

PIERWSZE WYNIKI PROFILOWANIA RADIOAKTYWNEGO W POZIOMYCH ODWIERTACH PRZY POSZUKIWANIACH SOLI POTASOWYCH W KOPALNI SOLI W KŁODAWIE

BUDOWA GEOLOGICZNA kłodawskiego wysadu solnego jest szczególnie skomplikowana, zwłaszcza fałdową tektoniką szczelinową. Stronie, a nawet wręcz stojące ułożenie sfaldowanych warstw cechsztyńskiej formacji solnej, odznaczających się ponadto nadzwyczajną zmiennością miąższości, utrudnia w znacznej mierze prowadzenie prac badawczych nad wyjaśnieniem budowy geologicznej złoza soli potasowych.

W tej sytuacji rozpoznanie geologiczne złoza musi być prowadzone za pomocą podziemnych robót górniczych popartych podziemnymi wierceniami kierunkowymi, których zadaniem, prócz dostarczenia danych geologicznych, jest również ubezpieczenie się przed natrafieniem robotami górniczymi na podziemne zbiorniki znajdującego się pod ciśnieniem gazu (CH_4 i H_2S) i ługów solnych.

Praktyka w zakresie podziemnych wierceń poziomych w Kłodawie wykazuje, że uzyskanie 100% rdzenia jest stosunkowo trudne, a niekiedy zupełnie niemożliwe. Zwłaszcza utwory o strukturze gruboziarnistej łatwo tracą spójność, kruszą się podczas wiercenia i zostają wynoszone przez płuczkę w postaci rozkruszu skalnego. Dotyczy to bardzo często soli potasowych nawet w przypadku stosowania jako płuczki roztworu chlorku magnezu. Przeciętny uzysk rdzenia z poziomych odwiertów w warunkach pracy kopalni waha się w granicach 60–70%, co poważnie utrudnia odtworzenie litologii skał w badanych częściach złoza.

W tym stanie rzeczy do poszukiwań geologicznych należało wprowadzić taką metodę geofizyczną, która mogłaby dostarczyć geologowi potrzebnych mu, możliwie dokładnych informacji o miejscu położenia pokładu soli potasowych, jego prawdziwej miąższości, wartości przemysłowej itp. Jak wykazały próby, zadanie to spełnia metoda profilowania radioaktywnego, wykorzystująca naturalną promieniotwórczość potasu.

Z inicjatywy Zakładu Złóż Soli Instytutu Geologicznego w Warszawie skonstruowano aparat do profilowania radioaktywnego poziomych otworów wiertniczych wykonanych w utworach solnych.

W pomiarach wykonanych tą aparaturą wykorzystano fakt, iż w naturalnym potasie mamy domieszkę izotopu ^{40}K w ilości 0,0119%, który podlega rozpadowi promieniotwórczemu z emisją kwantów gamma o energii 1,46 MeV bądź też z emisją cząstek beta o energii 1,35 MeV. Ta niewielka domieszka promieniotwórczego izotopu w solach potasowych pozwala wykrywać je w ścianach chodników za pomocą liczników GM lub liczników scyntylacyjnych. Autorzy użyli w swych badaniach liczników GM na promienie beta i liczników GM na promienie gamma.

Zastosowanie liczników GM do wykrywania soli potasowych występujących pośród utworów soli kamiennych jest ułatwione przez to, że sól kamienna należy do skał, które z natury odznaczają się bardzo niską promieniotwórczością. Dzięki temu jesteśmy w stanie wykrywać w soli kamiennych nawet stosunkowo małe wroski soli potasowych. Przesuwanie licznika GM w pobliżu warstwy soli potasowej uwiadcza się w przyrządzie rejestrującym impulsy z licznika w postaci wyraźnych maksimów częstości

tych impulsów (liczby impulsów na sekundę). Wielkość zaś tych maksimów zależy od różnych czynników, jak: od procentowej zawartości potasu w danej skale, grubości warstwy tej skały, długości licznika, szybkości jego przesuwania itd.

Opisywana metoda daje w zasadzie możliwość nie tylko określenia miejsca występowania interesujących warstw soli potasowych pośród innych skał serii solnych, lecz pozwala również na uzyskanie orientacyjnych informacji o miąższości tych warstw oraz na ocenę koncentracji zawartego w nich potasu.

