

Zofia LESZKIEWICZ-BIEDOWA, Edward RÜHLE

Polska kartografia wglębna i drogi jej rozwoju

WSTĘP

W ostatnim okresie ogromnie wzrosła ilość materiałów ilustrujących budowę skorupy ziemskiej. W części z nich zarejestrowano i udokumentowano różne elementy budowy powierzchni. Do tej grupy zalicza się przede wszystkim liczne zdjęcia i mapy geologiczne, geotechniczne i in. Znacznie większa jednak część materiałów dotyczy wglębnej budowy Ziemi.

Bogate nagromadzenie faktów jest wynikiem coraz szerszego stosowania w badaniach metod geofizycznych oraz znacznego wzrostu ilości wierceń. Przykładem mogą być badania geologiczne naszego kraju, w którym ilość pomiarów geofizycznych w ostatnim 15-leciu wzrosła ośmiokrotnie, przy jednoczesnym czterokrotnym wzroście ilości wierceń. Użytkiwane tą drogą obszerne materiały i obserwacje dotyczące budowy Ziemi na różnych głębokościach wymagają różnorodnej analizy i interpretacji faktów. Jedną z metod pracy jest przestrzenne graficzne zestawienie wyników badań, to znaczy opracowania kartograficzne różnego typu i skali. W ciągu dziesiątków lat obserwujemy ogromny rozwój kartografii ilustrującej różne elementy i zagadnienia wglębnych warstw skorupy ziemskiej. W poszczególnych państwach wydano tysiące różnorodnych map geologicznych.

W polskiej kartografii ilustrującej wglębną budowę opublikowano już ponad 600 arkuszy map. Brak jednak dotychczas w naszym piśmiennictwie podsumowania przeszło 50-letniego dorobku w tym zakresie. W związku z ogromnym wzrostem znaczenia tego rodzaju opracowań, celowym będzie dokonanie przeglądu dotychczasowych polskich publikacji, a następnie w nawiązaniu do klasycznych opracowań metodycznych, reprezentowanych już przez bardzo bogatą literaturę innych państw, krytyczne omówienie oraz nakreślenie dróg dalszego rozwoju kartografii, która nosi dotąd mało jeszcze stosowaną nazwę kartografii wglębnej. Pojęcie to wprowadził K. Guzik (1968) dla odróżnienia od klasycznej kartografii geologicznej, rejestrującej przede wszystkim występowanie utworów na powierzchni. W piśmiennictwie i kartografiach anglo-amerykańskiej dla prac tego typu używa się terminu „*subsurface mapping*” (M. S. Bishop, 1960), a w pewnych przypadkach „*solid map*”, w Związku Radzieckim zaś „*podziemnoje kartirowanie*” (J. O. Brod, Sz. F. Mechtijew, 1952).

Kartografia wglębna reprezentowana jest przez następujące typy map: 1 — stratygraficzne, 2 — ukształtowania powierzchni, 3 — paleogeomorfologiczne, 4 — miąższości, 5 — litofacjalne, 6 — strukturalne, 7 — tektoniczne, 8 — paleogeograficzne, 9 — geofizyczne, 10 — geochemiczne.

MAPY STRATYGRAFICZNE

Mapy stratygraficzne w kartografii wglębnej dają najbardziej podstawowe ujęcie budowy geologicznej pewnego wycinka skorupy ziemskiej. W odróżnieniu od map ilustrujących powierzchniowe utwory, przedstawiają one ściśle określony horyzont stratygraficzny lub też budowę geologiczną danego obszaru po zdjęciu dokładnie określonych wiekowo warstw (np. mapy „odkryte po trzeciorzęd”). Dla przedstawienia ogólnego obrazu geologicznego danego obszaru, dla którego istniejący materiał dokumentacyjny jest niewielki, stosuje się skale małe lub średnie. Równocześnie jednak opracowania stanowiące wynik szczegółowej analizy budowy geologicznej, często związane z pracami poszukiwawczymi, wykonywane są w skalach dużych.

W polskiej kartografii za pierwszą mapę wglębną typu stratygraficznego można uważać *Mapę utworów trzeciorzędowych gubernii lubelskiej* J. Trejdosiewicza z 1883 r. w skali 1 : 420 000 (1883).

Przykładem nowoczesnego ujęcia budowy wglębnej jest arkusz 4 Kielce — *Ogólnej mapy geologicznej Polski* w skali 1 : 100 000, opracowany przez J. Czarnockiego (1938). Na arkuszu tym poza obszarami wychodni przedstawiono budowę wglębną usuwając pokrywę plejstoceniową i zostawiając tylko w dolinach „aluwium”. Należy przy tym podkreślić, że arkusz zawiera bogatą treść stratygraficzną. Z map międzywojennych obejmujących cały obszar państwa trzeba wspomnieć o *Mapie geologicznej Polski (bez czwartorzędu)* w skali 1 : 3 000 000, opracowanej przez J. Nowaka (1927).

Po drugiej wojnie światowej w polskiej kartografii geologicznej na mapach stratygraficznych zaczęto wprowadzać nowe dodatkowe informacje związane ściśle z głównym tematem mapy. Poza określeniem wieku podawane jest obecnie na ogół wykształcenie litologiczne poszczególnych kompleksów stratygraficznych. Na uwagę zasługuje tu przede wszystkim seria map Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w skali 1 : 100 000, opracowanych przez S. Doktorowicz-Hrebnińskiego oraz S. Doktorowicz-Hrebnińskiego i B. Kaszyńską, które przedstawiają obraz budowy geologicznej Zagłębia bez osadów czwartorzędu, osadów młodszych od triasu oraz osadów młodszych od karbonu.

Z ostatnio opracowanych map średnioskalowych interesująca jest *Mapa geologiczna regionu dolnośląskiego — bez utworów czwartorzędowych*, pod redakcją L. Sawickiego (1967), która ilustruje budowę wglębną północnej i wschodniej części regionu, przy zastosowaniu szczegółowego podziału stratygraficznego. W mniejszej skali, tj. 1 : 1 000 000 jest *Mapa geologiczna Polski — bez utworów kenozoiku* W. Pożaryskiego (1966). Ostatnio został opracowany pod redakcją J. Znoski *Atlas geologiczny Polski* w skali 1 : 2 000 000, który ma być wydany z okazji XXIII Sesji Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w Pradze. Przy uwzględnie-

niu bardzo bogatych materiałów zostało opracowanych 7 map przedstawiających budowę poszczególnych jednostek stratygraficznych — od dewonu do trzeciorzędu. Należy podkreślić konsekwencję myśli geologicznej autorów, która sprawia, że *Atlas* będzie podstawą dla wielu dalszych prac i dyskusji na temat głównych elementów budowy geologicznej naszego kraju.

Na tle osiągnięć polskiej kartografii wstępnej warto zaznaczyć, że w wielu państwach spotyka się liczne mapy tego typu w różnych skalach. Rozwiązania są bardzo różne. Na wyróżnienie zasługują mapy Kanady w skali 1 : 31 680, wykonane przez Ontario Department of Mines. Szczegółowo pod względem stratygraficznym ujęte utwory starsze zostały tu przedstawione intensywną barwą na obszarach odsłoniętych i odpowiednio słabym kolorem na obszarach pokrytych nie rozdzielonym czwartorzędem. W ten sposób mapy te dają obraz nie tylko wstępnej budowy geologicznej, ale i zasięgu czwartorzędu.

W dezyderatach należy wysunąć pod adresem Instytutu Geologicznego konieczność dalszej kontynuacji opracowań map wstępnych typu stratygraficznego, gdyż, jak wykazała praktyka ostatnich lat, dają one szerokie pole dla rozwiązania wielu problemów geologicznych. Rozwój tego odcinka kartografii powinien iść w tym kierunku, ażeby aktualizować mapy małoskalowe i objąć nimi cały profil stratygraficzny od prekambriu do najmłodszych formacji. Poza tym wskazana byłaby charakterystyka kartograficzna bardziej szczegółowych poziomów stratygraficznych aniżeli miało to miejsce dotychczas. Natomiast mapy opracowane w skalach większych należałoby uzupełnić odtworzeniem elementów strukturalnych.

