

UKD 550.8:[551.71/72.552.3/4(438):061.6.055.1:55(438)]'312/313''

Wacław RYKA, Leszek SAWICKI

Aktualny stan badań utworów prekambryjskich w Polsce i kierunki ich rozwoju*

Skały prekambryjskie tworzą podłoże całego kraju, lecz zostały szczególnie wyróżnione i zbadane w trzech regionach: na prekambryjskiej platformie wschodnioeuropejskiej i w Karpatach, gdzie tworzą fundament krystaliczny ukryty pod skałami pięter osadowych, oraz na Dolnym Śląsku, gdzie są włączone w system fałdów waryscyjskich, wypiętrzone i odsłonięte. Skały prekambryjskie różnią się nie tylko położeniem, ale także budową tektoniczną i strukturalną, metamorfizmem regionalnym, wiekiem i stylem przebudowy. Odmiennie kształtowały się dzieje ich badań i niejednorodny jest stopień rozpoznania.

PODŁOŻE KRYSTALICZNE PLATFORMY WSCHODNIOEUROPEJSKIEJ

Dzieje badań podłoża krystalicznego w Polsce rozpoczynają się dopiero po II wojnie światowej. We wcześniejszym dorobku służby geologicznej, a zwłaszcza Państwowego Instytutu Geologicznego, w dziedzinie badań podłoża krystalicznego nie można jednak nie docenić pracy wielu geologów, wniesionej do poznania „zachodniej krawędzi płyty wołyńsko-ukraińskiej” oraz jej północnego skłonu, stwierdzonego wierceniami w Lidzie, Druskiennikach i Wilnie. Ponadto w 1939 r. na obszarze anomalii magnetyczno-grawimetrycznej w Wejsunach koło Pisu na głębokości 1200 m zostało nawiercone gabro.

Początek racjonalnych badań podłoża krystalicznego można wiązać z regionalnym zdjęciem geofizycznym w skali 1:300 000 i 1:100 000, wykonanym w la-

* Artykuł ten i siedem następnych to materiały nadesłane przez autorów, którzy współuczestniczyli w powstaniu zbiorczego referatu B. Arenia o stanie i rozwoju badań nad paleozoikiem, ogłoszonego na Sesji Naukowej z okazji 60-lecia Instytutu Geologicznego, a opublikowanego w niniejszym zeszycie. Wewnętrzna konstrukcja tych artykułów nie jest w pełni ujednoczona, jakkolwiek starano się aby w każdym z nich uwidocznił się kontrast między dawnym a obecnym stanem rozpoznania, a tym samym ogromny postęp badań nad poszczególnymi systemami. Literatura ze zrozumiałych względów jest wyselekcjonowana. Ogranicza się ona w zasadzie do wybranych pozycji z ostatniego dziesięciolecia i pojedynczych pozycji starszych. Z kolei w pozycjach wymienionych, a ponadto w monografii *Budowa geologiczna Polski*, t. 1 – Stratygrafia, cz. 1 – Prekambr i paleozoik z 1968 r. znaleźć można bogaty wybór piśmiennictwa z wcześniejszych lat (Red.).

tach 1949–1956. Wyniki tych badań, oprócz ogólnych informacji o obrazie geofizycznym Polski, umożliwiły stworzenie pierwszego rysu morfologii stropu podłoża krystalicznego i wyróżnienie szeregu jednostek (A. Dąbrowski, K. Karaczun, 1956). Założenie o niegłębokim jego występowaniu, w zasięgu penetracji wiertniczej, dało podstawy do sprawdzenia koncepcji geofizycznej, stworzyło perspektywy do poszukiwań surowców w nowym regionie oraz możliwości poznania składu i budowy skał, z jakich jest ono zbudowane. W związku z powyższym ówczesny Zakład Geologii Niżu Instytutu Geologicznego zaprojektował w 1954 r. i wykonał trzy wiercenia oporowe: Krynki IG1, Ełk IG1 i Ostrów Mazowiecka IG1. Po pierwszej konfrontacji wiertniczej model morfologii stropu podłoża krystalicznego został uzupełniony przez S. Sokołowskiego i J. Znoskę (1959) oraz J. Skorupę (1959).

Wkrótce do badań włączył się Zakład Złóż Rud Żelaza IG i w 1957 r. odwiercony został otwór Szlinokiemie (Suwałki 1) według projektu J. Znoski, a rezultaty wiercenia okazały się tak obiecujące, że od tego czasu ugruntowały one wiodącą rolę tego Zakładu w badaniach podłoża krystalicznego. Rozpoczęte wówczas poszukiwania złóż rud żelaza opierały się na założeniu podobieństwa pasmowych anomalii magnetycznych na obszarze Polski północno-wschodniej z KMA i Krzymym Rogiem. W ramach tego projektu w latach 1958–1961 odwiercono 25 otworów. W tym samym czasie Zakład Geologii Niżu IG prowadził pojedyncze wiercenia w obniżeniu perybałtyckim i na zrębowym wyniesieniu sławatyckim.

Ocena wyników badań wykonanych w latach 1957–1961 może być tylko bardzo pozytywna. Na podstawie stale wzbogacanego materiału źródłowego, gromadzonego w wyniku badań petrograficznych, mineralogicznych, geochemicznych i innych, uściślono mapę morfologicznego zróżnicowania stropu podłoża krystalicznego, opracowano pierwsze schematy stratygraficzne i zarysowała się możliwość wyjaśnienia związku przyczynowego między lokalnymi i resztkowymi anomaliami geofizycznymi a zróżnicowaniem litologicznym, facjalnym i strukturalnym skał stropu podłoża krystalicznego. Pierwszy etap badań podłoża krystalicznego wykazał także potrzebę modyfikacji koncepcji poszukiwawczych. Metamorficzny kompleks podlaski okazał się nieperspektywiczny i jeśli dawniej przykrywały go młodsze formacje żelaziste (fyllity i łupki magnetytowe), to na skutek głębokiego zgradowania zostały one zdarte i co najwyżej zachowały się w drobnych strukturach.

Drugi okres rozwoju badań geologicznych skał podłoża krystalicznego – w latach 1963–1966 – poprzedzony został projektami prac geologicznych na obszarze masywu suwalskiego. Wyniki wiercenia Krzemianka 1 spowodowały zmianę poglądów na zakres oraz tempo prac geofizyczno-geologicznych, w związku z czym J. Skorupa i J. Znosko (1962) opracowali nowy projekt rozszerzonych badań geologicznych, który przewidywał systematyczne, wyprzedzające pokrycie półszczegółowym zdjęciem grawimetryczno-magnetycznym obszarów płytkiego występowania krystaliniku, kartowanie oraz szczegółowe rozpoznanie masywu suwalskiego i zawartych w nim złóż tytanomagnetytu. Począwszy od 1963 r. prace prowadzone w obrębie masywu suwalskiego mają odrębny charakter, polegający na rozpoznaniu, a następnie dokumentowaniu przez M. Subietę złoża Krzemianka.

Na pozostałym obszarze najpłytszego występowania podłoża krystalicznego Zakład Złóż Rud Żelaza IG prowadził pojedyncze wiercenia parametryczne w celu ustalenia związków między charakterem anomalii geofizycznych a treścią skał podłoża krystalicznego. W okresie tym w dwóch miejscach stwierdzono występowanie kwarcytów i piaskowców kwarcytowych, będących najstarszym ogniwem platformowej okrywy osadowej, a wśród skał alkaliczno-ultrazasadowych występowanie brekcji piroksenitowej spojonej karbonatytami. Piroksenity i karbonatyty

intruzji tajeńskiej były następnie przedmiotem szczegółowego rozpoznania geologicznego, lecz nie uwieńczono sukcesem ze względu na kapryśną formę występowania karbonatów.

