotne różnice należało sprawdzić, czy rozkład tych zawartości w próbkach z potoków płynących na obszarze tego samego kompleksu jest jednakowy. Przez zawartość uranu należy tu rozumieć zarówno zawartości w granicach tła geochemicznego, jak i zawartości anomalne. Wprowadza to dodatkową komplikację, granica zawartości anomalnych nie jest bowiem znana. Istnieje trzy możliwe przypadki: a) próbki anomalne wcale nie występują, b) próbki anomalne występują w obydwu potokach, c) próbki anomalne występują w jednym potoku, co jest zdecydowanie niekorzystne. Można jednak założyć, że próbki anomalne mają niewielki udział w ogólnej ilości próbek i nie powinny w zasadniczy sposób zmienić charakteru rozkładu.

Porównanie rozkładu zawartości uranu w próbkach z poszczególnych potoków i obszarów przeprowadzono przy zastosowaniu nieparametrycznego testu zgodności Kolmogorowa-Smirnowa, dającego możliwość porównania zgodności dwóch empirycznych rozkładów, których charakter nie jest znany (2). Wybierając z dwóch populacji próbki o liczebnościach  $n_1$  i  $n_2$  możemy znaleźć wartości odpowiednich dystrybucji empirycznych  $S_{n_1}(x)$  i  $S_{n_2}(x)$ . Statystyki obliczamy ze wzoru:

$$D_{n_1, n_2} = \frac{\max}{x} |S_{n_1}(x) - S_{n_2}(x)|$$

a następnie porównujemy z obliczoną przy danym poziomie istotności  $\alpha$  wartością

$$D_{n_1, n_2}(\alpha) = \frac{\lambda}{\sqrt{n}}$$

gdzie: 
$$n = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$$

Jeśli zachodzi nierówność  $D_{n_1, n_2} > D_{n_1, n_2}(\alpha)$  hipotezę o zgodności rozkładów należy odrzucić.

Przykładowe obliczenie zgodności rozkładów zawartości uranu w próbkach aluwialnych pobranych z dopływów lewobrzeżnych (z obszaru występowania gnejsów) podano w poniższej tabeli:

OBLICZENIE RÓŻNIC DYSTRYBUANTY ROZKŁADÓW ZAWARTOŚCI URANU W PRÓBKACH ALUWIÓW

( $n_1$  — potok lewobrzeżny dolny,  $n_2$  — potok lewobrzeżny górny)

U g/t	$n_1$	$n_2$	$n_{11}$	$n_{21}$	$S_{n_1}(x)$	$S_{n_2}(x)$	$\frac{S_{n_1}(x) - S_{n_2}(x)}{S_{n_1}(x)}$
2,5—3,2	2	—	2	—	0,043	0,000	0,043
3,2—4,2	2	1	4	1	0,085	0,015	0,060
4,2—5,5	4	8	8	9	0,170	0,131	0,039
5,5—7,0	12	4	20	13	0,426	0,188	0,238
7,0—9,0	10	20	30	33	0,638	0,479	0,159
9,0—12,0	8	15	38	48	0,809	0,696	0,113
12,0—15,0	5	5	43	53	0,915	0,789	0,146
15,0—20,5	2	5	45	58	0,958	0,841	0,117
20,5—27,0	1	4	46	62	0,979	0,899	0,080
27,0—35,0	1	5	47	67	1,000	0,971	0,029
35,0—45,0	—	2	47	69	1,000	1,000	0,000

Najwyższa stwierdzona wartość różnicy dystrybucji wynosi 0,238. Przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wartość  $\lambda = 1,36$ , stąd

$$\frac{\lambda}{\sqrt{n}} = \frac{1,36}{\sqrt{\frac{47 \cdot 69}{47 + 69}}} = 0,257$$

czyli

$$D_{n_1, n_2} < D_{n_1, n_2}(\alpha)$$

Nie ma zatem podstaw do przyjęcia poglądu, że rozkład zawartości uranu w próbkach aluwialnych z obydwu potoków przepływających przez obszar zbudowany z gnejsów jest różny. Podobnie stwierdzono, że rozkłady zawartości uranu w próbkach pobranych z dwóch dłuższych potoków prawobrzeżnych przepływających przez obszar występowania łupków łyszczykowych są zgodne ( $D_{n_1, n_2} = 0,270$ ;  $D_{n_1, n_2}(\alpha) = 0,340$ ).