W miarę rozwoju kartografii wstępnej treść map stratygraficznych wzbogacano nowymi elementami — odtworzeniem za pomocą poziomice ukształtowania powierzchni przedstawionej na mapie. Tego typu mapy mają już przeszło 50-letnią historię. Pierwszą była mapa przedstawiająca podczwartorzędową budowę Niziny Północnoeuropejskiej w skali 1 : 1 500 000, stanowiąca załącznik do pracy J. Lewińskiego i J. Samsonowicza pt. „Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dy-luwium wschodniej części Niziny Północno-Europejskiej” (1918). Wobec niewielkiej ilości materiałów wiertniczych, jakie wówczas istniały, podział stratygraficzny jest ogólny i odbiega dość znacznie od stosowanego obecnie. Wyróżniono tylko główne jednostki stratygraficzne jak neogen, paleogen, kredę i in. Ukształtowanie powierzchni przedstawiono poziomiami co 50 m.

Z mapy J. Lewińskiego i J. Samsonowicza korzystano przez przeszło 30 lat, to jest do czasu, gdy zaczęły ukazywać się pierwsze arkusze *Przeglądowej Mapy Geologicznej Polski*, wydanie B — bez utworów czwartorzędowych. Nowoczesne ujęcie mapy jest między innymi rezultatem dużego nagromadzenia nowych materiałów przede wszystkim z wierceń. Zebrano bowiem, jak charakteryzuje te mapy S. Z. Różycki (1967) „... wiele dziesiątków tysięcy profili wierceń, wykonanych dla celów budowlanych ... Dla Polski środkowej ilość otworów świdrowych i ich rozmieszczenie staje się wystarczające, aby mapy ukształtowania podłoża czwartorzędowego ... zaczęły dawać obrazy zbliżone do realnych”. Należy jednak podkreślić, że na *Przeglądowej Mapie Geologicznej Polski* — bez

utworów czwartorzędowych — zaznaczył się duży postęp w zakresie nie tylko dokładności ujęcia reliefu, lecz również zastosowano znacznie dokładniejszy podział stratygraficzny, uzupełniony charakterystką litologiczno-facjalną.

P u b l i k a c j a *Przeglądowej Mapy Geologicznej Polski* została zrealizowana przede wszystkim w oparciu o weryfikację profilów wierceń, dokładną ich analizę stratygraficzną i przestrzenną na mapie w skali 1 : 100 000, która jest mapą dokumentacyjną dla całego obszaru Państwa. Wielkie znaczenie, jakie miała ta mapa w ciągu 20-lecia jako podstawa licznych i różnego typu opracowań, najlepiej ujmuje w ostatnim artykule K. Guzik (1968) pisząc: „Opracowana i wydana szybko mapa geologiczna Polski w skali 1 : 300 000... wyróżnia się nieprzemijającą wartością metodologiczną, (a nie tylko rzeczową) właśnie z tego powodu, że jest ona mapą problemową, opartą na rejestracyjnych w swej liczbowej większości — mapach w skali 1 : 100 000. Naukowo-metodologiczna wartość mapy geologicznej w skali 1 : 300 000 wywodzi się z faktu umiejętności stworzenia przez jej redaktora i autorów właśnie map problemowych, syntetycznych, opartych na materiale rejestracyjno-kartograficznym o różnej wartości”.

W konsekwentnej realizacji określonego programu opracowania map w głębszych — typu stratygraficznego w szerokim tego słowa znaczeniu — opublikowano przede wszystkim *Mapę geologiczną Polski* — bez utworów czwartorzędowych jako tablicę 3 — *Atlasu Geologicznego Polski* w skali 1 : 1 000 000, a następnie dalsze jego tablice: 4 — mapę bez osadów kenozoiku, 5 — bez osadów kenozoiku i kredy i 6 — bez osadów kenozoiku, kredy i jury oraz szereg opracowań regionalnych, wśród których opublikowano ostatnio *Atlas Geologiczny Przedgórze Karpat polskich* (P. Karnkowski, S. Oltuszyk, 1968).

Przed Instytutem Geologicznym stoi obecnie poważne zadanie polegające na u n o w o c z e ś n i e n i u p o d s t a w o w e g o o p r a c o w a n i a, jakim była zestawiona w latach 1946—1954 *Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski* — bez utworów czwartorzędowych — tzw. wydanie B. Zadanie to należałoby jak najszybciej zrealizować, gdyż w wyniku szybkiego napływu materiałów z nowych wierceń poglądy na wglębną budowę geologiczną naszego kraju uległy nowemu oświetleniu. Należy bowiem przypomnieć, że w ciągu 10-lecia ilość materiałów wzrosła o 20 000 profilów. Na ten ważny fakt zwraca uwagę między innymi S. Z. Różycki (1967) pisząc: „Miejscami zagęszczenie wierceń jest tak znaczne, że pozwala na bardzo szczegółowe przestudiowanie nie tylko problemów stratygraficznych, ale umożliwia analizę paleogeomorfologiczną kolejno powstających po sobie powierzchni”. Biorąc za podstawę doświadczenia organizacyjno-metodologiczne i merytoryczne, jakie stosowano przy wydaniu mapy w skali przeglądowej w latach 1946—1954, należy podjąć i zrealizować w ciągu kilku lat nową aktualną edycję. Trzeba dodać, że liczne tego typu opracowania regionalne stanowią poważny materiał dla wydania mapy bez utworów czwartorzędowych w skali 1 : 200 000, opartej na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 50 000.

Zadanie postawione formalnie przed powołanym zespołem Instytutu Geologicznego w połowie 1964 r. jest najważniejszym zadaniem kartografii geologicznej na najbliższe lata.

MAPY UKSZTAŁTOWANIA POWIERZCHINI

Wglębne mapy hipsometryczne w przedwojennej kartografii geologicznej Polski miały stosunkowo wąski zakres. Reprezentowane są one przez dwa dość różne opracowania, a mianowicie: mapę stropu powierzchni kredy, północnej części dorzecza Wisły na *Mapie Geologicznej Polski* J. Nowaka (1927) w skali 1 : 3 000 000 oraz mapę stropu powierzchni podczwartorzędowej w skali 1 : 5 000 000, załączoną do pracy A. Zierhoffera (1925). J. Nowak po raz pierwszy przedstawił na polskiej mapie geologicznej zarys powierzchni kredowej niecki mazowieckiej, zaś A. Zierhoffer w oparciu o znacznie liczniejsze w porównaniu z mapą J. Lewińskiego i J. Samsonowicza dane z otworów wiertniczych daje nowsze, jakkolwiek nie zawsze rzeczywiste ujęcie rzeźby podczwartorzędowej.

W ostatnich latach nastąpił ogromny rozwój map odtwarzających ukształtowanie powierzchni określonych poziomów stratygraficznych. Interesujące opracowanie z tego zakresu dał np. S. Pawłowski, który na szeregu tablic przedstawił ukształtowanie powierzchni stropowej poszczególnych pięter trzeciorzędu w okolicach Tarnobrzega. Problem odtwarzania rzeźby powierzchni karbonu został bardzo wnikliwie przedstawiony na wielobarwnej mapie w skali 1 : 100 000, opracowanej przez S. Doktorowicz-Hrebnickiego i B. Kaszyńską. Również w sposób barwny, analogicznie jak hipsometryczne mapy powierzchniowe, zostało przedstawione przez E. Ciuka ukształtowanie spągu i stropu miocenu na *Mapie geologicznej trzeciorzędu lądowego Polski*, 1 : 500 000. O wadze problemu odtworzenia powierzchni stropowych lub spagowych pewnych jednostek stratygraficznych świadczy bogata seria map tego typu opracowanych dla Niżu Polskiego w skali 1 : 1 000 000. Stanowią one podstawę do wszelkich rozważań na temat roponośności tego regionu.

Rola map ukształtowania powierzchni, niesłusznie zwanych „strukturalnymi”, jest obecnie w Instytucie Geologicznym całkowicie doceniana i należy tylko życzyć, aby przy bardzo szybkiej ich realizacji możliwe zachować dokładność w interpretacji materiału.