Niezależnie od penetracji wiertniczej zostały wykonane przez K. Karaczuna pomiary na punktach bazowych i oporowych celem opracowania nowego wzoru na pole normalne. Następnie wyniki pomiarów magnetycznych zostały przeliczone do jednej epoki i jednego poziomu, co pozwoliło na rozpoczęcie edycji map magnetycznych w skali 1:500 000 i 1:200 000, na których obraz anomalii został ściśle odwzorowany nie tylko w sensie lokalnym, lecz i regionalnym. Archiwalna mapa magnetyczna w skali 1:500 000 oraz wyniki regionalnych pomiarów grawimetrycznych, przy wykorzystaniu istniejących danych z półszczegółowych i szczegółowych pomiarów, stanowiły podstawę do opracowania przez K. Karaczuna, S. Kubickiego i W. Rykę w 1970 r. *Mapy petrologicznej stropu krystaliniku wschodniej części wyniesienia mazursko-suwalskiego* w skali 1:500 000.

Badania podłoża krystalicznego w latach 1963–1966, poza intensywnymi poszukiwaniami na masywie suwalskim, można uznać za fazę przejściową.

W latach 1966–1973 na obszarze głębokiego występowania podłoża krystalicznego poszukiwania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego oprócz Instytutu Geologicznego prowadziło Zjednoczenie Górnictwa Naftowego. Prace te poprzedzone ogromną ilością badań sejsmicznych obejmowały syneklizę perybałtycką, obniżenie podlaskie i zachodni skłon wyniesienia mazursko-suwalskiego. Natężenie tych prac przypadało na lata 1970–1971 i bez względu na rezultaty poszukiwań dostarczyły one szeregu cennych materiałów do kartowania stropu podłoża krystalicznego.

Zakład Geologii Struktur Wgłębnych IG prowadził w tym samym czasie szereg wierceń na obszarze obniżenia podlaskiego i w niecce warszawskiej oraz zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. W jednym z otworów nie opodal Warszawy (Łochów IG 2) stwierdzono występowanie bogatej w żelazo serii hematytowych takonitów, które ze względu na znaczną głębokość nie są obecnie przedmiotem zainteresowania.

W rozpoznaniu podłoża krystalicznego nadal dominował Zakład Złóż Rud Żelaza. Realizacja projektu geologicznego, opracowanego w 1969 r. przez S. Kubickiego, doprowadziła do odwiercenia 16 otworów parametrycznych dla częściowego zbadania osłony masywu ełckiego, która pod względem mineralizacji okazała się płonna, a także wyjaśnienia charakteru petrograficznego skał powodujących niektóre lokalne anomalie geofizyczne metamorficznego kompleksu podlaskiego, spośród których dwie (Sejny 1 i Narejki 1) okazały się perspektywiczne. Spenetrowano wiertniczo anomalię Łomży i dwa płaty młodosekofenno-karelskich skał leżących na starym podłożu dla sprawdzenia ewentualnej kontynuacji serii hematytowych takonitów w miejscach płytszego występowania podłoża krystalicznego. W bezpośrednim związku z realizacją projektu badań, w nawiązaniu do sukcesywnie zestawionych map magnetycznych w skali 1:200 000, istniejących półszczegółowych i szczegółowych zdjęć grawimetryczno-magnetycznych, wieloletnich wyników badań petrograficznych, geochemicznych, mineralogicznych i innych, w 1969 r. zostały podjęte prace kartograficzne zmierzające do pokrycia całego obszaru platformy prekambryjskiej mapami petrologicznymi w skali 1:200 000. Prace te prowadzone przez K. Karaczuna, S. Kubickiego i W. Rykę zostały zakończone w 1979 r. zestawieniem 34 arkuszy map wraz z objaśnieniami tekstowymi. Nieco wcześniej została opublikowana *Mapa geologiczna podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej w Polsce* w skali 1:500 000 (K. Karaczun i in., 1975). W wyniku badań asocjacji mineralnych skał podłoża krystalicznego został opracowany przez W. Rykę (1975) model

facjalny i mapa metamorfizmu regionalnego, która weszła w treść 10 arkusza *Metamorficznej mapy Europy* w skali 1:2 500 000 wykonanej pod auspicjami UNESCO (W. Ryka, 1973).

W latach 1969–1975 szczególnie intensywnie zajmowano się zagadnieniami stratygrafii krystaliniku. Po wstępnych próbach stworzenia schematu stratygraficznego skał prekambryjskich przyjęła się ostatecznie koncepcja W. Ryki przedstawiona w pierwszym zbiorowym opracowaniu monograficznym *Skaly platformy prekambryjskiej w Polsce*, cz. 1 – Podłoże krystaliczne (1973). Niezwykle pomocne okazały się wówczas oznaczenia wieku bezwzględnego skał, wykonane metodą potasowo-argonową (T. Depciuch i in., 1975).

Rezultatem prowadzonych prac geologicznych i wiertniczych, a zwłaszcza analizy facjalnej i opracowanego modelu stratygraficznego, było stworzenie modelu tektonicznego podłoża krystalicznego. Wykorzystanie tych materiałów jak również mapy stropu skonsolidowanego podłoża opracowanej przez J. Skorupę na podstawie sejsmicznych prac refleksyjnych, umożliwiło J. Znosce zestawienie nowej mapy morfologicznego zróżnicowania stropu skał podłoża krystalicznego, a S. Kubickiemu i in. (1972) opracowanie schematu tektonicznego i wydzielenie głównych jednostek geologiczno-strukturalnych.

Z przedstawionych danych wynika, że lata 1969–1975 odegrały decydującą rolę w rozpoznaniu składu i budowy krystaliniku i zakończyły się sporządzeniem wstępnych schematów facjalnych, stratygraficznych i tektonicznych.

Zgromadzony materiał dokumentacyjny i liczne opracowania specjalistyczne stworzyły dogodne warunki do analizy stanu badań i wykonania nowego projektu badań geologicznych (S. Kubicki i in., 1976), przewidującego intensyfikację prac na masywie elckim dla poszukiwań złożowych koncentracji pierwiastków ziem rzadkich, w otoczeniu intruzji tajeńskiej dla rozpoznania skał karbonatytowych oraz w otoczeniu masywu suwalskiego, a także odwiercenie szeregu otworów parametrycznych. W ramach tego projektu prowadzone są obecnie prace na masywie elckim, a wstępne wyniki badań wskazują na perspektywiczność centralnej części tego masywu.

OBECNY STAN BADAŃ I PERSPEKTYWY ROZWOJOWE

Skoncentrowanie badań geologicznych podłoża krystalicznego w Instytucie Geologicznym umożliwia prawidłowe planowanie prac i opracowanie zsynchronizowanych programów geofizycznych, wiertniczych i kartograficznych. W dalszym ciągu odczuwany jest jednak brak w pokryciu półszczegółowymi i szczegółowymi mapami geofizycznymi, zwłaszcza na obszarach płytkiego występowania podłoża krystalicznego, stwarzających podstawy do poszukiwań złożowych.

Ramowy schemat podziału strukturalnego podłoża krystalicznego (S. Kubicki i in., 1972) nie jest zbyt szczegółowy, co przy obecnym stanie rozpoznania krystaliniku znacznie ułatwia jego modyfikację. Podział na masywy presveko-fenno-karelskie (mazowiecki, dobrzyński i pomorski), kompleksy starosveko-fenno-karelskie (podlaski, ciechanowski i kurpiowski), młodosveko-fenno-karelskie (mazurski i kampinoski), masywy anorogeniczne (suwalski, kętrzyński, tajeński, piski, elcki i mławski), kompleksy pokrywy osadowej (biebrzański oraz serie najwyższego prekambriu: poleska, sławatycka, siemiatycko-białopolska i lubelska) są systematycznie uzupełniane nowymi jednostkami ujawnianymi przez prace petrologiczne i kartograficzne; detalizowany jest także podział na serie.