Do profilowania poziomych otworów wiertniczych o średnicy 66 mm użyty został następujący zestaw aparaturowy: 1) sonda, zawierająca licznik GM z zasilaczem wysokiego napięcia (ok. 1000 V) i wzmacniacz wstępny, 2) integrator impulsów z woltomierzem lampowym i miliamperomierzem samopiszącym, które stanowiły aparat rejestrującą połączoną kablem trójżyłowym z sondą, 3) oscyloskop kontrolny, 4) zasilacz stabilizowany napięcia dla całej aparatury, 5) selsynowy wskaźnik głębokości sondy w odwiercie, 6) bęben dla kabla i linki stalowej.

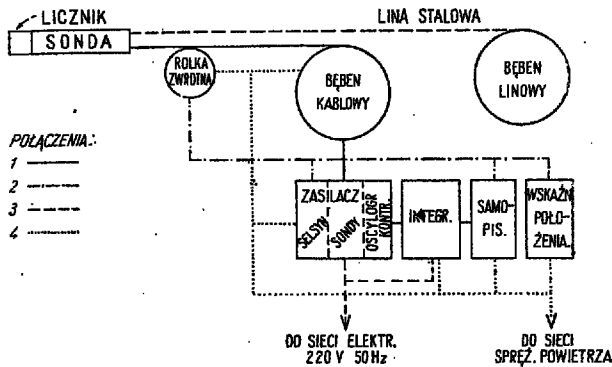
Układ elektryczny użytej sondy nie różnił się w zasadzie od układu sond licznikowych stosowanych do profilowania pionowych odwiertów (6). Impulsy z sondy są standaryzowane za pomocą specjalnego układu elektronowego, znajdującego się na wejściu integratora. Te standardowe, jednakowe kształtem impulsy ładują obwód całkujący, złożony z kondensatora o odpowiednio dobranej pojemności i zwierającego go dużego oporu, który powoduje stałe rozładowywanie się kondensatora. Nabój nagromadzony w danej chwili na kondensatorze całkującym wywołuje pojawienie się na jego okładkach różnicy potencjałów, którą mierzymy za pomocą woltomierza lampowego. Miliamperomierz samopiszący wskazuje zmiany tego napięcia.

Równowaga obwodu całkującego ustala się, gdy średni nabój doprowadzony w jednostce czasu do kondensatora równy jest nabojowi traconemu w tym samym czasie wskutek rozładowania przez opór zwierający. Mierzona wartość różnicy potencjałów jest wprost proporcjonalna do średniej częstości impulsów dochodzących z licznika do obwodu całkującego. Jako wskaźnik mierzonego natężenia promieniowania był użyty miliamperomierz samopiszący firmy FAW o zakresie 30 mA. Taśma papierowa tego przyrządu była napędzana przez sprzężenie selsynowe ruchem rolki zwrotnej, poruszanej przez linkę wciąganą lub wyciąganą z odwiertu. Ten sam ruch był jednocześnie przenoszony do drugiego selsyna, użytego jako wskaźnik głębokości na której znajduje się sonda w odwiercie. Tarcza tego wskaźnika była wyskalowana w metrach. Schemat blokowy (ryc. 1) przedstawia zestaw użytej aparatury.

Jednym z trudniejszych zadań profilowania radioaktywnego poziomych odwiertów było wprowadzenie sondy do otworu. Zadanie to rozwiązano w dwojaki sposób:

1. Przez wpełnienie sondy za pomocą specjalnego sztywnego przewodu wykonanego z rur duralumi-

niowych. Ze względu na konieczność łatwej manipulacji przy łączeniu ze sobą tych żerdzi opracowano specjalny typ zamka łączeniowego (ryc. 2). Zasada tego zamka polegała na tym, że dla łączenia czy rozłączania żerdzi trzeba było nachylić jedną z nich w stosunku do drugiej o kąt około 15°. Ponieważ w odwiertle nie mogą istnieć takie warunki, by żerdzie długości około 4 m mogły się względem siebie nachylić pod takim kątem, więc samoczynne rozłączenie się zamków było mało prawdopodobne.