MAPY PALEOGEOMORFOLOGICZNE

W ścisłym związku z wglębnymi mapami rzeźby rozwinął się dział kartografii tzw. paleogeomorfologii. Metoda ta ma dość duże znaczenie dla analizy i interpretacji wglębnych form poszczególnych elementów stratygraficznych lub strukturalnych. Opracowania kartograficzne typu paleogeomorfologicznego są wykorzystywane w badaniach regionalnych, jednakże największe usługi oddają w pracach poszukiwawczo-rozpoznawczych. Metody paleogeomorfologiczne w kartografii innych państw stosuje się przede wszystkim przy poszukiwaniach złóż bituminów, rozsypowych złóż metali szlachetnych i kolorowych, a także koncentracji pierwiastków rzadkich. Ostatnio w coraz szerszym zakresie opracowuje się mapy paleogeomorfologiczne dla wyjaśnienia trudnych problemów geologii inżynierskiej i hydrogeologii (E. Rühle, 1968b).

Jedną z bardziej interesujących polskich prac kartograficznych omawianego typu jest „Paleomorfologia powierzchni podtrzeciorzędowej w rejonie Ruska-Jaroszowa” — S. Buksińskiego (1962). Autor wykorzy-

stując materiały z 200 wierceń na obszarze ok. 100 km² zrekonstruował podtrzeciorzędową powierzchnię monokliny przedsudeckiej, która przez cały mezozoik i dolny trzeciorzęd była łądem. Na założeniach tektonicznych — systemie szczelin i spękań — powstała sieć rzeczna, którą udało się trafnie odtworzyć.

W licznych opracowaniach wykonanych w Katedrze Geologii Czwartorzędu UW i w Pracowni Czwartorzędu ZING PAN (S. Z. Różycki, 1967; Z. Michalska, 1961) metoda paleogeomorfologiczna znalazła szerokie zastosowanie dla rozwiązania wielu zagadnień stratygrafii czwartorzędu. Mapy paleogeomorfologiczne pozwoliły na wyznaczenie dawnych zasięgów często obecnie zniszczonych utworów lodowcowych, analizę i ustalenie chronologii dolin rzecznych itd. Jednym z przykładów tego typu opracowań kartograficznych są mapy *Atlasu Geologicznego Polski — Zagadnienia stratygraficzno-facjalne* — zeszyt 12 — Czwartorzęd (J. E. Mojski, E. Rühle, 1965).

MAPY MIĄŻSZOŚCI

Dużą grupę map wglębnych mających znaczenie zarówno dla rozważań teoretycznych, jak i problemów geologii stosowanej stanowią mapy miąższości. Początkowo na mapach tego typu nanoszono tylko wartości liczbowe bez ich interpretacji, a dopiero w następnym etapie zaczęto wykreślać izolinie — izopachyty.

Mapy miąższości dotyczą zazwyczaj określonej jednostki stratygraficznej. Tego typu mapy zawierają wspomniane już wyżej opracowania dotyczące okolic Tarnobrzega, czy np. *Mapa miąższości miocenu* stanowiąca jedną z tablic atlasu zatytułowanego *Mapa geologiczna trzeciorzędu łądowego Polski*, czy wreszcie *Mapa miąższości czwartorzędu z Atlasu Geologicznego Polski 1:1 000 000*. Inny typ map tego rodzaju dotyczy nadkładu interesującego poziomu stratygraficznego. Wzorem dokładności opracowania może tu być mapa grubości nadkładu karbonu w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Obok map ilustrujących miąższość danej jednostki stratygraficznej stosowane są coraz częściej próby odtwarzania również litofacji. W literaturze polskiej przykładem takiego opracowania jest atlas pt. *Region Górnośląski — Utwory karbonu górnego — Mapy miąższości i zawartości materiału gruboklastycznego oraz zawartość materiału fitogenicznego*. Analiza całokształtu zagadnienia pozwala na wyciągnięcie wielu wniosków na temat charakteru sedymentologicznego i ustalenia dalszych prognoz.

W badaniach geologicznych różnych państw mapy miąższości są stosowane głównie dla zagadnień związanych z prognozowaniem złóż węgla oraz rozpoznaniem objętości i charakteru kolektorów przy poszukiwaniu bituminów. Mapy te są również pomocne w opracowaniach metalogenicznych.

Interesujące z punktu widzenia metodycznego są liczne mapy miąższości opublikowane dla różnych formacji i pięter w radzieckim atlasie pt. *Atlas litologiczno-paleogeograficznych kart Russkiej Płatformy i jej geosynklinalnowo obramlenija* w skali 1 : 5 000 000, wydany w 1961 r.

Mapy miąższości stanowią dobrą ilustrację rozmieszczenia i kształtu zagłębień — depresji oraz rzucają światło na przebieg procesów sedymentacyjnych. Są one dość często opracowywane pod kątem charakte-

rystyki układów strukturalnych związanych z określonymi typami sedymentacji. Zmiany, jakie zaznaczają się na zestawianych kolejno mapach poszczególnych jednostek stratygraficznych, pozwalają na wnioskowanie o położeniu linii brzegowej, kształtach zbiorników sedymentacyjnych, zasięgu obszarów podlegających wypiętrzeniu lub obniżeniu, rozmieszczeniu stref o różnym zaangażowaniu tektonicznym oraz występowaniu procesów erozyjnych. Na podstawie interpretacji i analizy izopachyt można dokonać rekonstrukcji wielkich jednostek tektonicznych, odtworzyć zasięg obszarów podlegających wielkopromiennym ruchom epejrogenicznym, prześledzić linie uskoków, rozmiary erozji, diastrofizm oraz zrekonstruować charakter sedymentacji.

MAPY LITOFACJALNE

Szerokie zastosowanie w kartografii wglębnej mają mapy litologiczno-facjalne albo tzw. litofacjalne. Ze względu na wielkie zróżnicowanie składu litologicznego osadów, opracowywane są w różnych krajach wzorce facjalne dla różnych środowisk sedymentacyjnych. M. S. Bishop (1960) wyróżnia facje lądowe i morskie. W środowisku morskim wydziela facje: geosynklinalne, szelfowe i zbiorników intrakratonicznych. O ile badania facjalne osadów morskich dają dobre wyniki, to osady lądowe są trudne do poznania z powodu ich słabego zachowania i powstawania w niesprzyjających często warunkach sedymentacyjnych.

Dla ilustracji różnorodnych zagadnień geologicznych są zestawiane oddzielne typy map, a mianowicie: litologiczne, litofacjalne i facjalne. W polskiej kartografii geologicznej ogromny zbiór map litofacjalnych stanowi *Atlas Geologiczny Polski — Zagadnienia stratygraficzno-facjalne* w skali 1 : 3 000 000. Reprezentuje on jedno z najpoważniejszych opracowań syntetycznych w polskiej literaturze naukowej. Na podstawie bardzo obszernego materiału faktycznego zebranego po II wojnie światowej, pochodzącego głównie z otworów wiertniczych, podjęto w Instytucie Geologicznym w latach 1957—1965 prace zmierzające do wydania w jednolitej formie i w ściśle ustalonym zakresie syntezy na temat rozwoju facji w poszczególnych jednostkach stratygraficznych. Z punktu ujęcia merytoryczno-metodycznego *Atlas* jest opracowaniem oryginalnym i został bardzo wysoko oceniony w kraju i za granicą. „Zaden kraj na świecie, wielkości zbliżonej do Polski, nie może poszczycić się takim wydawnictwem obejmującym całe terytorium kraju i wszystkie systemy geologiczne” (H. Świżdziński, W. E. Hajn i in.).

Warto tu podać niektóre rozwiązania metodyczne. Na przykład na mapie zasięgów facji retu w Polsce wyodrębniono trzy facje: morską alpejską, morską epikontynentalną i fację lądową. W facji morskiej epikontynentalnej, występującej na dużych obszarach, wyróżniono 5 grup osadów, a mianowicie: osady wapienno-dolomityczne i ilaste z anhydrytem wewnętrznej strefy zbiornika, wapienno-dolomityczne i margliste strefy płytkowodnej, wapienno-margliste i ilaste strefy płytkowodnej, piaszczysto-margliste i ilaste strefy litoralnej.

Na mapie zasięgów facjalnych dolnego toarsu wyróżniono dwie facje, a mianowicie: lądową i brakiczną, w której z kolei wyodrębniono 3 grupy osadów, to jest piaszczyste drobnoziarniste, ilaste z przewagą osadów piaszczystych oraz ilaste, bez lub z bardzo nieznacznym udziałem osadów

piaszczystych drobnoziarnistych. Analiza litofacjalna jest więc przeprowadzona bardzo wnikliwie.