W chwili obecnej prowadzone są prace, których celem jest wykonanie mapy facji metamorfizmu regionalnego; znacznie słabiej zaawansowane są badania

nad pochodzeniem materiału i kierunków jego migracji. Na mapie metamorfizmu regionalnego w skali 1:2 500 000 został przedstawiony rozkład głównych grup facjalnych i serii ciśnieniowych na podstawie materiałów sprzed 1970 r. i dlatego obecnie wymaga ona rewizji, której celem powinna być mapa w skali 1:1 000 000 oparta na wynikach kartowania podłoża krystalicznego w skali 1:200 000 i archiwalnych opracowaniach rdzeni wiertniczych z ostatniego dziesięciolecia. Do realizacji tego zadania niezbędne jest jednak szerokie rozwinięcie mineralogicznych prac termo- i barometrycznych, bardzo czasochłonnych i kosztownych ze względu na potrzebę stworzenia specjalnego zaplecza laboratoryjnego i aparatury.

Badania stratygraficzne skał podłoża krystalicznego wykonywane są dwiema metodami. Analizę geochronologiczną prowadzi się głównie metodą potasowo-argonową, poza nielicznymi jeszcze oznaczeniami metodami ołowiowymi i rubidowo-strontową, prowadzoną niestety poza Instytutem Geologicznym. Ze względu na wysoki stopień przeobrażenia skał podłoża krystalicznego podczas powszechnej regeneracji gotyjskiej, daty otrzymywane metodą potasowo-argonową są przede wszystkim miarą stopnia przeobrażenia skał w czasie około 1350 MA. Starsze wieki otrzymywano rzadziej (dla większości skał odmłodzonego kompleksu podlaskiego przeważały wieki około 1550 MA, sporadycznie przekraczały one wartość 2500 MA). W związku z ograniczoną możliwością oznaczeń geochronologicznych stratygraficzny schemat korelacyjny skał podłoża krystalicznego został opracowany na podstawie analizy porównawczej, opartej na badaniach następstwa skał, sprawdzeniu wiarygodności sukcesji skalnej w profilach wiertniczych i charakterystyce cech typomorficznych serii. Podejście takie umożliwiło wydzielenie kilku reperowych poziomów stratygraficznych, a mianowicie:

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| 10. Kwarcyty i łupki kwarcytowe; | } | Kompleksy młodosveko-fenno-karelskie |
| 9. Granitoidy metasomatyczne i migmatyty; | | |
| 8. Dioryty, anortozyty, noryty; | } | Kompleksy starsveko-fenno-karelskie |
| 7. Granitoidy rapakiwipodobne; | | |
| 6. Gnejsy hornblendowe i amfibolity; | | |
| 5. Łupki kwarcowo-magnetytowe, cummingtonitowe, takonity; | | |
| 4. Plagiogranity; | | |
| 3. Skały metamorficzne zasobne w glin (plagiognejsy, łupki sillimanitowe, andaluzytowe i kordierytowe); | | |
| 2. Granulity dwupiroksenowe, enderbity i substrat czarnokitów; | | |
| 1. Substrat presvekofenno-karelskich masywów granitoidowych. | | |

Przyjęta zasada analizy porównawczej nie jest wygodna w stosowaniu i może być obciążona błędami. Wiele trudności przysparzają zwłaszcza utwory poli-facjalne, jeśli ostatnie silne przeobrażenia metamorficzne maskują ślady reliktowych struktur i starszych przeobrażeń metamorficznych. Ponadto pozycja stratygraficzna wielu serii metamorficznych, zwłaszcza skał pozbawionych oznak serii typomorficznych bez wyraźnego następstwa skał i pochodzących z odosobnionych otworów wiertniczych, nie została dotychczas wyjaśniona.

W miarę dopływu nowych materiałów schemat stratygraficzny jest stale poprawiany i uzupełniany. Wiele mianowanych serii metamorficznych nie ma jednak ustalonej pozycji chronologicznej, pomimo wyraźnej przynależności do danego kompleksu strukturalnego i podobnych oznak facjalnych.

Odrębnym zagadnieniem stratygraficznym jest wiek masywów syenitowych (ełckiego i mławskiego) i masywu alkaliczno-ultrazasadowego (tajeńskiego). Całkowicie zawodzi tu analiza porównawcza, a oznaczenia wieku bezwzględnie wskazują na czas intruzji w interwale 350–260 MA. Nie wiadomo jednak czy wiek ten odpowiada rzeczywistej intruzji w głębokie pęknięcia skonsolidowanego podłoża krystalicznego, związanej z potężnym magmatyzmem i wulkanizmem waryscyjskim, czy też jest to tylko świadectwo odmłodzenia masywów prekambryjskich za pośrednictwem licznych żył alkalicznych i peralkalicznych, które wdarły się wzdłuż założeń tektonicznych i niosły ze sobą spore ilości rozтворów zasobnych w alkalia.

Dotychczasowe badania skał podłoża krystalicznego platformy prekambryjskiej wskazują na potrzebę dalszej intensyfikacji badań geofizycznych, wiertniczych i kartograficznych, mających na celu rozszerzenie podstaw do poszukiwań złóż. Jednym z ważniejszych zadań jest wyjaśnienie genezy złóż tytanomagnetytu suwalskiego masywu anortozytowego, które może umożliwić rozszerzenie obszaru poszukiwań na strukturę Sejny i Wigier. Niezbędna jest także intensyfikacja prac na obszarze masywu ełckiego i tajeńskiego dla poszukiwania źródeł mineralizacji pierwiastkami ziem rzadkich.

Do pilnych zadań Instytutu Geologicznego należy opracowanie bardziej szczegółowych map petrologicznych stropu podłoża krystalicznego dla wytypowania obszarów do szczegółowej penetracji wiertniczej. Zakończenie kartowania w skali 1:200 000 stworzyło w chwili obecnej podstawy do prac szczegółowych. Realizacja tego zagadnienia będzie ułatwiona przez opracowanie dokładnej mapy zróżnicowania facjalnego. Mapa taka umożliwi ocenę stopnia zgradowania podłoża krystalicznego i wyznaczenie obszarów nieperspektywicznych dla poszukiwań metali.

W dotychczasowych pracach geologicznych bardzo słabo akcentowany był wpływ podłoża krystalicznego na rozwój paleozoiczno-mezozoicznej pokrywy osadowej, wyznaczenie kierunku transportu materiału, ruchy pionowe, wpływ tektoniki podłoża na przeobrażenie skał osadowych, zwłaszcza węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym i in.

PODŁOŻE PREKAMBRYJSKIE KARPAT I POŁUDNIOWEJ POLSKI

Przed I wojną światową, w 1909 r. podłoże prekambryjskie Karpat odkryte zostało tylko jednym wierceniem – Rzeszotary 1. Ponadto nie został wówczas wyjaśniony problem czy jest to krystalinik autochtoniczny, czy też egzotyk.

Po II wojnie światowej powtórzono wiercenie Rzeszotary (J. Burtan, 1962) i odwiercono otwór Puńców 1, gdzie już niewątpliwie stwierdzono występowanie podłoża krystalicznego. Dalsze otwory wykonane między Cieszynem a Przemyślem ugruntowały ostatecznie pogląd o obecności podłoża prekambryjskiego, które w zachodniej części Karpat i na południowym obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego reprezentowane jest przez skały magmowe i metamorficzne przeobrażone intensywniej w porównaniu ze wschodnią częścią Karpat, gdzie stwierdzono tylko utwory słabego stopnia przeobrażeń metamorficznych.

W zachodniej części Karpat liczba otworów, odwierconych przez Instytut Geologiczny i Zjednoczenie Górnictwa Naftowego, odsłaniających podłoże prekambryjskie jest mała i nieznacznie przekracza 20. Występują tu granitoidy, gabro, gnejsy, amfibolity, łupki krystaliczne i fyllity. Znajomość składu i bu-

dowy podłoża prekambryjskiego tej części Karpat nie jest wielka. Poza cząstkowymi opracowaniami petrograficznymi skał nie została dotychczas opracowana mapa zróżnicowania petrologicznego stropu podłoża i tektonika, poza mapą skonsolidowanego podłoża utożsamianego ze stropem podłoża krystalicznego (P. Karnkowski, 1977). Brak jest również informacji o rozkładzie facji metamorficznych i stratygrafii, sporadyczne są także oznaczenia wieku bezwzględnego metodą potasowo-argonową wskazujące na 600–840 MA, czyli górny prekambr.