Porównanie za pomocą testu rozkładów zawartości uranu z górnego, najkrótszego z prawobrzeżnych potoków, z zawartościami w pozostałych dwóch wykazało w jednym przypadku (potoki górny i dolny) zgodność ( $D_{n_1, n_2} = 0,340$ ;  $D_{n_1, n_2}(\alpha) = 0,377$ ), w drugim zaś niezgodność rozkładów (potoki górny i środkowy  $D_{n_1, n_2} = 0,435$ ;  $D_{n_1, n_2}(\alpha) = 0,347$ ). Przyczyną takich różnic może być fakt, że górny potok w odróżnieniu od pozostałych na znacznym odcinku swego biegu płynie przez obszar występowania granitów jawornickich.

Po stwierdzeniu, że zawartości uranu w potokach przepływających przez podobne utwory geologiczne są zbliżone zbadano ogólną zgodność rozkładów zawartości uranu w aluwium dla wymienionych dwóch kompleksów metamorficznych. Próbki z górnego potoku prawobrzeżnego zaliczono przy tym do próbek

z kompleksu łupków łyszczykowych, gdyż granitoidy jawornickie tkwią w obrębie łupków.

Z obliczeń wynika całkowity brak zgodności rozkładu uranu w aluwialach pochodzących z dwóch badanych kompleksów. Stwierdzona różnica dystrybucyjnie znacznie przekracza wartość graniczną dla danej ilości próbek ( $Dn_1n_2 = 0,604$ ;  $Dn_1n_2a = 0,189$ ). Różnice między rozkładami zawartości uranu w próbkach aluwialów z obszarów występowania gnejsów i łupków łyszczykowych są zatem różnicami istotnymi.

Z powyższego stwierdzenia wynika, że przy dalszej interpretacji zdjęcia geochemicznego nie można traktować wszystkich próbek łącznie. Interpretację tę należy przeprowadzić oddzielnie dla obszaru gnejsowego i łupkowego. Ponieważ zróżnicowanie zawartości poszukiwanego pierwiastka nie zawsze musi przejawiać się w sposób wyraźny przeto przy interpretowaniu wyników należy sprawdzać jednorodność rozkładu jego zawartości w próbkach z obszaru występowania różnych kompleksów skalnych i w przypadku stwierdzenia braku zgodności rozkładów dalszą interpretację prowadzić osobno dla poszczególnych odcinków obszaru poszukiwań.

#### SUMMARY

A geochemical survey made within the occurrence area of two rock complexes revealed a considerable difference in uranium content in samples. According to Kolmogorov-Smirnov test of conformability it has been demonstrated that in streams flowing within the occurrence area of the same complex the distributions of uranium content do not differ, whereas the uranium content in alluvial deposits within occurrence area of various complexes reveal considerable differences. Thus, a conclusion has been drawn that during geochemical prospections made within an area characterized by different geological structure, examinations of uniformity in uranium distribution in samples taken within an occurrence area of various rock complexes should be made still before the proper interpretation of a geochemical survey. If we observe a difference in the distribution of uranium content, further interpretation should be carried on for each portion of the area separately.

Ponieważ parametry rozkładu zawartości poszukiwanych pierwiastków w próbkach nie są zwykle znane, ze względu na skomplikowany w wyniku wpływu różnych czynników charakter tego rozkładu, dlatego też w celu rozstrzygnięcia problemu jednorodności czy zróżnicowania wydaje się celowe stosowanie nieparametrycznych testów zgodności. Zastosowany w omówionym przypadku test zgodności Kołmogorowa-Smirnowa pozwala na łatwe i szybkie przeprowadzenie obliczeń. Ze względu na te zalety test ten stosuje się do rozwiązywania pewnych zagadnień z zakresu geochemii poszukiwawczej (1).

Przedstawione powyżej uwagi oparto o wyniki poszukiwań w aluwialach, wydaje się jednak, że są one aktualne również przy poszukiwaniach geochemicznych prowadzonych metodami glebowymi.

#### LITERATURA

1. Gawriszin A. I., Juszkow J. N. — O matematycznej interpretacji rezultatów geochemicznych poszukiwań. *Geologia i geofizyka*, 1967, nr 6.
2. Sadowski W. — *Statystyka matematyczna*. 1965.

#### РЕЗЮМЕ

В итоге геохимической съемки, проведенной на площади распространения двух комплексов пород, было определено сильно дифференцированное распределение урана в исследованных породах. Примененный критерий согласия Колмогорова — Смирнова показал, что в аллювиальных отложениях на площади распространения одного комплекса пород отмечаются одинаковые распределения урана, в районах же распространения пород, принадлежащих к разным комплексам, распределение урана в аллювиальных отложениях подлежит значительным колебаниям. Был сделан вывод, что при проведении геохимических поисков в районах сложного геологического строения перед интерпретацией данных геохимической съемки необходимо исследовать характер распределения урана в пробах, отобранных в районах распространения разных комплексов пород. При выявлении разных распределений содержания урана интерпретация должна проводиться отдельно по отдельным участкам исследованной площади.