Oczywiście treść map ilustrujących litofację coraz to młodszych jednostek stratygraficznych jest nieporównywalnie bogatsza w stosunku do obrazu facjalnego np. dolnego paleozoiku, gdzie ilość materiałów była bardzo uboga.

Na zakończenie tych uwag należy podkreślić, że przy opracowaniu *Atlasu* starano się szczególnie uwzględnić te poziomy, w których występują przejawy mineralizacji kruszcowej lub nagromadzenia substancji bitumicznych. Wydanie *Atlasu*, jak i obszerne materiały dokumentacyjne przeanalizowane pod ściśle określonym kątem widzenia stanowią podstawę dla wielu opracowań i badań prowadzonych przez polską geologię. Są to w pierwszym rzędzie sprawy perspektyw poszukiwawczych i bilansu surowców mineralnych, wśród których znajduje się na naczelnym miejscu ropa naftowa i gaz ziemny.

Pod kątem poszukiwania bituminów zostały opracowane również mapy litofacjalne Niżu Polskiego w skali 1:1 000 000, ujęte w opracowaniu *Budowa geologiczna Niżu Polskiego*, tzw. I etap. Obecnie w miarę dopływu nowego materiału z coraz to liczniejszych i osiagających większą głębokość otworów wiertniczych przed polską kartografią geologiczną staje zadanie opracowania nowych szczegółowych map litofacjalnych w ujęciu stratygraficznym zarówno regionalnych, jak i w skali całej Polski. Celem byłoby opracowanie i opublikowanie nowego *Atlasu stratygraficzno-facjalnego* w skali 1:2 000 000.

*
* * *

Do grupy map litofacjalnych można zaliczyć także mapy terygeniczno-mineralogiczne. Mają one na celu wyznaczenie prowincji terygeniczno-mineralogicznych stanowiących odrębne obszary sedimentacji w przeszłości geologicznej. Prowincją terygeniczno-mineralogiczną nazywane są obszary akumulacji osadów przyniesionych z lądu, zawierających pewien określony zespół minerałów lekkich i ciężkich. W wyniku zestawienia map terygeniczno-mineralogicznych okazało się, że prawie wszystkie osady charakteryzują się skomplikowanymi zespołami minerałów okruchowych, przy czym integracja materiału okruchowego następowała różnymi drogami.

Pierwszą mapę obrazującą charakter mineralogiczny osadów roponośnych Półwyspu Apszerońskiego zestawiał w 1930 r. W. P. Baturin. Od tego czasu opublikowano już liczne mapy omawianego typu dla różnych jednostek stratygraficznych. Większość tych map była zestawiona według jednolitych założeń ustalonych przez petrografów.

Znana jest następująca metoda opracowania map prowincji terygeniczno-mineralogicznych, a mianowicie:

1. Dla każdego horyzontu stratygraficznego zestawia się serię map rozmieszczenia ustalonego zespołu minerałów.
2. Sporządzony w ten sposób szereg map nakłada się jedną na drugą i wyodrębnia oddzielne asocjacje (prowincje) minerałów.
3. Granice rozmieszczenia asocjacji (prowincji) uzupełnia się i koryguje z mapami litofacjalnymi.

Opracowanie wymienionych map wymaga jednak licznej siatki otworów wiertniczych oraz ustalonych zasad wykonywania analiz przez różnych autorów. W przeciwnym bowiem razie materiał jest nieporównywalny.

MAPY STRUKTURALNE

Mapy strukturalne stanowią ważny odcinek kartografii wgłębnej. Do ich sporządzenia konieczna jest duża ilość danych liczbowych, pozwalająca na przestrzenne odtworzenie budowy strukturalnej pewnego horyzontu i jego stosunku do innych poziomów. Mapy strukturalne opracowuje się przede wszystkim dla obszarów objętych eksploatacją górniczą. W Polsce pierwszą klasyczną mapę strukturalną sporządził S. Doktorowicz-Hrebnicki w 1934 r. pt. „Szczegółowa mapa geologiczna Polskiego Zagłębia Węglowego — arkusz Grodziec”. S. Doktorowicz-Hrebnicki opracował następnie mapy strukturalne obejmujące cały obszar Zagłębia Górnośląskiego. Wychodnie poszczególnych pokładów od warstw libiąskich poczynając do pietrkowickich włącznie zostały wyróżnione barwą. Ich wgłębą budowę pokazano za pomocą warstwic w tym samym kolorze co wychodnia. Zaznaczono nasunięcia oraz uskoki podając kierunek i wielkość zrzutu, jak również biegi i upady warstw (S. Doktorowicz-Hrebnicki — 1960). Wzorując się na tej mapie A. Grocholski sporządził ostatnio mapę strukturalną Zagłębia Dolnośląskiego.

Klasyczne mapy strukturalne różnią się więc zasadniczo od map ukształtowania powierzchni, na których odtworzone są pewne elementy rzeźby, tzw. struktury.

MAPY TEKTONICZNE

W polskiej kartografii geologicznej mapy tektoniczne stanowią osobny obszerny rozdział, wymagający szerokiego ujęcia, wykraczającego poza ramy niniejszego artykułu. Należy jedynie zaznaczyć, że obecne zainteresowanie problemami tektoniki wynika z powszechnie uznanego faktu, a mianowicie: bez wnikliwej analizy tektoniczno-kartograficznej niezrozumiałą jest często rozwój profilu stratygraficzno-litologicznego, zasięgi facji, problemy petrografii i geomorfologii. Z punktu widzenia praktycznego rozważania tektoniczne mają decydujące znaczenie we wszystkich etapach prac poszukiwawczych i rozpoznawczych prowadzonych nad większością złóż surowców mineralnych. Tektonika więc jako jedna z głównych gałęzi geologii przeżywa obecnie na świecie pełny rozkwit.

Pierwsze opracowanie dotyczące tektoniki całej Polski opublikował J. Nowak (1927). Stosunkowo liczne były mapy tektoniczno-regionalne, a przede wszystkim dotyczące Karpat zarówno arkuszowe jak i jako załączniki do prac tekstowych. Po wojnie nowocześnie ujętą mapą tektoniczną Polski jest 8 tablica *Atlasu Geologicznego Polski* 1 : 1 000 000, opracowana przez S. Sokołowskiego i J. Znoskę (1960). Na mapie tej wyróżniono obszary fałdowań prekambryjskich, hercyńskich i alpejskich podając w ich obrębie piętra strukturalne.

W związku z wypełnianiem przez Polskę zobowiązań międzynarodowych wspomniana mapa została wykorzystana do zestawienia *Mapy tek-*

tonicznej Europy w skali 1 : 5 000 000, a ostatnio nowa wersja *Mapy tektonicznej Polski* — opracowana pod redakcją J. Znoski — była prezentowana i dyskutowana na sympozjum tektonicznym we Freibergu.

MAPY PALEOGEOGRAFICZNE

Jednym z końcowych etapów opracowań kartograficznych ujmujących całokształt wiadomości dotyczących wglębnej budowy geologicznej są mapy paleogeograficzne. Na pierwszych mapach tego typu zaznaczono główne zarysy lądów i mórz. Szybko jednak w miarę napływu materiałów zaczęto wyróżniać typy osadów morskich, epikontynentalnych i geosynklinalnych. Nieco później N. M. Strachow (1960) sklasyfikował już bardziej szczegółowo przede wszystkim utwory kontynentalne.

Analizując zakres badań paleogeograficznych w skali światowej należy stwierdzić, że rozwijają się one bardzo szeroko w ZSRR i Stanach Zjednoczonych. Opracowywane są różnorodne typy map paleogeograficznych wydawane w formie atlasów. Dobrze znany jest w Polsce *Atlas map litologiczno-paleogeograficznych platformy Rosyjskiej i jej geosynklinalnego obrzeżenia* w skali 1 : 5 000 000, w którego opracowaniu — w zespole redakcyjnym i autorskim — uczestniczyli geolodzy polscy (E. Rühle, 1964). Syntezy paleogeograficzne różnych regionów Związku Radzieckiego znajdujemy również w *Atlasie map paleogeograficznych Niziny Zachodniosyberyjskiej* oraz w *Atlasie map paleogeograficznych Republiki Ukrainńskiej i Mołdawskiej*. Należy podkreślić, że na mapach wglębnych typu paleogeograficznego rekonstrukcję warunków sedimentacji osadów opierano przede wszystkim na analizie ich cech genetycznych, a więc na analizie facjalnej.