Skały prekambryjskie wschodniej części Karpat występują między Krakowem i Przemysłem. Są to utwory bardzo słabo zmetamorfizowane lub tylko zdia-genezowane, reprezentowane przez fyllity i skały osadowe. Liczba utworów nawiercających podłoże prekambryjskie jest wprawdzie większa niż w zachodniej części Karpat, ale stan rozpoznania geologicznego tego obszaru jest jeszcze słabszy. Brak jest bowiem jednolitego zapisu faktograficznego i dokumentacji petrograficznych; nie została opracowana tektonika, stratygrafia, poza nielicznymi opracowaniami mikrofauny i mapą powierzchni stropowej podłoża. Oznaczenia wieku bezwzględnego są sporadyczne i wskazują na około 600 MA. Badania te są głównym argumentem umożliwiającym stwierdzenie, że skały podłoża prekambryjskiego wschodniej części Karpat są młodszym ogniwem prekambryjskiego podłoża Karpat.

Słabo zmetamorfizowane lub nawet niezmetamorfizowane skały najwyższego prekambru występują także poza Karpatami: w północnym obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, kontynuują się w podłożu Niecki Nidziańskiej i nieco płycej na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich oraz na bloku małopolskim. Stwierdzone one zostały w nielicznych wierceniach i poznane fragmentarycznie.

Z przedstawionych faktów wynika, że skały podłoża prekambryjskiego Karpat i południowej Polski zbadane zostały w sposób niewystarczający. Problem ten wymaga zatem opracowania jednolitego projektu badań geologicznych, celem regionalnego rozpoznania petrologicznego stropu podłoża krystalicznego, a następnie wytypowania obszarów do badań szczegółowych.

PREKAMBR NA DOLNYM ŚLĄSKU

Dolny Śląsk jest największym w Polsce obszarem powierzchniowego występowania skał uważanych za prekambryjskie. Stwierdzono je bądź to bezpośrednio na powierzchni (np. w Sudetach i na bloku przedsudeckim), bądź też pod niezbyt grubą pokrywą osadów kenozoicznych. Rozprzestrzenienie ich pod pokrywą permsko-mezozoiczną zostało przesłedzone również w otoczeniu bloku przedsudeckiego na niezbyt wielkich głębokościach. Ten duży zasięg występowania skał prekambryjskich na powierzchni jest efektem głębokiego, choć nierównomiernego ścicia erozyjnego, jakie dotknęło orogen waryscyjski i wkomponowane wń prekambryjskie sekwencje skalne po jego wypiętrzeniu się w końcowych etapach orogenezy i w okresach późniejszych.

Z tych też powodów skały prekambryjskie Dolnego Śląska są ogólnie dostępnym obiektem badań. Do 1945 r. za utwory prekambru (reprezentowanego według ówczesnej terminologii przez archaik i algonk) uznano serie metamorficzne Gór Sowich (archaik), skały metamorficzne i magmowe dolnośląskiej części bloku łużyckiego, skały metamorficzne północnej i wschodniej okrywy bloku Karkonoszy, Gór Orlickich i Gór Bystrzyckich, masywu Śnieżnika oraz szeregu mniejszych jednostek strukturalnych w ich otoczeniu (wszystko algonk). Za jedyny niezmetamorfizowany składnik algonku uznano „łużycką formację

szarowakową”, należąca przestrzennie do bloku łużyckiego, a wchodząca na teren Dolnego Śląska małym wycinkiem w okolicach Zgorzelca.

Przyjęto następującą sekwencję formacji skalnych:

Prekambr młodszy (algonk): granodioryty zawidowskie i granity rumburskie oraz szarogłazy rejonu Zgorzelca w bloku łużyckim, skały metamorficzne części okrywy Karkonoszy, masywu Łądka–Śnieżnika Kłodzkiego, Gór Orlickich i Gór Bystrzyckich, południowej części metamorfiku kłodzkiego, ortognejsy Gór Sowich oraz elementy metamorficzne na przedpolu Sudetów Wschodnich (od Głuchołazów po Strzelin).

Prekambr starszy (archaik): paragnejsy Gór Sowich.

Jest to sekwencja uproszczona, nie obrazująca różnic w poglądach poszczególnych badaczy, którzy przyjmowali części niektórych jednostek strukturalnych za nieco młodsze lub nieco starsze niż w podanym zestawieniu, a czasem nawet o diametralnie różnym wieku. Na przykład według R. Lepsius a i L. Finckha (*fide* K. Smulikowski, 1951) wiek gnejsów sowiogórskich mógłby być nie starszy od syluru, natomiast niektóre partie parametamorficznych serii krystaliniku łądecko-śnieżnickiego (tzw. seria młynowska) byłyby według G. Fischera (1936) wieku archaicznego itd.

Kartograficzny obraz wychodni prekambru został przedstawiony na kilkunastu arkuszach szczegółowych map geologicznych, wydanych przed 1945 r. Rekapitulację jednostek litostratygraficznych tego okresu przedstawił zwięźle M. Książkiewicz (1947), a następnie szerzej H. Teisseyre i in. (1957, 1960), zaś ich charakterystykę petrograficzną zobrazował K. Smulikowski (1951).

W miarę rozwoju powojennych badań geologicznych na Dolnym Śląsku ulegały zmianie poglądy na stratygrafię, rozwój litologiczny i przemiany metamorficzne prekambru. Powodował to z jednej strony dopływ coraz to nowszych materiałów, z drugiej zaś wpływ nowych koncepcji i nowych metod badawczych.

Za główne zadanie w pierwszym etapie prac uznano wykonanie szczegółowego zdjęcia geologicznego obszarów dotychczas nie skartowanych (m. in. południowa część metamorfiku Śnieżnika, Góry Bystrzyckie i Góry Orlickie oraz polskie części bloku łużyckiego), jak również zastąpienie starych map, pochodzących niekiedy z końca XIX w., nowym zdjęciem geologicznym. Konieczność zbadania prekambru jako „formacji starokrystalicznej” metodami petrograficznymi była tu wyraźnie podkreślana. Zakres niezbędnych do tego celu badań został wypunktowany przez K. Smulikowskiego (1951), który za szczególnie ważne etapy w długofalowym programie badań uznał:

- a – ocenę stopnia i jakości metamorfozy;
- b – analizę materiałów klastycznych i minerałów ciężkich, pochodzących ze skał starszych, a redeponowanych do osadów młodszych;
- c – studium petrograficzne intruzji magmowych i ustalenie pozycji tych intruzji w obrębie górotworów, połączone z określeniem ich wieku bezwzględnego.

W latach pięćdziesiątych powstał we Wrocławiu szeroko działający ośrodek naukowy, zajmujący się badaniami tektonicznymi i petrograficznymi Sudetów i ich najstarszej formacji – prekambru. Z ośrodkiem tym współpracowali petrografowie poznańscy, a następnie warszawscy. Dzięki działalności H. Teisseyre’a, będącego prekursorem powojennych badań tektonicznych na tym obszarze, a następnie J. Oberca i innych, Oddział Dolnośląski Instytutu Geologicznego oraz Uniwersytet Wrocławski rozwinęły wielostronne badania prekambru. Powstające koncepcje naukowe były poddawane żywym dyskusjom na posiedzeniach Polskiego Towarzystwa Geologicznego oraz na jego zjazdach, organizowanych przy współudziale Instytutu Geologicznego.

