

**WYNIKI PRAC KARTOGRAFICZNO-GEOLOGICZNYCH PROWADZONYCH
W GÓRACH ŚWIĘTOKRZYSKICH PRZY UŻYCIU APARATURY RADIOMETRYCZNEJ
I EMANOMETRYCZNEJ**

POMIARY RADIOMETRYCZNE i emanometryczne na obszarze Gór Świętokrzyskich prowadzone były z inicjatywy doc. K. Guzika częściowo w ramach kursu kartografii geologicznej dla studentów U.W., a częściowo z funduszy Zakładu Nauk Geologicznych P.A.N. Prace nosiły charakter metodyczny i miały na celu wyświetlenie przydatności aparatury radiometrycznej i emanometrycznej (stosowanej do poszukiwań złóż pierwiastków promieniotwórczych) dla kartografii geologicznej. Miały zwłaszcza wykazać możliwości rozwiązania następujących zagadnień:

- 1) wyznaczanie granic serii litologicznych pod przykryciem zwietrzeliń autochtonicznej;
- 2) wyznaczanie granic serii litologicznych pod przykryciem skał luźnych allochtonicznych;
- 3) wyznaczanie uskoków i nieciągłości o charakterze tektonicznym. Przed przystąpieniem do rozwiązywania postawionych zagadnień należało zebrać materiał pozwalający na przeprowadzenie interpretacji późniejszych systematycznych prac kartograficznych, jak na przykład:

a) ustalenie charakterystycznych wielkości lub przedziału wielkości promieniowania γ jako nierównie bardziej przenikliwego od promieniowań α i β dla poszczególnych litologicznych typów skalnych. Ustalenie wielkości lub przedziału wielkości koncentracji emanacji radonowych w glebach powstających nad poszczególnymi litologicznymi typami skał.

b) Ustalenie, czy skały o jednakowym lub bardzo zbliżonym wykształceniu litologicznym, lecz powstałe w różnych okresach i różnych środowiskach sedymentacyjnych, wykazują podobne czy inne wielkości promieniowania γ oraz podobne czy różne wielkości koncentracji emanacji radonowych w swej zwietrzelinie.

c) Ustalenie wpływu procesów glebotwórczych na zmiany wielkości promieniowania γ .

W toku prac terenowych prowadzonych na masywie paleozoicznym Gór Świętokrzyskich oraz na jego mezozoicznym obrzeżeniu udało się zdobyć pewne niecałkowicie jeszcze materiały, charakteryzujące teren prac pod kątem widzenia przydatności do postawionego celu.

Kluczowym zagadnieniem do badań o charakterze kartograficzno-geologicznym było określenie wzajemnego stosunku wielkości promieniowania γ dla poszczególnych typów skał. Ze względu na istotę tematu mierzenie wartości bezwzględnych promieniowania wykonywane dla celów poszukiwawczych okazało się tu niecelowe, w związku z czym pomiary wykonywano w jedn. stkach względnych wynikających z czułości, na jaką instrument został ustawiony.

Największe wartości promieniowania wykazują skały ilaste i aleurytowe, a najmniejsze piaskowce i wapienie. Dla ilustracji podaję, że jeżeli w niektórych ilach natężenie promieniowania osiągnęło 20 względnych jednostek pomiarowych, to dla piaskowców i wapieni wynosiło przeważnie 5—8 jednostek zależnie od ilości domieszek ilastych. Szczegółów pomierzonych wartości tu nie podaję, gdyż w sposób ogólny są one podane w odpowiednich podręcznikach, a dla szczegółowych prac kartograficznych wymagają każdorazowego regionalnego opracowania. Podane wyżej przedziały wartości mogą być zresztą traktowane tylko orientacyjnie, abstrahując bowiem od wieku skały i środowiska sedymentacyjnego. Chcę przez to powiedzieć, że zupełnie różne mogą być wielkości promieniowania np. dla wapieni karbońskich, od wielkości charakterystycznych np. dla wapieni permiańskich z tego samego obszaru. W synklinie bolechowickiej w Górach Świętokrzyskich pierwsze wykazywały natężenie promieniowania równe 12—15 jednostkom, gdy drugie tylko 6—8 jednostkom pomiarowym. Podobnie na piaskowcach triasowych notowano 5—6 jednostek, gdy na piaskowcach koblencu aż 15 jednostek, czyli więcej niż na czerwonych ilach kajpru, których właściwe natężenie promieniowania wynosi około 10 jednostek. Z podanego krótkiego przeglądu nasuwa się wniosek, że każda skała ma właściwe sobie natężenie promieniowania, zależne zarówno od jej litologii, jak i od warunków paleohistorycznych, w których powstawała. Za pomocą radiometru zdolni więc jesteśmy teoretycznie wyodrębnić każdy pakiet skalny z otaczającego go środowiska, jeżeli oczywiście nie jest przykryty innymi skałami. Jak wykazały bowiem doświadczenia, promieniowanie γ posiada niewielką przenikliwość i nawet kilkunastocentymetrowy nakład innych skał może silnie zmienić wartość pomiaru.

