# GEOLOGIA za granicą

JAN MALINOWSKI, WACŁAW RYKA
Instytut Geologiczny

## MIĘDZYNARODOWY KONGRES WÓD TERMALNYCH, GEOTERMIKI WÓD I WULKANIZMU STREFY ŚRÓDZIEMNOMORSKIEJ

UKD 061.3.055.1(100):553.78+551.21(4-015)(495.11)"1976.10.05/.10"

W dniach od 5 do 10 października 1976 r. obradował w Atenach Międzynarodowy Kongres Wód Termalnych, Geotermiki Wód i Wulkanizmu Obszaru Mediterrańskiego.

Organizatorem kongresu był National Technical University — Department of Mineralogy — Petrology — Geology, przy udziale Institute of Geological and Mining Research. Patronat nad kongresem objęła International Association of Hydrogeology, jako organizacja międzynarodowa, którą reprezentował jej przewodniczący prof. dr S. Buchan. Przewodniczącym kongresu był dr S. S. Augustithis profesor petrologii Uniwersytetu w Atenach.

Na kongres wpłynęło około 431 zgłoszeń, a uczestniczyło około 300 osób z 47 krajów. Stosunkowo mały był udział przedstawicieli krajów RWPG. Polskę reprezentowali autorzy niniejszego sprawozdania, jako przedstawiciele Centralnego Urzędu Geologii.

Otwarcie kongresu nastąpiło 5 X 1976 r.; dokonał go prof. dr S. S. Augustithis. W otwarciu brali udział przedstawiciele środowisk intelektualnych oraz władz państwowych z ministrem przemysłu i energetyki Grecji — prof. C. Konophagosem, który wygłosił przemówienie powitalne.

W dniach 6 X—10 X odbywały się obrady w trzech sekcjach:

— wód termalnych, geotermiki wód, wulkanizmu.

W interpretacji organizatorów kongresu strefa śródziemnomorska wód termalnych i wulkanizmu rozumiana jest jako ląd stanowiący bezpośrednie wybrzeże Morza Śródziemnego, a więc poza Europą południową Afryka północna, Bliski Wschód oraz obszary fałdowań alpejskich, a zatem Karpaty z zapadliskiem oraz karbon śląski i Sudety. Do tej strefy odnosiły się przeważnie zgłoszone referaty.

### SEKCJA WÓD TERMALNYCH

Na ten temat wygłoszono 56 referatów, głównie z krajów europejskich leżących w strefie Morza Śródziemnego. Dominował wśród nich udział Grecji, Włoch, Jugosławii, Francji, Węgier, RFN. Pojedyncze referaty wygłosili przedstawiciele USA i państw azjatycko-afrykańskich (Irak, Izrael, Indie, Indonezja, Egipt). Referaty miały charakter bądź regionalny, bądź dotyczyły punktów występowania wód podziemnych; przedstawiono w nich geologiczne warunki, charakterystykę termiczną (gradienty termiczne), hydrochemiczną, czasem podawano też charakterystykę ilościową (wydajność studni lub źródła). W niektórych referatach przedstawiono też próby wyjaśnienia genezy tych wód oraz omawiano metody ich badań.

Do najciekawszych należał referat pt.: „Heat Flow Map of Southern Europe and Mediterranean Region" wygłoszony przez V. Cermaka i in. Była to synteza wieloletnich prac studialnych prowadzonych przez międzynarodowy zespół autorów działający pod egidą Międzynarodowej Unii Nauk Geologicznych. W wyniku pracy zespołu, w którego skład wchodzili przedstawiciele CSRS, Włoch ,RFN, USA została opracowana mapa strumieni cieplnych strefy śródziemnomorskiej, demonstrowana podczas obrad. Na mapie tej przedstawiono rozkład strumieni cieplnych w wartościach μcal/cm²/s na głębokości 1 km. Mapa obejmuje między innymi obszar Karpat i zapadliska przedkarpackiego, a także Sudety. Z mapy tej wynika, że przeciętnie wartość strumieni cieplnych w tych regionach wynosi 1—2 μcal/cm²/sek. i na tej podstawie można wnioskować, że te strefy mogą być perspektywiczne dla poszukiwań wód termalnych, na co wskazują już pojedyncze otwory zarówno w Karpatach, jak i Sudetach. Natomiast obszar leżący na północ od Karpat i Sudetów jest nieperspektywiczny dla takich poszukiwań; wydaje się, że omawiana mapa może być uwzględniona w koncepcjach poszukiwawczych wód termalnych w Polsce.

W kilku referatach poruszono również problem rozkładu strumieni cieplnych i stopnia geotermicznego i wiązano z tym występowanie wód ciepłych lub gorących, co udowodniono odpowiednimi mapami regionalnymi, wskazującymi na korelację obu zjawisk. Należy tu wymienić referaty z Węgier i RFN, w których zagadnienia te omawiano dość szeroko.