Oddział Dolnośląski Instytutu Geologicznego za główne swoje zadanie w latach pięćdziesiątych uznał wykonywanie szczegółowych map geologicznych, jako podstawy dla rozpoznania poszczególnych formacji i ich perspektyw surowcowych. Rozpoczęte w 1950 r. zdjęcie geologiczne objęło – do bieżącego roku – wykonanie 100 arkuszy map geologicznych w skali 1:25 000, w tym 60 arkuszy zawierających prekambr. Pozostałe arkusze zdjęcia szczegółowego Dolnego Śląska są w przygotowaniu. Praktycznie biorąc cały obszar powierzchniowego występowania prekambru został skartowany. Do zbadania pozostają obszary, na których prekambr jest przykryty utworami kenozoiku (np. na bloku przedsudeckim) oraz występuje na większych głębokościach.

W miarę upływu czasu w badaniach tych były stosowane coraz to nowsze metody, jak: analiza mezoskopowa dla badania tektonitów, badania petrotektoniczne, analiza metodami geochemicznymi, analiza wieku radiogenicznego, badania fizyczne skał i badania geofizyczne oraz badania biostratygraficzne „serii niemych”.

Równocześnie z postępowaniem intensywności prac poszerzył się przestrzennie obszar tych badań, dzięki sięganiu wierceniami na coraz większe głębokości. Skały prekambryjskie lub – ściślej mówiąc – te, które uważane są za prekambryjskie, zostały nawiercone w licznych otworach badawczych lub surowcowo-poszukiwawczych na przedpolu Sudetów.

Pierwszym wierceniem, wykonanym dla celów strukturalnych, był otwór Wojcieszów IG 1 (proj. H. Teisseyre) w Górach Kaczawskich, usytuowany w eokambryjskich warstwach radzimowickich (głęb. 798 m). Serie krystaliczne, przypuszczalnie wieku prekambryjskiego, osiągnęły ponadto m. in. otwory: Pisary (740 m), Batorów (300 m), Lutomia (500 m – gnejsy sowiogórskie), Niedźwiedź (801 m), Świdna (799 m) oraz liczne płytsze otwory na bloku przedsudeckim i w podłożu skał monokliny przedsudeckiej między Głogowem a Wrocławiem (w tym najgłębszy Laskowice Oławskie IG 1 – 1851 m). Otwory te pozwoliły na określenie głębokościowego i przestrzennego zasięgu krystaliniku, aczkolwiek interpretacja wiekowa nawierconych skał ze względu na wysoki i zarazem zmienny stopień metamorfizmu była najczęściej wieloznaczna (proterozoik? starszy paleozoik?).

W regionalnych badaniach podstawowych w latach sześćdziesiątych na plan pierwszy wysunęły się badania tektoniczne i petrograficzne skał prekambru. Kontynuowano (trwające do chwili obecnej) badania nad składem petrograficznym skał krystalicznych i stanem przemian metamorficznych w poszczególnych jednostkach strukturalnych, określono ich cechy strukturalne i dokonano licznych prób odtworzenia przeszłości tektonicznej tych jednostek. Począwszy od 1966 r. rozpoczęto badania wieku radiometrycznego skał, niestety przeważnie tylko metodą potasowo-argonową i to głównie młodszych od prekambru granitoidów. W latach siedemdziesiątych rozpoczęto również badania biostratygraficzne zmetamorfizowanych „serii niemych”.

W częściowym powiązaniu z powyższymi badaniami były prowadzone poszukiwania surowcowe, dotyczące poszczególnych warstw czy stref skał prekambryjskich. W większości wypadków badania i poszukiwania miały jednak za obiekt nie same skały powstałe w prekambrze, lecz ich zmienione w okresach późniejszych partie lub produkty ich młodszego (w sensie wieku geologicznego) rozpadu.

Rozpoznawanie „formacji starokrystalicznych” (reprezentowanych głównie przez prekambr) metodami geofizycznymi rozwijało się w latach powojennych w sposób bardzo ożywiony i dotyczyło głównie penetracji wgłębnej, tj. rozpoznawania krystalicznego (skonsolidowanego) podłoża niemetaforficznych serii

paleozoicznych lub młodszych.

Kolejnymi etapami prac były tu:

a – profilowania sejsmiczne, poczynszy od wykonanego w 1953 r., pionierskiego profilu Kalisz – Wrocław, dotyczące jednak głównie pozasudeckiej części Dolnego Śląska;

b – badania ukrytej pod kenozoikiem powierzchni morfologicznej krystaliniku, dokonywane głównie metodami geoelektrycznymi i magnetycznymi (lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte), głównie na obszarach bloku przedsudeckiego i masywów granitoidowych wraz z ich okrywą;

c – wykonywane w latach sześćdziesiątych i zakończone niedawno półszeregowe zdjęcia grawimetryczne i magnetyczne całego obszaru Dolnego Śląska, będące w trakcie interpretacji.

Szczególne znaczenie dla rozpoznania ukrytych partii krystaliniku mają tu kompleksowe interpretacje geofizyczne, obejmujące wyniki uzyskane przy stosowaniu kilku metod geofizycznych, a wykonane dotychczas dla wybranych obszarów specjalnych.

Problem stratygrafii (zarówno w sensie biostratygrafii, jak i litostratygrafii) prekambru Dolnego Śląska nie został generalnie wyjaśniony. Wobec ustalania pozycji stratygraficznej skał uważanych za prekambr metodami pośrednimi (przez porównanie z obszarami sąsiednimi lub przez analizę stosunku do równie słabo udokumentowanych skał starszego paleozoiku) panuje w tej dziedzinie duża dowolność, przy czym zaznaczają się dwie główne tendencje: „postarzania” metamorfiku sudeckiego lub jego „odmładzania”. Wyrazicielem pierwszego z tych poglądów jest J. Oberc (1972) i in., który zdecydowaną większość skał metamorficznych Dolnego Śląska uważa za prekambryjskie, a ich powstawanie odnosi do trzech etapów: moldanubskiego (późnoarchaicznego), staroassyntyjskiego (proterozoicznego) i młodoassyntyjskiego (eokambryjskiego). Tendencje „odmładzające” są wysuwane ostatnio przez niektórych geologów zajmujących się badaniami strukturalnymi zwłaszcza na obszarze metamorfiku łądecko-śnieżnickiego. Ich zdaniem główne przemiany strukturalne tego obszaru i obszarów sąsiednich zaczęły się w okresie tektogenezy waryscyjskiej, a jego inwentarz litologiczny pochodzi ze starszego paleozoiku i jest wiekowym odpowiednikiem zmetamorfizowanego paleozoiku kaczawskiego (M. Dumicz, 1976 i in.).

OBECNY PODZIAŁ PREKAMBRU NA DOLNYM ŚLĄSKU

Prymat badań tektonicznych i petrograficznych w dotychczasowych badaniach prekambru w Polsce południowo-zachodniej, przy równoczesnym słabym rozwoju badań nad jego litologią i protogenezą, powoduje, że nie można w chwili obecnej rozpatrywać wszystkich oddzielnych wystąpień tej formacji jako całości. Syntezę taką będzie można przeprowadzić dopiero po uzyskaniu dostatecznej ilości danych, niezbędnych albo dla określenia pozycji stratygraficznej w oddzielnych, lecz porównywalnych profilach, albo też dla przeprowadzenia pełnej analizy litofacjalno-miąszościowej oddzielnych jednostek strukturalnych. Dopiero wówczas będzie możliwa pełna interpretacja obszaru występowania prekambru. Niektóre elementy takiej syntetycznej oceny zostały jednak już dokonane. Można do nich zaliczyć np. mapę metamorfizmu Dolnego Śląska (S. Maciejewski, T. Morawski, 1979), wykonaną na podstawie zasad przyjętych dla mapy metamorfizmu świata (H.J. Zwart i in., 1967), oraz syntetyczne podsumowanie przez H. Teisseyre'a (1968) stanu badań prekambru, wykonanych w poszczególnych częściach Sudetów. Prekambr Dolnego Śląska może być scharakteryzowany jedynie w oddzielnych rejonach, pokrywających się z głów-

nymi jednostkami strukturalnymi. Według obecnego stanu badań poszczególnych jednostek formacja prekambryjska jest reprezentowana na Dolnym Śląsku przez następujące zespoły skalne:

A – starszy proterozoik, występujący wyłącznie w Górach Sowich, jest reprezentowany przez kompleks paragnejsów i migmatytów z wkładkami skał pochodzenia magmowego oraz z anatektycznych granitów i granitognejsów młodoproterozoicznych(?). Wiek radiogeniczny hornblendy z pegmatytu tkwiącego w gnejsach sowiogórskich (obliczony metodą potasowo-argonową) wynosi 1340 ± 45 MA (W. Grocholski, 1975), co może wskazywać na co najmniej młodosvekofenno-karelski wiek skał formacji paragnejsowo-migmatytowej.