Mniej liczne, ale interesujące z punktu widzenia metodycznego są paleogeograficzne wydawnictwa amerykańskie. Klasycznym przykładem jest *Atlas map paleogeograficznych Ameryki Północnej* opracowany przez C. H. Schucherta (1955). Dla wybranych jednostek stratygraficznych zaznaczono tu zarys lądów i mórz, charakter osadów morskich, występowanie procesów wulkanicznych. Mapy te doskonale ilustrują dynamikę zjawisk geologicznych w różnych okresach czasu. Zagadnienia dotyczące paleogeografii Stanów Zjednoczonych w triasie i jurze przedstawione zostały w obszernych wydawnictwach atlasowych.

Przy obfitości i różnorodności ujęć paleogeograficznych istnieją pewne wspólne założenia metodyczne. Pierwszym najważniejszym elementem map paleogeograficznych jest analiza facjalna. Pod pojęciem „facji”, które jest niejednokrotnie różnie pojmowane, należy tu rozumieć całość cech genetycznych skał osadowych i środowiska akumulacji, w którym one powstały. Następnym problemem jest odtworzenie morfologii danego obszaru przy uwzględnieniu miąższości poszczególnych warstw. Oba te problemy wiążą się z ogólnymi tendencjami rozwoju tektonicznego badanego regionu.

Ważnym zagadnieniem przy konstrukcji map paleogeograficznych jest możliwie ściśle rozgraniczenie między faktami a wyciągniętymi na ich podstawie wnioskami. Ocena taka jest konieczna dla określenia stopnia dokładności opracowania.

Ogromny rozwój kartografii typu paleogeograficznego zawdzięczać należy szerokiemu zastosowaniu map tego rodzaju nie tylko przy rozważa-

niach teoretycznych, ale również przy prognozowaniu, poszukiwaniu i rozpoznawaniu różnego typu złóż surowców mineralnych, a przede wszystkim ropy naftowej i gazu ziemnego, węgla kamiennego, boksytów, złóż okrucichowych metali szlachetnych itp.

Najczęściej używanymi rodzajami map paleogeograficznych są mapy: palinspatyczne, paleogeologiczne i paleotektoniczne.

Mapy palinspatyczne zgodnie z definicją M. Kay'a (1935, 1945) pokazują pierwotny zasięg występowania danych utworów geologicznych, przed zmianami spowodowanymi diagenезą, metamorfizmem, nasunięciami lub fałdowaniem. Rekonstrukcja początkowego położenia jednostek skalnych jest bardzo trudna i mapy te często posiadają charakter subiektywny. Mają one jednak duże znaczenie dla geologii historycznej, ponieważ odtwarzają zjawiska towarzyszące ruchom orogenicznym. Znajdują one również powszechne zastosowanie przy rozwiązywaniu zagadnień lokalnych, kiedy odtworzenie nasunięć i fałdów, czy zrekonstruowanie dawnej linii brzegowej może mieć znaczenie szczególne.

W polskiej kartografii geologicznej przykładem opracowania palinspatycznego jest 13 zeszyt *Atlasu Geologicznego Polski — Zagadnienia stratygraficzno-facjalne*. Na szeregu mapach przedstawiono występowanie osadów kredy i starszego trzeciorzędu w polskich Karpatach Zewnętrznych oraz odtworzono przypuszczalne rozmieszczenie lądów i mórz w okresie przed orogenezą alpejską.

Mapy palinspatyczne polskich Karpat Zewnętrznych mają na celu, obok przedstawienia zasięgu poszczególnych typów facji w okresie przed deformacją osadów, również rekonstrukcję położenia obszarów źródłowych i wyznaczenie dróg transportu. Po wyprostowaniu fałdów oraz cofnięciu brzegów nasunięć do miejsc ich przypuszczalnego odskłucia otrzymano obraz zbiornika sedymentacyjnego znacznie rozleglejszego niż szerokość obecnego pasma górskiego. Na mapach palinspatycznych zawartych w omawianej wyżej publikacji zaznaczono również przypuszczalne położenie granic ważniejszych jednostek tektonicznych przed ich powstaniem.

Mapy paleogeologiczne nie są jeszcze jednoznacznie definiowane przez poszczególnych autorów. G. F. Kraszennikow, A. B. Ronow, W. E. Hajn (1963) za ten typ map uważają mapy przedstawiające budowę geologiczną po zdjęciu pokrywy utworów młodszych. Jako mapy paleogeologiczne wymieniane są między innymi mapy *Atlasu Geologicznego Polski* — reprezentujące w niniejszym artykule grupę map stratygraficznych.

Inny pogląd na temat map paleogeologicznych mają na przykład autorzy amerykańskiego atlasu triasowych map paleotektonicznych. Na załączonej do tego wydawnictwa mapie środkowego odcinka Gór Skalistych wyznaczono na podstawie materiałów wiertniczych granicę występowania utworów triasowych, jak również otaczających je skał starszych. Właściwą treść mapy stanowi szczegółowo podana stratygrafia i litologia utworów pokrywających trias. Wyróżniono więc 3 piętra jury, kredę, trzeciorząd i czwartorzęd, razem 35 oznaczeń. Ujawniono przerwy sedymentacyjne lub braki większych kompleksów skalnych wskazując tym samym koniec jednego cyklu sedymentacyjnego lub też początek drugiego.

Według A. I. Levorsena (1960) mapy paleogeologiczne spełniają rolę pomocniczą dla lepszego zrozumienia różnych epizodów w rozwoju profilu geologicznego. Mapa paleogeologiczna przedstawia więc budowę danego obszaru w ściśle określonym czasie, nie uwzględniając zmian wywołanych różnymi późniejszymi czynnikami. Mapy paleogeologiczne tego typu są szeroko stosowane przy poszukiwaniach ropy naftowej w różnych krajach. Biorąc to pod uwagę należałoby takie opracowania stosować w większym zakresie w badaniach geologicznych prowadzonych w Polsce.

Mapy paleotektoniczne są końcowym efektem kartowania wglębnego. Stanowią one podsumowanie całej historii geologicznej danego obszaru. Pierwszą syntezę paleotektoniczną wykonano w ramach służby geologicznej Stanów Zjednoczonych w latach 1952—1956. Jest to *Atlas map paleotektonicznych okresu jurajskiego*. W oparciu o załączone do tego wydawnictwa mapy miąższości, mapy litologiczne, facjalne, rzeźby i paleogeologiczne, przedstawiono rozwój tektonicznych regionów geologicznych Stanów Zjednoczonych w okresie jurajskim. Doświadczenia nabyte podczas realizacji wyżej wspomnianego *Atlasu* wykorzystano przy opracowaniu następnej tego typu publikacji, a mianowicie paleotektonicznych map okresu triasowego, która ukazała się w niespełna 3 lata później, tj. w 1959 r. Należy podkreślić, że oba te atlasy wykonane zostały dla formacji mających w Stanach Zjednoczonych największe znaczenie ekonomiczne.

MAPY GEOFIZYCZNE

Kartografia geofizyczna stanowiąca w ujęciu M. S. Bishopa (1960) jeden z dużych działów ilustrujących elementy wglębnej budowy skorupy ziemskiej zapoczątkowana została w Polsce w 1926 r. W okresie 40-lecia przy zastosowaniu różnych metod pomiarowych zebrano ogromne materiały w różnych skalach. Ogólną charakterystykę i omówienie kartografii geofizycznej znajdujemy w artykule A. Dąbrowskiego (1960). Jak wynika z tej publikacji, w oparciu o mapy przeglądowe opracowano mapy syntetyczne Polski — grawimetryczną (1955) i magnetyczną (1956) w skali 1 : 1 000 000, wydane w ramach *Atlasu Geologicznego Polski*. Ponieważ kartografia geofizyczna stanowi wyraźnie wyodrębniający się dział, będzie ona tematem oddzielnego artykułu. Obecnie należy jedynie podtrzymać dezyderaty podane już w artykule E. Rühlego (1968a) dotyczące przeglądowych map geofizycznych. W związku bowiem ze ściśle określonym zakresem zastosowania map geofizycznych, będących podstawą dla szeroko prowadzonych przez wszystkie jednostki służby geologicznej prac poszukiwawczych i rozpoznawczych, konieczne jest szybkie ich wydanie. Aktualność mapy i określony zakres użytkownikom decyduje o formie edytorskiej, którą przewidywano już przed kilku laty jako szybką i taną.