Ryc. 1 — Schemat blokowy aparatury
1 — el. międzyaparaturowe, 2 — selsynów, 3 — zasilające, 4 — spręż. powietrza

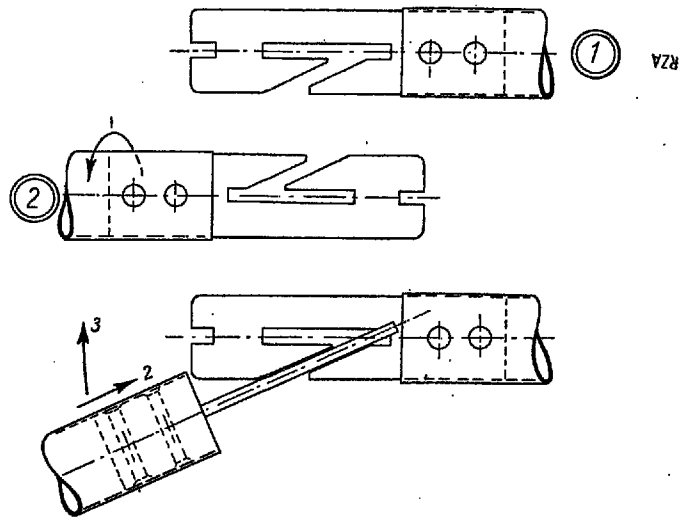
2. Przez wepchnięcie do odwiertu za pomocą aparatu wiertniczego specjalnego czopa („gwoźdź”) zaklinowującego się przy ruchu wstecznym w caliznie solnej (ryc. 3). Urządzenie to posiadało małą rolkę zwrotną z przewleconą przez nią linką stalową. Po przymocowaniu sondy do jednego z końców linki przez pociąganie za drugi koniec można było wciągać sondę aż do miejsca zagwoźdżenia czopa. Po wykonaniu pomiaru usuwa się linkę przez nawinięcie jej na jeden z bębniów linowych. Rolka z czopem pozostaje w odwiertle na stałe.

Przed wepchnięciem sondy do odwiertu konieczne jest jego przeczyszczenie celem usunięcia rozkruszu solnego w jego wnętrzu, ewentualnych zawadów lub wykrycia miejsc zmniejszenia średnicy odwiertu wskutek ciśnienia górotworu. Najlepiej wykonać to za pomocą makiety sondy w formie rury stalowej o wymiarach odpowiadających możliwie dokładnie wymiarom sondy. Makieta pozwala ponadto sprawdzić, czy nie istnieje możliwość zapadnięcia się sondy w jakiejś szczelinie w odwiertle. Wprowadzenie takiej makiety do odwiertów odbywało się w jeden z wyżej opisanych sposobów.

Do przeciągania sondy służyły dwa bębny z linką stalową umieszczone na odpowiednich statywach.

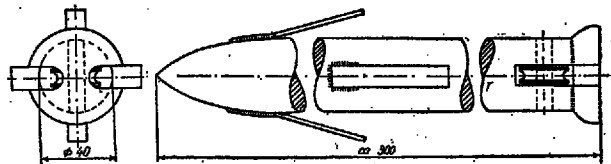
Wyciąganie kabla odbywało się ręcznie przez nawinięcie go na specjalny bęben. Ryc. 4 przedstawia schematycznie zestaw aparatury w chodniku kopalnianym.

Zagadnienie zabezpieczenia się przed zainicjowaniem wybuchu metanu zostało rozwiązane w następujący sposób. Do wszystkich miejsc, w których istniała możliwość powstania iskry elektrycznej, doprowadzono za pomocą węzów gumowych strumień sprężonego powietrza, a więc do wnętrza pudeł

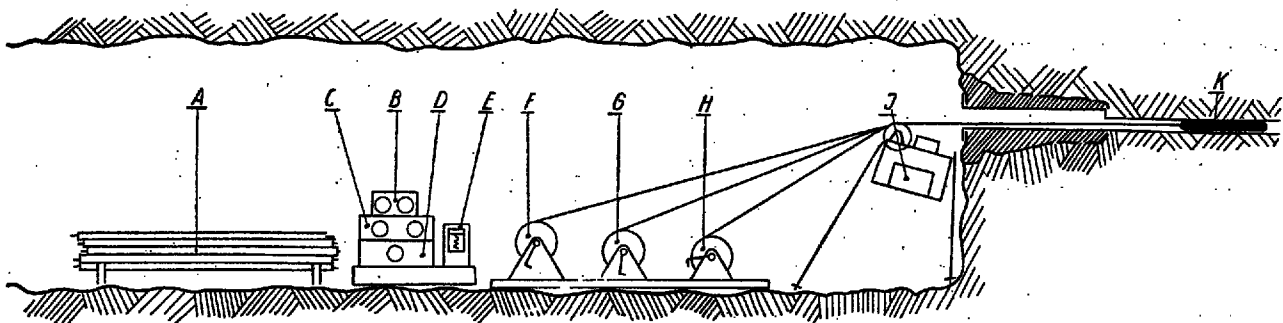


Ryc. 2 — Zamek łączeniowy
1, 2 — widok z boku, poniżej łączenie 2 części zamka.