B – młodszy proterozoik występujący w: a – metamorfiku izerskim (kompleks gnejsowo-łupkowy, granity rumburskie, granodioryty zawidowskie); b – metamorfiku wschodnich Karkonoszy (seria kowarska – gnejsowo-łupkowa, seria leszczyńska pochodzenia osadowo-wulkanicznego); c – metamorfiku Gór Orlickich i Gór Bystrzyckich oraz metamorfiku lądecko-śnieżnickim (parametamorficzna seria strońska, gnejsy gieraltowskie, gnejsy śnieżnickie); d – metamorfiku kłodzkim (gnejsy, paraamfibolity); e – metamorfiku Wzgórz Strzebińskich oraz synklinorium Wzgórz Niemczańskich (kompleks gnejsowo-łupkowy); f – bloku przedsudeckim i metamorfiku środkowej Odry (kompleks gnejsowo-łupkowy, granitoidy); g – metamorfiku przedpoła Sudetów Wschodnich (kompleks gnejsowo-łupkowy); h – bloku sowiogórskim (wspomniane uprzednio granitognejsy i granity metamorficzne).

Śród wymienionych zespołów skalnych jedynie w metamorfiku Gór Bystrzyckich i w pobliskim metamorfiku lądecko-śnieżnickim napotkano skąpe szczątki organiczne o niezbyt pewnym znaczeniu biostratygraficznym (mikroflora górnoproterozoiczna w Dusznikach – T. Gunia, 1974; fragmentaryczna fauna najstarszego (?) paleozoiku z okolic Bystrzycy Kłodzkiej i fauna młodsza niż proterozoiczna z Goszowa – T. Gunia, 1976), co może wskazywać na górnoproterozoiczno-staropaleozoiczny wiek osadowych eduktów części tego kompleksu.

C – eokambr reprezentowany w dwóch rejonach Sudetów Zachodnich: w okolicach Zgorzelca jako łużycka formacja szarogłazowa oraz w Górach Kaczawskich jako warstwy radzimowickie. Łużycka formacja szarogłazowa dzieli się na zespoły: starszy – warstwy ze Zgorzelca – i młodszy – warstwy z Kamienia.

Oprócz powyższych zespołów skalnych o przeważnie parametamorficznym pochodzeniu występują na Dolnym Śląsku niewielkie ciała intruzyjne zbudowane ze skał zasadowych i ultrazasadowych, częściowo zmetamorfizowanych, grupujące się w Sudetach Środkowych w sąsiedztwie bloku sowiogórskiego. Mogą one reprezentować zarówno młodszy prekambr, jak i starszy paleozoik.

Tak więc formację prekambryjską na Dolnym Śląsku reprezentują następujące główne zespoły skalne:

1 – zespół skał starszego proterozoiku o wieku starszym niż 1340 MA (Góry Sowie);

2 – zespół skał młodszego proterozoiku, wykazujący lokalne przejścia do starszego paleozoiku (Sudety od metamorfiku izerskiego na zachodzie po metamorfik wschodniosudecki);

3 – zespół skał eokambru również lokalnie przechodzący do starszego paleozoiku.

Mimo podziału obszaru na szereg jednostek strukturalnych, obejmujących skały o różnych facjach metamorficznych i o różnych, lecz nie kontrastujących ze sobą, cechach litofacjalnych, można na Dolnym Śląsku (z wyjątkiem bloku

Gór Sowich) dopatrywać się w ogólnych zarysach jednolitego regionu sedymentacyjnego, obejmującego okres od młodszego proterozoiku do starszego paleozoiku, na razie dokładniej nie sprecyzowanego.

Edukty skał tego regionu wykazują szereg wspólnych cech litologicznych. Są to prawie wyłącznie skały infrakrystalne, osadowe, przeważnie drobnodetrytyczne, z podrzędnymi ilościami skał węglanowych i wulkanitów lub efuzywów zasadowych, rzadziej kwaśnych. Wykazują one lokalnie cechy utworów eugeosynklinalnych.

Zespół ten był poddany procesom metamorfizmu w warunkach facji nie wyższych niż średniociśnieniowe: zieleńcowej, epidotowo-amfibolitowej i amfibolitowej. Miejscami miała miejsce granityzacja, powodująca przemiany skał w granitognejsy i granity metamorficzne, aż do powstania lokalnych intruzji.

Brak danych bio- i chronostratygraficznych nie pozwala na definitywne rozstrzygnięcie problemu ewentualnej dwudzielności młodszego proterozoiku, przyjmowanej przez wielu autorów przy próbach rekonstrukcji tektonicznej i litofacjalnej tego obszaru.

PROBLEMY DO ROZSTRZYgniĘCIA I PERSPEKTYWY ROZWOJOWE BADAŃ

Jak wynika z powyższego zwięzłego przeglądu zagadnień, dotyczących prekambru na Dolnym Śląsku, wachlarz problemów pozostających do rozstrzygnięcia jest szeroki. Wypływa to nie tylko ze skomplikowanej przeszłości tektonicznej górotworu i różnorodnej metamorfozy, ale i niedostatku zastosowanych dotychczas metod badawczych. Prawie całkowity brak datowań biostratygraficznych i geochronologicznych utrudnia tu nie tylko właściwe ustalenie stratygrafii poszczególnych profili, ale i uniemożliwia selekcję warstw, uważanych za prekambryjskie, pod kątem wyeliminowania z nich serii młodszych (np. silnie zmetamorfizowanych skał starszego paleozoiku?). Tu właśnie leży źródło licznych niepewności i wieloznacznych sformułowań, dotyczących prekambryjskiego podłoża w południowo-zachodniej Polsce, a co za tym idzie dyskusji i sporów naukowych.

Oprócz badań biostratygraficznych w przyszłych pracach konieczne byłoby stosowanie dużej liczby analiz wieku radiometrycznego i to kilkoma wzajemnie kontrolującymi się metodami.

Prekambry na Dolnym Śląsku, niezależnie od powyższych zastrzeżeń, oczekuje na kompleksową analizę litofacjalną, połączoną z eliminacją wpływu metamorfozy, co posłużyłoby w ostatecznym efekcie do analizy tektofacjalnej tej formacji i byłoby istotnym postępowaniem w zakresie badań strukturalnych.

Badania strukturalne dotyczące prekambru, jako elementu budowy wgłębnej Sudetów i ich przedpola, należą do wieloetapowej tematyki prac Oddziału Dolnośląskiego IG. Rozwinęły się one szczególnie w latach siedemdziesiątych. W pierwszym etapie dokonano penetracji obszaru przedsudeckiego, osiągniętej dzięki badaniom A. Grocholskiego (na bloku przedsudeckim) oraz A. Bossowskiego (w podłożu depresji śląsko-opolskiej). W 1972 r. wykonano obszerny *Program badań dla określenia modelu przestrzennego Sudetów* (L. Sawicki i in., 1972), którego realizację rozpoczęto od wykonania wspomnianych uprzednio otworów: Lutomia (A. Bossowski), Niedźwiedz (S. Maciejewski, L. Sawicki) i Świdna (H. Kościółko, T. Morawski).