MAPY GEOCHEMICZNE

W opracowaniach paleogeologicznych lat dawniejszych jako uzupełnienie danych litologicznych i facjalnych wielokrotnie podawano informacje geochemiczne. Mapy jednak o treści wyłącznie geochemicznej nie były sporządzane. Ten stan rzeczy wynikał — z jednej strony — z niedoceniań geochemii jako metody badań, z drugiej zaś — z braku do-

statecznej ilości szczegółowych materiałów geochemicznych, które dla tego celu należy gromadzić w dużej ilości, a które są pracochłonne i kosztowne. Dopiero szczegółowe prace geochemiczne prowadzone przede wszystkim na obszarze złóż rudnych oraz w ich sąsiedztwie dały bogaty materiał pozwalający na ujęcie graficzne.

W polskiej kartografii wgłębnej opracowania geochemiczne są bardzo nieliczne. Należy wymienić małoskalowe mapy występowania węglowodorów w Polsce opublikowane przez S. Depowskiego i J. Królicką (1964) oraz mapy prognoz ropo- i gazonośności różnych jednostek stratygraficznych na Niżu Polskim.

W kartografii wgłębnej Związku Radzieckiego mapy geochemiczne mają już bogatą historię. Szczególnie interesujące z punktu widzenia metodycznego jest opracowanie dotyczące kerczeńskich złóż żelaza. Obejmuje ono szereg map geochemicznych: siarki, manganu i innych pierwiastków. Na podstawie tych map wydzielono pola najbardziej optymalne z punktu widzenia odbudowy górniczej.

Współczesna kartografia wgłębna stoi przed możliwością rozwiązania wielu problemów geologii regionalnej i poszukiwawczej przy zastosowaniu metod geochemicznych. Na ich podstawie można będzie określić głębokość gromadzenia się osadów, strefy paleoklimatyczne, temperaturę wód dawnych basenów, zasolenie. Można będzie również ustalić parametry fizyczno-chemiczne dla dawnych obszarów sedymentacji, wietrzeń itp. Ponieważ w zakresie geochemii można zanotować ostatnio wielki postęp, przedstawienie tych problemów jest zupełnie realne. Należy tylko pokonać niektóre trudności metodyczno-eksperymentalne.

*
* *
*

Niniejszy artykuł na temat polskiej kartografii wgłębnej i dróg jej rozwoju jest pierwszym ogólnym omówieniem tego wielkiego zagadnienia, które w literaturze światowej reprezentowane jest przez liczne publikacje. Należy podkreślić, że chociaż dotychczas brak było podsumowania osiągnięć polskiej kartografii wgłębnej, rozwija się ona od szeregu lat, a niektóre opracowania zarówno pod względem merytorycznym, jak i metodycznym mogą być wzorem rozwiązania w skali ogólnoswiatowej.

Zespół Metodyki Kartografii Geologicznej
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 27 kwietnia 1968 r.

PIŚMIENNICTWO

- BISHOP M. S. (1960) — Subsurface mapping. New York — London.
BUKSIŃSKI S. (1962) — Paleomorfologia powierzchni podrzecznicowej w rejonie Ruska — Jaroszowa. *Kwart. geol.*, 6, p. 429—430, nr 2. Warszawa.
DĄBROWSKI A. (1960) — Badania geofizyczne. *Pr. Inst. Geol.*, 30, cz. I, p. 105—112. Warszawa.

- DEPOWSKI S., KRÓLIĆKA J. (1964) — Ślady ropy naftowej i gazu ziemnego oraz ich znaczenie dla poszukiwań naftowych. *Kwart. geol.*, 8, p. 171—187, nr 1. Warszawa.
- DOKTOROWICZ-HREBNIKI S. (1960) — Badania złóż węgla kamiennego. *Pr. Inst. Geol.*, 30, cz. I, p. 229—248. Warszawa.
- GUZIK K. (1968) — Kierunki kształtowania się współczesnej kartografii geologicznej. *Prz. geol.*, 16, p. 61—64, nr 2. Warszawa.
- KAY M. (1935) — Paleogeographic maps. *Science*, 27, p. 616—617, nr 12.
- KAY M. (1945) — Paleogeographic and palinspatic maps. *Am. Assoc. Petroleum Geol. Bull.*, 29, p. 426—450, nr 4.
- KOLBEL H. (1969) — Stand und Ergebnisse der Kartierung des tieferen Untergrundes Nordostdeutschlands und angrenzen der Gebiete. *Ber. d. Geol. Gesselsch d. DDR*, 4, p. 115—156, nr 2—3. Berlin.
- LEVORSEN A. T. (1960) — Paleogeologic maps. San Francisco — London.
- LEWINSKI J., SAMSONOWICZ J. (1918) — Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwium wschodniej części Niżu Północno-Europejskiego. *Pr. Tow. Nauk. Warszaw.*, III Wydz. Nauk Matem.-Przyr., nr 31. Warszawa.
- LOW J. W. (1951) — Subsurface maps and illustrations subsurface geologic methods. Symposium compiled by Le Roy L. W. Colo. School of Mines, Dept. of Pub., Golden, Colorado, p. 894—969.
- MARTIN R. (1961) — Principles of paleogeomorfology. *Canad. Oil and Gas Inds.*, 14, p. 28—40, nr 10. Ontario.
- MICHALSKA Z. (1961) — Stratygrafia plejstocenu i paleomorfologia północno-wschodniego Mazowsza. *Studia geol. pol.*, 7. Warszawa.
- NOWAK J. (1927) — Zarys tektoniki Polski. II Zjazd Słow. Geogr., Kraków.
- ROY LE L. W. (1949) — Subsurface geologic methods. Colo. School of Mines, Golden, Colorado.
- ROŻYCKI S. Z. (1967) — Plejstocen Polski Środkowej. PWN. Warszawa.
- RÜHLE E. (1964) — Udział Instytutu Geologicznego w przygotowaniu Atlasu paleogeograficznego Europy Wschodniej. *Prz., geol.*, 12, p. 24, nr 1. Warszawa.
- RÜHLE E. (1968a) — Zadania polskiej kartografii geologicznej w najbliższym 10-leciu. *Techn. Poszuk.*, nr 25, 44—49. Warszawa.
- RÜHLE E. (1968b) — Metody paleogeomorfologiczne i zastosowanie ich w geologii. *Prz. geogr.*, 40, nr 2. Warszawa.
- TREJDOSIEWICZ J. (1883) — O utworach trzeciorzędowych guberni lubelskiej. *Pam. fizjogr.*, 3, p. 85—113. Warszawa.
- ZIERHOFFER A. (1925) — Zagadnienie powierzchni poddyluwialnej na ziemiach polskich. *Pokłosie geogr.*, Zbiór prac poświęconych E. Romerowi, p. 279—328. Lwów-Warszawa.
- БРОД И. О., МЕХТИЕВ Ш. Ф. (1952) — О подземном картировании в нефтяной промышленности. *Докл. АН Азерб. ССР*, 8, стр. 291—293, № 6. Баку.
- ГРОССТЕЙМ В. А. (1963) — Карты терригенно-минералогических провинций как один из типов палеогеографических карт. Методы составления литолого-фашиальных и палеогеографических карт. стр. 125—132. Сиб. Отд. АН СССР. Новосибирск.
- КРАПЕННИКОВ Г. Ф., РОНОВ А. Б., ХАЙН В. Е. (1963) — Составление и методика составления палеогеографических карт в СССР и зарубежных странах. Методы составления литолого-фашиальных и палеогеографических карт. Сиб. Отд. АН СССР, стр. 7—25. Новосибирск.

- РОНОВ А. Б. (1963) — Задачи современной палеогеографии в свете геохимических исследований. Методы составления литолого-фациальных и палеогеографических карт. Сиб. Отд. АН СССР, стр. 153—157. Новосибирск.
- РОНОВ А. Б., ЕРМИШКИНА А. И. (1953) — Методика составления количественной литолого-геохимической карты. Докл. АН СССР, 94, стр. 1179—1182, № 5. Москва.
- СТРАХОВ Н. М. (1960) — Основы теории литогенеза. Т. I, II, АН СССР, Москва.