Z wielu referatów wynika, że źródła wód termalnych występują liniowo na liniach stref wulkanicznych bądź dyslokacji tektonicznych. Przedstawiciel Indii wykazał, że jest niemal regułą występowanie źródeł termalnych w rowach tektonicznych, co wskazuje na ścisłą zależność między strefowością źródeł a tektoniką płyt. Zdaniem autorów greckich i włoskich, a także częściowo węgierskich wody termalne mają ścisły związek z młodym wulkanizmem, przy czym „pola termalne" występowania tych wód nie są wielkie i mają powierzchnię do 10 km². Pogląd taki uznano w dyskusji za mało prawdopodobny. Wiązanie genezy wód termalnych z wulkanizmem próbowano też wyjaśniać za pomocą składu chemicznego, co zostało również przyjęte przez dyskutantów z dużym sprzeciwem; wody pomagmowe mają bowiem odmienny skład chemiczny od wód termalnych, znanych obecnie w strefach czynnego wulkanizmu. W innych referatach eksponowano rolę stopnia geotermicznego w pochodzeniu wód termalnych.

Jak z powyższego wynika, poglądy na temat genezy wód termalnych były najbardziej kontrowersyjne i w kwestii tej nie zarysowało się żadne zbliżenie poglądów.

### GEOTERMIKA WÓD

Zamiarem organizatorów było skoncentrowanie zagadnień w kilku problemach dotyczących pola geotermalnego, źródeł geotermicznych, badań i wykorzystania pól geotermicznych, wpływu aktywności wulkanicznej na temperaturę pola geotermicznego.

Na obradach dominowały problemy regionalne dotyczące budowy struktur geotermicznych, głównie na obszarze Grecji, Włoch i wulkanicznych wyspach Morza Śródziemnego. Pochodzenie struktur wyjaśnione wpływem działalności wulkanicznej oraz tektoniką płyt. Rozpatrywano również stosunek pola geotermicznego do mineralizacji, rozmieszczenia złóż ropy

i gazu, a przede wszystkim jego wpływu na temperaturę wód. Pochodzenie wód było przedmiotem długich dyskusji, zwłaszcza możliwość wyjaśnienia genezy wód — geotermalnych lub wulkanicznych. W jednym przypadku posłużono się metodą wyjaśnienia genezy wód na podstawie oznaczeń stosunku izotopów $^{16}O/^{18}O$, która według C. Garagunisa pozwala na wykrycie źródła wód gorących pochodzących ze skał wulkanicznych bądź też metamorficznych.

Pola geotermiczne badano i wyznaczano różnymi metodami, pomiarami temperatury źródeł wód termalnych i w otworach wiertniczych, metodami satelitarnymi, izotopowymi (przy zastosowaniu radonu 222) oraz magnetotellurycznymi przy zastosowaniu metody MT-5 (L. M. Muse, Ten Dam A. — The Use of the MT Ex Magneto-Telluric Method in Geothermal Exploration).

Odrębne zagadnienie stanowił problem możliwości wykorzystania zmagazynowanej energii termalnej. W jednym z referatów wygłoszonych przez autorów ze Szwajcarii podano następujący schemat obiegu wykorzystania energii termalnej stosowany w Szwajcarii. Woda na wypływie o temperaturze 62°C wprowadzona jest do systemu ogrzewczego mieszkań, skąd wychodzi po ochłodzeniu do 35°C i jest następnie używana do potrzeb domowych, po czym ochłodzona do temperatury 10—12°C odprowadzana jest na zewnątrz.

Autorzy greccy podawali przykłady wykorzystania przegrzanych wód termalnych na wyspie Milos do ogrzewania i dla celów energetycznych. Występująca na tej wyspie woda na głębokości około 1000 m ma temperaturę 310°C przy wypływie.

Autorzy węgierscy podawali znane już przykłady wykorzystywania wód termalnych na Węgrzech dla rolnictwa i upraw ogrodowych, a także dla celów leczniczych i rekreacyjno-wypoczynkowych.

## WULKANIZM

Obrady Podkomisji Wulkanizmu odbywały się głównie przy udziale geologów zagranicznych, strona grecka ograniczyła się tylko do sporadycznych wystąpień. Przedmiot obrad podkomisji wyszedł daleko poza obszar mediterrański.

Oprócz basenu Morza Śródziemnego przedstawiono zagadnienia wulkanizmu pasa wokółpacyficznego, ryftu atlantyckiego i pacyficznego. Omawiano i dyskutowano problemy wulkanizmu współczesnego i paleowulkanizmu. Dominowały referaty związane z działalnością wulkaniczną obszaru mediterrańskiego. W wielu referatach ograniczono się tylko do ustalenia sekwencji stratygraficznej skał, korelacji i porównań.