Obecnie realizuje się dwa kompleksowe programy badań geologicznych i geofizycznych, obejmujące cały obszar Dolnego Śląska; jednym z efektów tych badań jest wspomniana uprzednio analiza metamorfizmu Dolnego Śląska. Na odwier-

cenie oczekuje 25 głębokich otworów strukturalnych, zatwierdzonych przez Centralny Urząd Geologii, a wiele dalszych projektów jest w przygotowaniu.

WNIOSKI

Skały prekambryjskie w Polsce stanowią podłoże krystaliczne, na którym tworzyły się, różnicowały i strukturalnie przebudowywały skały paleozoicznych i mezozoiczno-kenozoicznych pięter osadowych. Na obszarze Polski rozwój ten determinowały ruchy podłoża krystalicznego, które spowodowały zróżnicowanie regionalne i tektoniczne pokrywy osadowej, a obecnie inicjują ruchy neotektoniczne, kształtują morfologię terenu i ukierunkowują sieć hydrograficzną.

Dlatego też poznanie prekambru ma z jednej strony ogromne znaczenie nie tylko dla wyjaśnienia geologicznych procesów regionalnych, lecz również ogólnopoznawczych. Z drugiej zaś strony skały krystaliczne zawierają bogate złoża surowców mineralnych i ze względów uylitarnych jest niezbędne poznanie ich budowy strukturalnej, metamorfizmu, magmatyzmu i stratygrafii.

W badaniach skał prekambryjskich stwierdza się znaczny postęp, zwłaszcza w ostatnim dziesięcioleciu. W dalszym ciągu jest on jednak zbyt powolny, co w znacznej mierze opóźnia syntetyczne opracowania regionalne i ocenę perspektyw surowcowych. Do realizacji tego celu niezbędna jest intensyfikacja badań geofizycznych, wiertniczych i petrologicznych. Konieczne jest rozwinięcie badań facjalnych i formacyjnych oraz stratygraficznych, opartych na wszechstronnej analizie izotopów.

Zakład Petrografii, Mineralogii i Geochemii
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Oddział Dolnośląski
Instytutu Geologicznego
Wrocław, al. Jaworowa 19
Nadesłano dnia 5 lipca 1979 r.

PIŚMIENNICTWO

- BURTAN J. (1962) – Wiercenie Rzeszotary 2. (Komunikat wstępny). *Kwart. Geol.*, **6**, p. 245–259, nr 2. Warszawa.
- DĄBROWSKI A., KARACZUN K. (1956) – Morfologia podłoża prekambryjskiego w północno-wschodniej Polsce. *Prz. Geol.*, **4**, p. 341–344, nr 8. Warszawa.
- DEPCIUCH T., LIS J., SYLWESTRZAK H. (1975) – Wiek izotopowy K-Ar skał podłoża krystalicznego północno-wschodniej Polski. *Kwart. Geol.*, **19**, p. 759–779, nr 4. Warszawa.
- DUMICZ M. (1976) – Próba wyjaśnienia tektogenezy serii zmetamorfizowanych Ziemi Kłodzkiej. W: *Problem wieku deformacji serii zmetamorfizowanych Ziemi Kłodzkiej*, p. 9–37. Wrocław.
- FISCHER G. (1936) – Das Dach des Moldanubikums in Schlesien, dem Bayrischen Wald und Mähren. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, **56**, p. 733–741. Berlin.
- GROCHOLSKI W. (1975) – Zagadnienia petrologiczne i tektoniczne gnejsów sowiogórskich. *Przew. XLVII Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, p. 109–127. Warszawa.
- GUNIA T. (1974) – Mikroflora prekambryjskich wapieni okolicy Dusznik Zdroju (Sudety Środkowe). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **44**, p. 65–92, z. 1. Kraków.
- GUNIA T. (1976) – Nowe wyniki badań stratygraficznych w metamorfiku Gór Bystrzyckich, Orlickich i metamorfiku Śnieżnika. W: *Problem wieku deformacji serii zmetamorfizowanych Ziemi*

- Kłodzkiej, p. 39–42. Wrocław.
- KARACZUN K., KUBICKI S., RYKA W. (1970) – Mapa petrologiczna stropu krystaliniku wschodniej części wyniesienia mazursko-suwalskiego w skali 1:500 000. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- KARACZUN K., KUBICKI S., RYKA W. (1975) – Mapa geologiczna podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej w Polsce, 1:500 000. Inst. Geol. Warszawa.
- KARNKOWSKI P. (1977) – Wgłębne podłoże Karpat. Prz. Geol., **25**, p. 289–297, nr 6. Warszawa.
- KSIĄŻKIEWICZ M. (1947) – Zarys budowy geologicznej Sudetów i ich przedgórze. Wiad. Muz. Ziemi, nr 3, p. 18–43. Warszawa.
- KUBICKI S., KURBIEL H., RYKA W. (1976) – Projekt badań geologicznych podłoża krystalicznego NE i E Polski. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- KUBICKI S., RYKA W., ZNOSKO J. (1972) – Tektonika podłoża krystalicznego prekambryjskiej platformy w Polsce. Kwart. Geol., **16** p. 523–545, nr 3. Warszawa.
- MACIEJEWSKI S., MORAWSKI T. (1979) – Metamorphism in Lower Silesia. Biul. Inst. Geol., **318**, p. 25–42. Warszawa.
- OBERC J. (1972) – Sudety i obszary przyległe. W: Budowa geologiczna Polski, **4**, Tektonika, cz. 2. Inst. Geol. Warszawa.
- RYKA W. (1973) – Metamorphic Map of Europe, 1:2 500 000, ark. 10. UNESCO, Paris, Hague.
- RYKA W. (1975) – Facje metamorficzne skał podłoża krystalicznego platformy prekambryjskiej w Polsce. W: Uroczysta Sesja Naukowa. 25 lat naukowo-technicznej współpracy polsko-rosyjskiej w zakresie geologii, p. 91–110. Inst. Geol. Warszawa.
- SAWICKI L., BOSSOWSKI A., JERZMAŃSKI J., JODŁOWSKI S. (1972) – Program prac dla tematu „Model przestrzenny Sudetów”. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- SKAŁY PLATFORMY PREKAMBRYJSKIEJ W POLSCE, cz. 1 – Podłoże krystaliczne (1973) – Pr. Inst. Geol., **68**. Warszawa.
- SKORUPA J. (1959) – Morfologia podłoża magnetycznie czynnego i podłoża krystalicznego w północno-wschodniej Polsce. Biul. Inst. Geol., **160**, p. 37–51. Warszawa.
- SKORUPA J., ZNOSKO J. (1962) – Perspektywy i regionalny projekt poszukiwań złóż rud żelaza w podłożu krystalicznym obszarze północno-wschodniej Polski. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- SMULIKOWSKI K. (1951) – Uwagi o starokrystalicznych formacjach Sudetów. Roczn. Pol. Tow. Geol., **21**, p. 67–124, z. 1. Kraków.
- SOKOŁOWSKI S., ZNOSKO J. (1959) – Projekt mapy tektonicznej Polski jako części mapy tektonicznej Europy. Kwart. Geol., **3**, p. 1–24, nr 1. Warszawa.
- TEISSEYRE H. (1968) – Prekambr w polskiej części Sudetów. Kwart. Geol., **12**, p. 749–775, nr 4. Warszawa.
- TEISSEYRE H., SMULIKOWSKI K., JAHN A. (1960) – Regionalna geologia Polski, **3**, Sudety, z. 2. Kraków.
- TEISSEYRE H., SMULIKOWSKI K., OBERC J. (1957) – Regionalna geologia Polski, **3**, Sudety, z. 1. Kraków.
- ZWART H.J., CORRALAN J., JAMES H.L., MIYASHIRO A., SAGGERSON E.P., SOBOLEV V.S., SUBRAMANIAM A.P., VALLANCE T.G. (1967) – A Scheme of Metamorphic Facies for the Cartographic Representation of Regional Metamorphic Belts. Geol. Newsletter, **2**. IUGS. Haarlem.