aparatury pomiarowych, do osłon poszczególnych selsynów, do kolektora bębna kablowego, do skrzynek bezpiecznikowych itd. Przedmuchiwanie wnętrza aparatury świeżym powietrzem miało jeszcze tę zaletę, że pozwalało uniknąć korozji części elektrycznych, mimo iż aparatura nie miała hermetycznej obudowy. Przed każdorazowym przystąpieniem do pomiarów kontrolowano zawartość metanu w przodku za pomocą lampy bezpieczeństwa.



Ryc. 3 — Gwoździe klinujące.



Ryc. 4 — Zestaw pomiarowy w chodniku kopalnianym

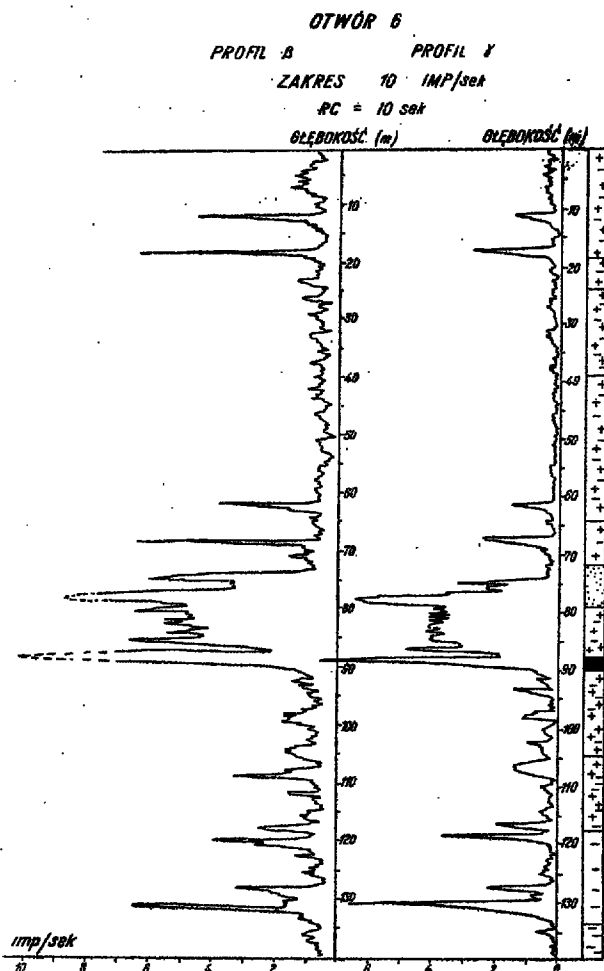
A. Żerdzie służące do wypychania gwoźdźcia, B. Selsynowy wskaźnik położenia sondy, C. Integrator, D. Zasilacz sondy i oscyloskop kontrolny, E. Samopis, F. Bęben wyciągowy z kablem, G, H. Bębny wyciągowe z linką stalową, J. Rolka zwrotna wraz z synchronizatorem głębokości, K. Sonda pomiarowa.

Opisywaną aparaturą przeprowadzono w kopalni Kłodzka profilowanie odwiertów nr 6 i 31. Uzyskane wyniki przedstawione są na ryc. 5 i 6, na których przykładowo zestawiono krzywe otrzymane podczas przesuwania wzdłuż otworu licznika GM na promienie beta i licznika GM na promienie gamma.

Jak z przytoczonych rycin widać, krzywe uzyskiwane przy rejestracji promieni gamma są w przybliżeniu tak samo kontrastowe jak krzywe uzyskiwane przy rejestracji promieni beta. Krzywe te

75 a 88 m. Cała ta partia odwiertu wykazuje zwiększoną radioaktywność, co wiąże się zgodnie z danymi z rdzenia wiertniczego z licznymi wkładkami i wrostkami soli potasowych.