Praktycznie jednak użyteczność radiometru do wydzielenia warstw skalnych ogranicza się do utworów o większym natężeniu promieniowania. Składa się na to kilka przyczyn. W dotychczasowych rozważaniach nie zostało uwzględnione promieniowanie dochodzące z przestrzeni, tzw. tło kosmiczne promieniowania, którego natężenie jest zmienne w czasie, w niewielkich zresztą granicach. Podczas prowadzenia prac terenowych tło kosmiczne na danym obszarze wahało się między 8 a 10 jednostkami używanymi przy pomiarach. Promieniowanie kosmiczne jest więc silniejsze niż promieniowanie większości piaskowców i wapieni i uniemożliwia przeprowadzenie pomiaru na powierzchni ziemi dla obszaru występowania tych skał. Konieczność umieszczenia gilzy pomiarowej radio-

metru w specjalnie wykonanym otworze w zwietrzelinie skały podraża oczywiście koszty wykonania pomiaru. Niezależnie od tego, ze względu na niskie wartości promieniowania γ dla wapieni i niektórych piaskowców, udział błędu wynikającego z działalności instrumentu jest nieproporcjonalnie duży w stosunku do całości uzyskanego wyniku.

Pozostaje jeszcze do omówienia wpływ procesów glebotwórczych na wysokość promieniowania. Oczywiście, wszystkie poczynione dotychczas założenia są słuszne, jeżeli pokrywa glebowa, w której przecież dokonujemy pomiaru, charakteryzuje się takimi samymi lub podobnymi wielkościami promieniowania co skała dla niej macierzysta. Na różnych bowiem częściach wychodni procesy glebotwórcze mogą przebiegać w różnych kierunkach i różnicować wartości jednolite dla całego obszaru wychodni skały macierzystej. Pomiaru porównawcze, przeprowadzone na różnych utworach dla skały litej oraz dla odpowiadającej jej strefy nadległej objętej procesami wietrzenia, wykazały istnienie różnic w wysokości promieniowania γ zarówno w stosunku do skały macierzystej, jak i do innych typów glebowych powstałych na tej samej wychodni. Spośród gleb, na których wykonano pomiary, gleby o typie reżin wykazują nieznacznie większe promieniowanie niż skała macierzysta, podobnie zresztą jak gleby piaszczyste i gleby lessowe. Gleby bagienne nie wykazują zróżnicowania w stosunku do swego podłoża. W pionowym profilu glebowym poziom wymywania (eluwialny) charakteryzuje się zwiększoną promieniotwórczością w stosunku do skały macierzystej, natomiast poziom wmywania (iluwialny) i poziom ogłębienia posiadają takie same wartości promieniowania jak skała, na której powstały. Ze spostrzeżeń powyższych wynika, że w interpretowaniu kartograficznym danych promieniowania należy uwzględniać także kierunek rozwoju procesów glebotwórczych na kartowanej powierzchni.

Dysponując wiadomościami dotyczącymi wielkości promieniowania γ w poszczególnych seriach litologiczno-stratygraficznych i znając kierunek zmian tych wielkości spowodowany procesami glebotwórczymi, można przystąpić do pomiarów mających na celu wyznaczenie granic geologicznych na obszarach przykrytych zwietrzeliną autochtoniczną. Zgodnie jednak z zastrzeżeniami uczynionymi podczas omawiania własności promieniotwórczych skał, należy w pracach kartograficznych ograniczać się raczej do obszarów, na których przynajmniej część pakietów wykazuje wyższe wartości promieniowania od przeciętnego tła kosmicznego. Ponadto ze względu na dość kłopotliwą technikę wykonywania pomiarów, ograniczając zakres prowadzonych prac, badania radiometryczne powinny objąć przede wszystkim powierzchnie, na których nie można uzyskać jednoznacznych wyników bez przeprowadzenia robót ziemnych. Na obszarze Gór Świętokrzyskich kartowanie za pomocą radiometru będzie więc najbardziej celowe dla powierzchni występowania zwietrzeliny fliszowych utworów kambryjskich w jądrach głównych antyklin oraz dla utworów kulmu wypełniających jądra paleozoicznych synklin.