Вацлав РЫКА, Лешек САВИЦКИ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ДОКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПОЛЬШЕ И НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Резюме

Докембрийские породы, хотя и составляют фундамент на всей территории Польши, были выделены и изучены только в трёх регионах. На докембрийской платформе и в Карпатах они составляют кристаллический фундамент, скрытый под осадочным покровом. В Нижней Силезии они входят в систему варисцийской складчатости, выдвинуты и обнажены. Докембрийские породы в вышеупомянутых регионах отличаются не только по своему положению, но и по тектоническому и структурному строению, региональному метаморфизму, по возрасту и стилю перестройки. Различна история их изучения и неодинакова степень изученности. Докембрийские породы составляют в Польше кристаллический фундамент, на котором осаждались и подвергались структурной перестройке палеозойские и мезо-кайнозойские осадочные комплексы. На территории Польши формирование этих пород обуславливалось движениями кристаллического фундамента, чем и объясняется большая региональная тектоническая дифференцированность осадочного покрова.

Изучение кристаллического фундамента в пределах Восточно-Европейской платформы началось в 1954 г тремя скважинами, заложенными по проведению геофизических работ. С того времени изучение фундамента велось всё более интенсивно, что было обусловлено поисками руд металлов и битумов в осадочном покрове.

Благодаря концентрации работ по изучению фундамента в Геологическом институте, работы велись планомерно и синхронизировались геофизические, буровые и картографические исследования. На базе петрографических, минералогических, геохимических, геохронологических исследований пород и изучения их рудоносности почти по 200 скважинам, а также благодаря обширному геофизическому материалу, в том числе полудетальной и детальной магнитной и гравиметрической съёмки, стало возможным составление петрологической карты кровли кристаллического фундамента в масштабе 1:500 000, а затем составление 34 листов карты в масштабе 1:200 000. Была разработана тектоническая модель и стратиграфическая схема пород кристаллического фундамента. Эти исследования привели к открытию месторождения ванадиеносного титаномagnetита в сувалкских анортозитах, подсчитаны также запасы этого месторождения. В Лохове около Варшавы на глубине 2400 м были открыты залежи хемогенных гематитовых таконитов, а в окрестностях Элка и Тайна в нефелиновых сиенитах и карбонатах обнаружены скопления редкоземельных элементов.

История изучения кристаллического фундамента Карпат и юга Польши началась с бурения скважины в Жешотарах (1909 г), в которой были обнаружены кристаллические породы, но в то время ещё не было уверенности, являются ли эти породы экзотическими или автохтонным кристаллическим фундаментом. Этот вопрос был решён только в конце шестидесятых годов, когда глубокие скважины прошли карпатский флиш и достигли кристаллического фундамента. Состояние изученности кристаллического фундамента в этой части Польши неудовлетворительно, так как не составлены петрологические карты, тектоническая модель и не установлена их стратиграфическая схема. По данным изученности на сегодняшний день можно отметить, что кристаллический фундамент в западной части рассматриваемого района сильно эродирован и карпатский флиш покрывает метаморфизованные породы амфиболитовой фации, а на востоке под флишем залегают сильно диагенезированные или слабо метаморфизованные породы верхов докембрия.

После Второй Мировой Войны Геологический институт начал изучение кристаллического фундамента в Нижней Силезии с детальной геологической съёмки ещё некартированных терри-

торий. До настоящего времени составлено 100 листов геологических карт в масштабе 1:25 000, а остальные находятся в стадии подготовки. Для выполнения планируемых стратиграфических, литологических, а также поисковых работ был создан Нижнесилезский Филиал Геологического института во Вроцлаве.

Со временем исследования, выполняемые Нижнесилезским Филиалом ГИ, велись всё более совершенными методами, такими как мезоскопный анализ в изучении тектонитов, петротектонические исследования, геохимический анализ, определение возраста радиоактивными методами, изучение физических свойств пород и геофизические исследования, а также биостратиграфическое изучение „немых серий”. В то же время увеличился объём изучаемой территории, благодаря проникновению скважин во всё более глубокие части фундамента, особенно в предгорьях Судет. Изменился взгляд на стратиграфию, литологическое строение и метаморфизм докембрия.

Wacław RYKA, Leszek SAWICKI

THE PRESENT STATE AND DIRECTIONS OF STUDIES ON THE PRECAMBRIAN ROCKS OF POLAND

Summary

Although the whole basement of Poland is built of Precambrian rocks, these rocks were recorded and recognized in three regions only. They form crystalline basement overlain by rocks of sedimentary stages in the Precambrian Platform and the Carpathians, being incorporated in the Variscan fold system, uplifted and exposed in the Lower Silesia. Precambrian rocks of these three regions differ in location as well as in tectonic and structural units, regional metamorphism, age and style of reactivation. The history of studies of these rocks is also different, similarly as the degree of knowledge. In Poland, these rocks built crystalline basement on which rocks of Paleozoic and Meso-Cenozoic sedimentary stages were originating and undergoing structural rebuilding. The development of the latter was determined by movements of crystalline basement blocks, responsible for regional and tectonic differentiation of the sedimentary covers.

The studies of crystalline basement of the East-European Platform were initiated in 1954 by making three drillings preceded by geophysical surveys. In the next years, there took place intense development in these studies, determined by search for metal ore deposits and bitumens in the sedimentary cover of the Platform.

The geological studies on the crystalline basement are concentrated in the Geological Institute which makes possible appropriate planning of the works and synchronization of geophysical, drilling and mapping programs. On the basis of results of petrographic, mineralogical, geochemical, geochronological and deposit studies of core material from almost 200 boreholes, and rich geophysical data (including those from magnetic and gravimetric semi-detailed and detailed mapping), it was possible to prepare petrological map of the top of crystalline basement in the scale 1:500 000 and, subsequently, the map in the scale 1:200 000 in 34 sheets. The tectonic model and stratigraphic scheme of rocks of the crystalline basement were also prepared. The studies have been crowned with discovery of vanadium-bearing titanomagnetite deposit in anorthosites in the Suwałki area and demonstration of its resources. Moreover, chemogenic hematite taconites were found at Łochów near Warsaw at 2400 m depth, and concentrations of rare earth elements – in nepheline syenites and carbonatites in the areas of Elk and Tajno.

The history of studies on the Precambrian basement of the Carpathians and southern Poland began when crystalline rocks were found by a drilling at Rzeszotary in 1909. However, at that time it was not certain whether the drilling entered an exotic or autochthonous crystalline massif. This question has not been solved before the end of the sixties, when deep drillings penetrated the Carpathian Flysch and

entered crystalline basement. The knowledge of crystalline basement in this part of Poland is unsatisfactory as petrological maps, tectonic model and stratigraphic scheme are still missing. The available data show that the basement is strongly eroded in the west, where the Carpathian Flysch rests on amphibolite facies metamorphic rocks, whereas in the east the Flysch rests on strongly diagenesed or weakly metamorphic rocks of the uppermost Precambrian.

After the world war II, the Geological Institute began studies on crystalline rocks of the Lower Silesia, with detailed geological mapping of areas for which maps were still missing. Up to the present, 100 sheets of geological map in the scale 1:25 000 are completed and the remaining ones are in preparation. To carry out programs of stratigraphic, lithological, petrographic and tectonic studies and search for deposits, there has been called into existence the Lower Silesian Branch of the Geological Institute in Wrocław.

Along with time, the Lower Silesian Branch of the Geological Institute started introducing modern research techniques, as e.g. mesoscopic analysis in studies on tectonics, petrotectonic studies, geochemical analysis, analysis of radiogenic age, physical studies of rocks, geophysical studies, and biostratigraphic studies of "silent rock series". The developments in the studies were accompanied by widening their range by deep drillings, especially in the forefield of the Sudety Mts. The results of these studies markedly changed views on stratigraphy, lithological development and metamorphic alterations of the Precambrian.