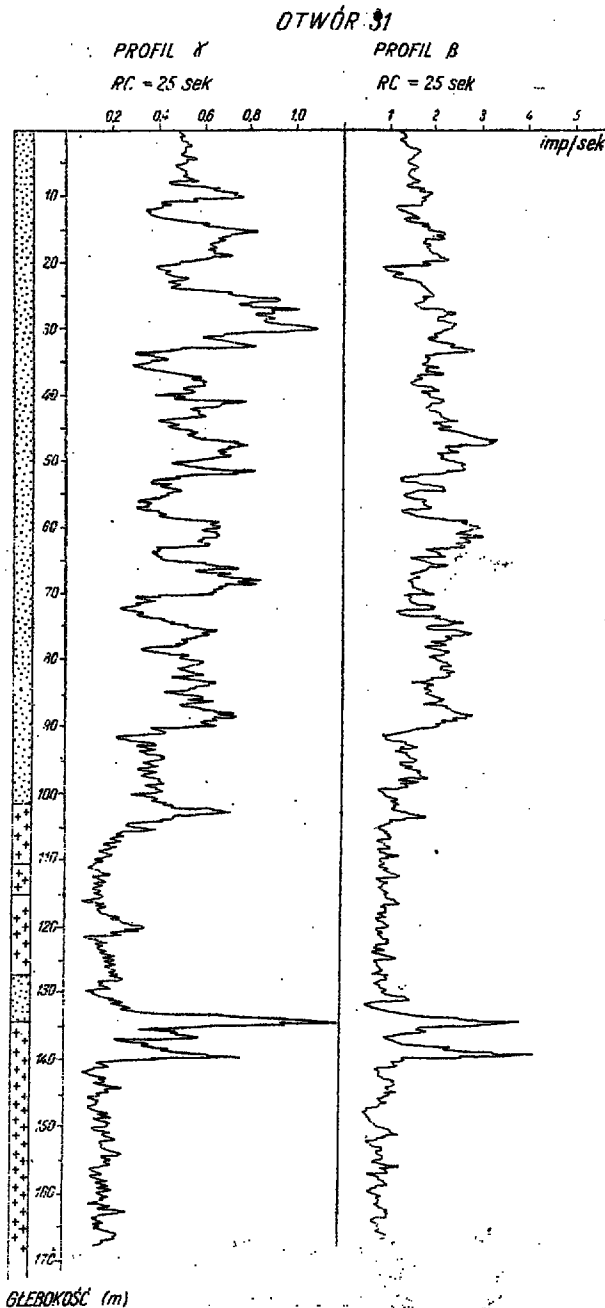
Krzywe dla otworu nr 31 są przedstawione na ryc. 6. Obwód nr 31 z punktu widzenia anomalii promieniotwórczych jest mniej zróżnicowany. Według danych z rdzenia wiertniczego do głębokości 102 m występuje gruba seria zubrów, charakteryzująca się na krzywej podwyższoną i silnie zmieniającą się radioaktywnością. Odpowiada to domieszkom ilastym rozmieszczonym w skale w sposób bardzo nierównomierny. Obserwowana na wykresie



Ryc. 5

będziemy dalej nazywali dla krótkości poprostu krzywy beta. Oba rodzaje krzywych są w zasadzie podobne do siebie i profile geologiczne otrzymywane w wyniku interpretacji tych krzywych są identyczne.

Przejdźmy do szczegółowego omówienia uzyskanych krzywych. Krzywa dla otworu nr 6 jest przedstawiona na ryc. 5. Dwa maksima na głębokości odwiertu między 10 a 20 metrów muszą odpowiadać wkładkom czerwonego karnalitu, którego obecność została w czasie wiercenia stwierdzona. Na głębokości między 18 a 74 m występuje sól, jeśli chodzi o domieszki promieniotwórcze stosunkowo czysta (według profilowania rdzenia wiertniczego sól białoszara i biała, zawierająca szczególnie między 20 a 40 m drobne wrostki soli potasowych). Na głębokości 62 i 68 m notujemy dwa wyraźne maksima odpowiadające większym wkładkom soli potasowych (według rdzenia wiertniczego — karnalitu). Na głębokości między 75 a 88 m mamy warstwy zawierające dość znaczną koncentrację soli potasowych, którym odpowiadają dwa wyraźne duże maksima na głębokości



Ryc. 6

wzmocniona i silnie zróżnicowana radioaktywność wskazywałaby na zasięg zubrów raczej do głębokości tylko 92 m. Nie jest to wykluczone, gdyż uzysk rdzenia w tej partii odwiertu wynosił zaledwie około 20%. Od 92 do 105 m występuje warstwa soli o podwyższonej radioaktywności. Warstwa ta w swej koń-

cowej partii zawiera drobną wkładkę soli potasowej (według rdzenia wiertniczego — karnalitu). Partia od 105 do 168 m, średnio biorąc, jest słabo radioaktywna, co według rdzenia wiertniczego odpowiada warstwowi soli kamiennej białoszarej, różowej i białej. Na głębokości 120 m widać niewielkie maksimum na krzywej gamma, pochodzące przypuszczalnie od jakiegoś drobnego wrostka soli potasowej (na krzywej beta brak tego maksimum). Dwa wyraźne maksima między 134 a 140 m mają przypuszczalnie związek z karnalitem, towarzyszącym prawdopodobnie stwierdzonemu w rdzeniu wiertniczym kizerytowi (na głębokości 134,7 m).