Do rozwiązania tych samych zagadnień kartograficznych może służyć także aparatura emanometryczna. Emanometr, stosowany dotychczas głównie do poszukiwania złóż pierwiastków promieniotwórczych, rejestruje koncentrację w glebie radonu ($Rn\ 222$) i toronu ($Rn\ 220$), gazów pochodzących z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych. Gazy te powstają zarówno w samej glebie, jak i migrują tu z głębiej położonych części skały macierzystej. Wielkości otrzymanych pomiarów zależą jednak nie tylko jak przy badaniach radiometrycznych od koncentracji pierwiastków promieniotwórczych w skale macierzystej, lecz także od struktury gleby i rozmieszczenia w skale przestrzeni, którymi może się przemieszczać powstający gaz. Od struktury gleby zależy możliwość gromadzenia się w niej powstających gazów. Gleby piaszczyste, rychie, wykazują bardzo niskie wartości koncentracji emanacji radonowych. Gleby gliniaste, ciężkie dają wartości nieporównywalnie większe. Należy podkreślić,

że przy pomiarach emanometrycznych, np. na glebach gliniastych pokrywających skały ilaste, pomierzone wartości przewyższają około 10-krotnie wielkości uzyskane na pokrywających piaski i piaskowce glebach piaszczystych. Na tych samych utworach przy pomiarach radiometrycznych możemy uzyskać powyżej 5-krotne przewyższenie wartości pomiarów na koryzyści skał ilastych, a więc dwa razy niższe, niż przy zastosowaniu aparatury wymienionej poprzednio. Wynika z tego, że emanometr może być przyrządem rejestrującym zmienność wychodni w sposób bardziej czuły od używanych obecnie radiometrów. W przypadku osiągnięcia rozwiązań konstrukcyjnych idących w kierunku zmniejszenia jego wielkości i wagi, może być stosowany w określonych przypadkach zamiast radiometru przy wyznaczaniu granic zespołów skalnych. Dla rozdzielenia drobnych pakietów użycie emanometru ograniczone jest istnieniem tzw. przestrzeni depresyjnej, tzn. przestrzeni, w której koncentracja gazów pochodzących z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych jest wskutek wykonania pomiaru niższa niż w otoczeniu. Oczywiście pomiarów nie można wykonywać głębiej niż w odległościach równych średnicy owej „przestrzeni depresyjnej”, aby nie otrzymać wyników zaniżonych. Udało się ustalić, że dla gleb gliniastych na utworach kulmu w synklinie bolechowickiej odległość ta wynosi około 25 cm. Dla gleb piaszczystych jest natomiast kilkakrotnie większa.

W przeciwieństwie do pomiarów radiometrycznych, które jak zostało wyżej wykazane, zawodzą całkowicie w warunkach przykrycia skał podłoża nawet warstwą utworów allochtonicznych, pomiary emanometryczne mogą być prowadzone na stosunkowo grubej allochtonicznej pokrywie pod warunkiem jednak, że jest ona dość jednostajnie wykształcona litologicznie. Dzieje się tak dzięki migracji gazów z podłoża ku powierzchni. Dokładność oznaczania poszukiwanych elementów geologicznych będzie uzależniona jednak od grubości tego nadkładu. W czasie wędrówki ku górze różnice w koncentracji gazów zacierają się i zamiast jednoznacznie wyznaczonej granicy otrzymujemy strefę przejściową o szerokości, zbliżonej do miąższości nadkładu.

Osobnym zagadnieniem jest śledzenie za pomocą emanometru przebiegu uskoku i spekań o charakterze tektonicznym. W czasie wykonywania pomiarów na dobrze rozpoznany teren wychodnich kulmu w okolicach Gałęzic w synklinie bolechowickiej okazało się, że niezależnie od zmienności w koncentracji radonu wynikającej ze zmienności litologicznej podłoża i strukturalnych właściwości gleby, pojawiają się silne anomalie dodatnie. Zagęszczając siatkę pomiarów udało się stwierdzić, że anomalie te mają kształt bardzo wąskich i bardzo wydłużonych stref o przebiegu zgodnym z rozciągłością uskoku w tej części gór. Dodatkowe pomiary wykonane na strefach uskoku, których obecność została zarejestrowana na zdjęciach lotniczych, wykazały, że anomalie te wiążą się ściśle z przebiegiem uskoku i że raptownie zanikają w kierunku prostopadłym do linii uskoku. Zjawisko to daje się objaśnić migracją gazów szczelinami uskoku z głębszych partii skalnych. W podobny sposób powstają też anomalie w koncentracji gazów pochodzących z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych na wypełnionych płaskami czwartorzędowymi kawernach krasowych w wapieniach okolic Sobkowa nad Nidą i Chęcin. Jak wykazały przeprowadzone później prace ziemne, wyniki pomiarów emanometrycznych pozwoliły na odkrycie i okonturowanie porzeczanych dolin krasowych, nie zaznaczających się zupełnie w obecnej rzeźbie powierzchni.

Aparatura radiometryczna i emanometryczna może być wykorzystana do kartowania geologicznego w małych skalach, na obszarach występowania skał starszego podłoża pod cienkim płaszczem skał luźnych allochtonicznych lub pod grubą pokrywą zwietrzeliną autochtoniczną. Użycie radiometru i emanometru zezwoli na wyznaczenie granic wychodnich rozdzielnie ich na cienkie pakiety oraz wykrycie i prześledzenie przebiegu uskoku.