ATLASY I MAPY

- ATLAS GEOLOGICZNY POLSKI 1 : 1 000 000. Redakcja E. Rühle, M. Tyska, (1953—1963), Inst. Geol., Warszawa.
- ATLAS GEOLOGIQUE DE POLOGNE 1 : 2 000 000. (1956) Inst. Geol., Warszawa.
- ATLAS GEOLOGICZNY POLSKI, Zagadnienia stratygraficzno-facjalne 1 : 3 000 000. Redakcja M. Pajchel, M. Tyska, (1957—1965), Inst. Geol., Warszawa.
- ATLAS GEOLOGICZNY POLSKI 1 : 2 000 000. Redakcja J. Znosko, (1968), Inst. Geol., Warszawa.
- ATLAS GEOLOGICZNY PRZEDGORZA KARPAT POLSKICH 1 : 500 000 (1968), P. Karnkowski, S. Oltuszyk, Inst. Geol., Warszawa.
- ATLAS OF PALEOGEOGRAPHIC MAPS OF NORTH AMERICA. (1955), Schuchert Ch. New York — London.
- MAP NAIRN AND LORNE TOWNSHIP, Sudbury District. 1 : 31 680 (1965). Dept. of Mines, Ontario.
- MAPA GEOLOGICZNA POLSKI (BEZ CZWARTORZĘDU) 1 : 3 000 000 J. Nowak, (1927), Wojsk. Inst. Geogr., Warszawa.
- MAPA GEOLOGICZNA POLSKI — BEZ UTWORÓW KENOZOJIKU 1 : 1 000 000. (1966), W. Pożaryski, Inst. Geol., Warszawa.
- MAPA GEOLOGICZNA REGIONU DOLNOSŁĄSKIEGO — BEZ UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH. (1967) Redakcja L. Sawicki, Inst. Geol., Warszawa.
- OGÓLNA MAPA GEOLOGICZNA POLSKI. ARKUSZ 4 KIELCE. (1938), J. Czarnocki, Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PALEOTECTONIC MAPS JURASSIC SYSTEM. (1956), Mc Kee E. D., Oriol S. S., Svanson V. E., and others. U. S. Geol. Survey, Washington.
- PALEOTECTONIC MAPS TRIASSIC SYSTEM. (1959), Mc Kee E. D., Oriol S. S., Ketterer K. B., and others, U. S. Geol. Survey, Washington.
- REGION GÓRNOŚLĄSKI. UTWORY KARBONU GÓRNEGO. MAPY MIĄŻSZOŚCI I ZAWARTOŚCI MATERIAŁU GRUBOKLASTYCZNEGO ORAZ ZAWARTOŚCI MATERIAŁU FITOGENICZNEGO. (1964), A. Czekaj, Z. Dembowski, U. Moszczyńska i in., Inst. Geol., Warszawa.
- АТЛАС ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЕЕ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНОГО ОБРАМЛЕНИЯ. (1960—1961), АН СССР — Мин. Геол. и Охраны Недр СССР, Москва—Ленинград.
- АТЛАС ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ УКРАИНСКОЙ И МОЛДАВСКОЙ ССР. (1960), АН УРСР, Киев.
- ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (С АТЛАСОМ ТЕКТОНИЧЕСКИХ, ФАЦИАЛЬНЫХ И ДРУГИХ КАРТ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ). Ред. Н. Н. Ростовцов, (1958), Госгеолиздат, Москва.

Зофия ЛЕШКЕВИЧ-БЕДОВА, Эдвард РЮЛЕ

ПОЛЬСКАЯ ГЛУБИННАЯ КАРТОГРАФИЯ И ПУТИ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Резюме

За последнее время прибыло большое количество материалов, отражающих строение земной коры. В части этих материалов отмечены и документированы различные элементы строения поверхности. К этой группе относятся, прежде всего, многочисленные съемочные работы и геологические, геотехнические и др. карты. Однако, значительно большая часть материалов относится к глубинному строению Земли.

Богатое скопление фактов является результатом все более широкого применения в исследованиях геофизических методов, а также значительного увеличения количества буровых скважин. Примером этого могут служить геологические исследования нашей страны, в которых количество геофизических измерений за последние 15 лет увеличилось в 8 раз, при одновременном увеличении количества скважин в 4 раза. Получаемые таким путем обширные материалы и наблюдения, относятся к строению Земли на различной глубине, требуют всестороннего анализа и интерпретации фактов. Одним из методов работы является широкое графическое сопоставление результатов исследований, то есть картографической обработки различного типа и масштаба. В течение десятков лет наблюдается огромное развитие картографии, иллюстрирующей различные элементы и проблемы глубоких пластов земной коры. В отдельных странах выдано тысячи различного рода геологических карт.

В польской картографии, иллюстрирующей глубинное строение, опубликовано уже свыше 600 листов карт. Однако, до сих пор в нашей литературе не обобщены достижения, накопленные в течение более чем 50 лет работы в этой области. В связи с огромным увеличением значения работ такого рода будет целесообразным осуществление пересмотра польских публикаций, выполненных до настоящего времени, а затем, согласуясь с классическими методическими работами, представленными весьма обширной литературой других стран, произвести критическое обсуждение, а также наметить пути дальнейшего развития картографии, которая носит еще мало применяемое название „глубинной картографии“. Это понятие было введено К. Гузиком (1968) для отличия от классической геологической картографии, регистрирующей, прежде всего, выходы отложений на дневную поверхность. В англо-американской литературе и картографии для работ такого типа применяется термин *subsurface mapping* (М. С. Бишоп, 1960), а в отдельных случаях *solid map*, а в Советском Союзе *подземное картирование* (И. О. Брод, Ш. Ф. Мехтиев, 1952).

Глубинная картография представлена следующими типами карт: 1 — стратиграфическими, 2 — строения различных поверхностей, 3 — палеоморфологическими, 4 — мощности, 5 — литофациальными, 6 — структурными, 7 — тектоническими, 8 — палеогеографическими, 9 — геофизическими, 10 — геохимическими.

Стратиграфические карты для территории Польши появились уже в 1883 г., однако, широкое их составление началось после 1946 года. За последние 20 лет, как наиболее важное, следует отметить „Обзорную Геологическую Карту Польши — без четвертичных отложений“ масштаба 1 : 300 000, а также ряд карт „Геологического Атласа Польши“ масштаба 1 : 1 000 000. Первейшей задачей, стоящей перед Геологическим Институтом, является сделать работы этого типа более современными.

Карты строения различных поверхностей широко применяются в польской геологической картографии. За последние годы появился ряд интересных работ, среди которых следует отметить карты: Горношленского Угольного Бассейна, Польской Низменности и окрестностей Тарнобжега.

Палеогеоморфологические карты применяются для анализа и интерпретации главных морфологических элементов, прежде всего, в третичных и плейстоценовых отложениях (С. Буксиньски, 1962; З. Михальска, 1961).

Карты мощности имеют большое значение как для решения теоретических задач, так и проблем практической геологии. Среди множества карт этого типа следует отметить карту мощности карбонового покрова в Горношленском Угольном Бассейне, а также Атлас под названием „Верхнесилезский регион — Верхнекаменноугольные отложения — Карты мощности и содержания крупнокластического материала и содержания фитогенного материала”.

Литофациальные карты в польской картографии составляются для решения различных геологических проблем. Огромное собрание литофациальных карт представляет собой „Геологический Атлас Польши. Стратиграфическо-фациальные проблемы” масштаба 1 : 3 000 000. С мериторическо-методической точки зрения Атлас является единственным в своем роде трудом и получил высокую оценку в Польше и за границей.

Структурные карты имеют в польской глубинной картографии многолетнюю традицию, получившую свое начало в 1934 г., когда был опубликован лист Гродзец „Детальной Карты Польского Угольного Бассейна”, составленный С. Докторович-Хребницким. За последние 20 лет составлен ряд структурных карт среднего масштаба для территорий польских угольных бассейнов.

Тектонические карты составляют особый обширный отдел. Первые работы, относящиеся к тектонике всей Польши, опубликовал Е. Новак (1927). В последнее время, в связи с тем, что Польша выполняет международные обязательства, была опубликована „Тектоническая карта Польши”, как 8 таблица Геологического Атласа Польши масштаба 1 : 1 000 000 (С. Соколовски, Е. Зноско, 1958). Она получила применение при составлении „Тектонической Карты Европы” масштаба 1 : 2 500 000 в пределах работ Тектонической Подкомиссии Комиссии Геологической Карты Мира Международного Геологического Конгресса.