Porównując ze sobą krzywe beta i krzywe gamma, stwierdzamy na ogół dość dobrą ich zgodność ze sobą. Pewne różnice obu krzywych obserwujemy dla otworu 31 (patrz ryc. 6), np. maksima między 65 a 70 i maksimum na głębokości 120 m, widoczne na krzywej gamma, nie są widoczne na krzywej beta. Wiąże się to najprawdopodobniej z obecnością wrostków soli potasowych, występujących w pewnym oddaleniu od ścian odwiertu. Krzywe beta i gamma dla otworu nr 6 są ze sobą dość zgodne. Należy zaznaczyć, że w przeciwieństwie do profili geologicznych opracowanych na podstawie rdzeni wiertniczych profilowanie radioaktywne pozwala stosunkowo dokładnie lokalizować nawet małe wkładki soli potasowych.

Na podstawie dotychczasowych wyników profilowania radioaktywnego w poziomych otworach wiertniczych widać, że po należytych opracowaniach techniki dokładnego sprzężenia jednostajnego ruchu sondy z ruchem taśmy samopiszącego przyrządu pomiarowego można będzie stosunkowo dobrze lokalizować anomalie natężenia promieniowania beta czy gamma w odwiercie, a tym samym ustalać granice pokładów soli potasowych. Na razie ze względu na pewne usterki w sprzężeniu posuwu taśmy samopiszącego miliamperomierza z ruchem linki wyciągającej sondę z odwiertu lokalizacja warstw potasowych nie dała się przeprowadzić zbyt dokładnie. Ponadto należy nadmienić, że po przeprowadzeniu pomiarów cechujących aparaturę będzie można z otrzymanych krzywych oceniać ilościowo zawartość potasu w przewierconych warstwach soli potasowych.

Wyniki profilowania radioaktywnego odwiertów poziomych pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków.

1. W poziomych odwiertach można przeprowadzić profilowanie radioaktywne do głębokości: w granicach 200 m.
2. Zastosowana aparatura pozwala odróżniać w sposób jednoznaczny sole potasowe od utworów ilastych i soli kamiennych.
3. Opisana metoda pozwala ocenić w sposób jednoznaczny głębokość występowania w odwiercie oraz miąższość pokładów soli potasowych.
4. W przypadku grubych pokładów soli potasowych możliwe jest ustalenie ilościowego związku między rejestrowanym natężeniem promieniowania a koncentracją potasu w skale. Należy przeprowadzić tylko odpowiednie pomiary cechujące.
5. Dla uzyskania danych do zaprojektowania najbardziej właściwej aparatury przemysłowej konieczne są dalsze pomiary kontrolne w rozmaitych odwiertach.
6. Opisana aparatura mogłaby znaleźć zastosowanie również w górnictwie rud uranowych, węgla kamiennego itp.

L I T E R A T U R A

1. Jurkiewicz L., Mięśowicz M., Miśkucki A. — A GM counter apparatus for gamma-ray well logging. „Acta Geophys. Polonica”. 1. 187 (1953).

2. Poborski J. — Nowe materiały do geologii złóż solnych w Wielkopolsce. PIG Biuletyn 36, Warszawa 1947.
3. Poborski J. — Złoże solne w Kłodawie. IG Biuletyn, Warszawa 1955.
4. Poborski J., Prochazka K., Wala A. — Sole potasowo-magnezowe w złóżach Inowrocławia i Wapna. „Acta Geologica Polonica” 6, 337, 1956.
5. Przewłocki K., Buja Z., Jurkiewicz L., Poborski J. — Próba charakterystyki radioaktywnej cechczyńskiej serii solnej na Kujawach. „Acta Geophysica Polonica” 4, 5, 1956.

(K. Przewłocki, J. Krzak, Zakład Geofizyki PAN, Kraków, L. Jurkiewicz, Zakład Fizyki Ogólnej AGH, Kraków, T. Owsiak, Zakład VI Instytutu Badań Jądrowych, Kraków).