Najciekawsze były wystąpienia dotyczące nowych metod badań i tu należy wymienić dwa referaty. Pierwszy wygłoszony przez W. L. Friedricha, S. Kussmaula i H. Pichlera o „Radiowęglowych wiekach wysp Santorini i ich historii wulkanicznej", w którym przedstawiono schemat stratygraficzny pokryw lawowo-tufowych wysp Santorini sporządzony w oparciu o oznaczenia wieku pozostałości organicznych, głównie pyłków i nasion pistacji. Drugi referat wygłoszony przez G. M. Lechi i E. Giudice o „Ilościowej zmianie gradientu termicznego na obszarach wulkanicznych", w którym przedstawiono wyniki interpretacji zdjęć w podczerwieni wykonywanych w pewnych podziałach czasu. Metoda ta ujawniła możliwość wykrywania frontu zaniku i pojawiania się fumaroli w stosunku do głównego ogniska wulkanicznego, co umożliwia przewidywanie czasu nowej erupcji wulkanicznej i ocenę trwałości źródeł energii cieplnej. Do grupy referatów metodycznych zaliczyć można także odczyt prof. S. S. Augusthitisa o „Pasowości augitów i strukturach klepsydrowych". Ten ostatni referat oparty był głównie na badaniach przy użyciu mikrosondy elektronowej i ujawnił ogromne możliwości interpretacyjne związane z wyjaśnieniem genezy magmy, jej krystalizacji i sukcesji tworzenia się zespołów mineralnych.

Ciekawe wyniki badań eksperymentalnych przedstawił E. F. Osborn w referacie pt.: „Powstanie serii wapniowo-alkalicznych magm typu Santorni w świetle współczesnych badań eksperymentalnych równowag fazowych". Przedmiotem doświadczeń było załamanie krzywej krystalizacji glinokrzemianów i krzemianów żelazowo-magnezowych. E. F. Osborn wyjaśnia powyższe zjawisko wczesną krystalizacją tlenków żelaza i wzrostem ciśnienia tlenu w magmie, którego wartość podczas intruzji gwałtownie spada, co powoduje wzrost stosunku $\frac{(FeO + Fe_2O_3)}{FeO + Fe_2O_3 + MgO}$ i aktywność $SiO_2$. Po zmianie ciśnienia z 8 kilobarów do 1 kilobara krystalizacja stopu przebiegała w zmienionym kierunku i przekształcony został podstawowy zespół mineralny skały.

Pozostałe referaty miały charakter regionalny, wyjaśniano w nich związek aktywności wulkanicznej z tektoniką, głębokość pochodzenia tworzywa magmowego i dróg jego migracji, zajmowano się problemami petrologicznego zróżnicowania składu magmy pochodzącej z jednego ogniska, jak również zagadnieniami stratygrafii i wieku bezwzględnego skał wulkanicznych.

*

W oparciu o wyniki badań przedstawione w referatach i dyskusje wysnuć można następujące wnioski:

1. Analiza termodynamicznych warunków kształtowania się skał magmowych i towarzyszących im złóż stała się podstawą wyjaśnienia genezy tych utworów. Ponieważ obecnie dysponujemy dostatecznie dużym zasobem wiedzy opartej na badaniach eksperymentalnych, dlatego możliwe jest przeprowadzenie takiej analizy na podstawie dociekań teoretycznych, np. dla anortozytów i złoża Krzemianki oraz innych kompleksów magmowych na obszarze Polski.
2. Przydatność metody radiowęglowej do badań wieku bezwzględnego skał wylewnych wskazuje na konieczność jej zastosowania w regionalnych badaniach kenozoicznych i mezozoicznych skał polskich. Metodą K/Ar stosowaną dotychczas w Polsce otrzymywano zbyt duże rozbieżności uniemożliwiające precyzyjne oznaczenie wieku.
3. W części dotyczącej problematyki poszukiwania wód termalnych i wykorzystania energii geotermicznej kongres dostarczył wielu nowych danych i dokonał generalnego przeglądu badań w skali światowej, jak również dostarczył wielu nowych danych do ukierunkowywania prac w poszukiwaniu wód termalnych w strefach młodego wulkanizmu. Jest to największy sukces kongresu, gdyż demonstrowane wyniki nie były dotąd publikowane w fachowej literaturze zarówno od strony wyników poszukiwawczych, jak i stosowanych metod, do których zaliczyć należy fotogrametrię, geofizykę, izotopy i metody obserwacji regionalnych.

W świetle wyników kongresu należy uznać za słuszne kierunki poszukiwań wód termalnych w Polsce, jakkolwiek wyniki ich nie będą tak obiecujące jak w obszarach młodego wulkanizmu. Z mapy strumieni cieplnych, demonstrowanej na kongresie, wynika, że perspektywiczne pod tym względem mogą być obszary południowe: Karpaty i zapadlisko, Górny Śląsk i Sudety. Wyniki, jakie w tych regionach dotychczas uzyskano potwierdzają ich perspektywiczność.