Палеогеографические карты имеют очень широкое применение как при решении теоретических вопросов, так и при прогнозировании, поисках и разведке различного типа месторождений минерального сырья, и, прежде всего, нефти и природного газа, каменного угля, боксита, рассыпных месторождений драгоценных металлов и т.п. Среди карт этого типа следует выделить карты: палинспатические, палеогеологические и палеотектонические. Наиболее важным пунктом польской глубинной картографии является 13-ая тетрадь „Геологического Атласа Польши — Стратиграфическо-фациальные проблемы” (1962). На ряде палинспатических карт представлено залегание меловых и старших третичных отложений во внешних польских Карпатах, а также предположительно воспроизведено расположение суши и моря в период, предшествующий альпийскому орогенезу.

Геофизические карты были подробно рассмотрены в статье А. Домбровского (1960). Как следует из этой статьи, на основании обзорных карт были составлены синтетические карты Польши — гравиметрическая (1955) и магнитная (1956) масштаба 1 : 1 000 000, изданные в составе „Геологического Атласа Польши”.

Геохимические карты в польской картографии очень немногочисленны. Следует отметить маломасштабные карты залегания углеводородов в Польше, а также карты прогноз нефти и газоносности различных стратиграфических элементов на Польской низменности. В связи с прогрессом в области геохимии, предусматривается развитие этой ветви глубинной картографии.

Настоящая статья по вопросам польской глубинной картографии и путей ее развития является первым, общим обзором этой огромной проблемы, которая в мировой литературе представлена в многочисленных печатных работах. Следует подчеркнуть, что в Польше глубинная картография развивается в течение ряда лет, а некоторые работы с мериторической точки зрения могут служить примером в международном масштабе.

Zofia LESZKIEWICZ-BIEDOWA, Edward RÜHLE

POLISH DEEP STRUCTURE CARTOGRAPHY AND PERSPECTIVES OF ITS DEVELOPMENT

Summary

Recently, the amount of materials illustrating the structure of the earth's crust has considerably increased. Part of these materials deals with various elements of surface structure. Here belong mainly geological surveys and geologic and geotechnic maps and others. Greater part, however, can be referred to the deep structure of the earth's crust.

So an ample material is an effect of application of geophysical methods in the researches, and of numerous drillings. As an example may serve here the geological research works made in Poland, where the amount of geophysical measurements increased in the last 15 years almost eightfold, drillings increasing fourfold. Ample materials obtained by these methods and observations concerning the earth's structure at various depths require various analyses and interpretation of facts. Spatial, graphical comparison of results, i.e. cartographical elaborations of various types on various scales, is one of the useful methods of work here. Long since we observe remarkable development of cartography that illustrates various elements and problems of deep-lying strata in the earth's crust. Thousands of various geologic maps have been issued in numerous countries.

In Poland, cartographical works resulted in over 600 sheets of published maps, illustrating the deep geological structure of the country. However, so far no synthesis has been elaborated as concerns the achievements in this domain in Poland. In connection with the increasing significance of such elaborations, it seems to be purposeful to present a review of the previous Polish publications concerning this problems, and then, with reference to the classic, methodical elaborations of other countries, to discuss critically the problem of cartography, and to define the ways of its further development, especially as concerns the cartography that is rarely termed deep structure cartography. This notion was introduced by K. Guzik (1968) to make a difference between the classic geological cartography that deals mainly with the surface formations, and the cartography here considered. In the Anglo-American cartographical literature, elaborations of this kind are named „subsurface mapping” (Bishop M. S., 1960), in some cases also „solid maps”. In the Soviet Union these works are called „underground mapping” (= podziemnoye kartirovanye — Brod I. O., Mechtiyew Sz. F., 1952).

The deep structure cartography is represented by the following types of maps: 1 — stratigraphic maps, 2 — morphologic maps, 3 — palaeogeomorphologic maps, 4 — thickness maps, 5 — lithofacial maps, 6 — structural maps, 7 — tectonic maps, 8 — palaeogeographic maps, 9 — geophysical maps, and 10 — geochemical maps.

Stratigraphic maps were published already in 1883, however, on a larger scale they were issued only after 1948. In the last period of twenty years was elaborated „General Geologic Map of Poland — without Quaternary Formations” on a scale 1 : 300 000, and numerous maps of „Geological Atlas of Poland” on a scale 1 : 1 000 000. A renewed edition of such an elaboration is the main task of the Geological Institute now.

Morphologic maps are of great use in the Polish geological cartography at present. Recently, interesting publications have been issued, among which the maps of the Upper Silesian Coal Basin, those of the Polish Lowland area and of the vicinity of Tarnobrzeg should be mentioned first of all.

Palaeogeomorphologic maps are used in analyses and interpretations of main morphological elements, principally as concerns Tertiary and Pleistocene (S. Buksiński 1962, Z. Michalska 1961).

Thickness maps are of considerable importance both for theoretical solutions and for applied geology. Among numerous maps of this kind, the following are most interesting: „Map of overburden thickness in the Upper Silesian Coal Basin”, and „Atlas of the Upper Silesian Region — Upper Carboniferous formations — Maps of thickness and of contents of coarse-clastic and phytogenic material”.

Lithofacial maps are plotted in Poland for various geological problems. Considerable amount of such maps can be found in the „Geological Atlas of Poland — Stratigraphical and Facial Problems” 1 : 3 000 000. From the scientific and methodical point of view, the atlas represents an original elaborations, and has highly been esteemed in the country, and abroad.

Structural maps have for long time been elaborated in Poland. Already in 1934 the first sheet Grodziec was published under the title „Detailed Map of the Polish Coal Basin”, elaborated by S. Doktorowicz-Hrebniński. In the last 20 years numerous structural maps on mean scales were issued for the individual areas of the Polish Coal basins.

Tectonic maps make a separate and extensive domain. The first tectonical elaborations concerning the entire area of Poland was presented by J. Nowak (1927). Recently, to fulfil the task of Poland in the international co-operation, „Tectonic Map of Poland” has been published as one insert No 8 in the Geological Atlas of Poland, 1 : 1 000 000, elaborated by S. Sokołowski and J. Znosko in 1958. This map has been used to plot the „Tectonic Map of Europe” on a scale 1 : 5 000 000 prepared for the Cartographical Commission of the International Geological Congress.

Palaeogeographic maps are broadly used both in theoretical considerations and in search for, or reconnaissance, of various types of mineral deposits, first of all for oil and gas, hard coal, and bauxite deposits, as well as for clastic deposits of noble metals, and others. Among the maps of this type the following should be mentioned above all: palinspatic, palaeogeologic and palaeotectonic maps. To the most interesting position of Polish cartography in this domain belongs 13th fascicle of the Geologic Atlas of Poland — Stratigraphic and facial problems, issued in 1962. On several palinspatic maps the occurrence of Cretaceous and older Tertiary formations found in the Polish External Carpathians was presented, and supposed distribution of continents and seas at the time of Alpine orogeny was reconstructed.

Geophysical maps were discussed more in detail in the paper by A. Dąbrowski (1960). As it results from this publication, synthetic gravimetrical (1955) and magnetical (1956) maps of Poland were issued on a scale 1 : 1 000 000, as two inserts in the Geological Atlas of Poland.

Geochemical maps have so far scarcely been represented in Poland. Here can be mentioned small-scale maps of hydrocarbon occurrence in Poland, as well as maps of oil and gas perspectives of the individual stratigraphical units of the Polish Lowland area. However, due to the increasing progress in geochemistry, the development of this type of cartography should take place in the next future.

The present article concerning the Polish deep structure cartography and the ways of its development is the first general discussion of this important problem that, in the world's literature, is represented by numerous publications. It should be stressed that in Poland deep structure cartography has developed for a long time, and certain elaborations may from both scientific and methodical points of view be an example on international scale.

TABLICA I

- Fig. 1. Ogólna mapa geologiczna Polski. Arkusz 4, Kielce — fragment; według J. Czarnockiego (1938)
General geologic map of Poland, sheet 4, Kielce — fragment; according to J. Czarnocki (1938).
- Fig. 2. Mapa geologiczna Polski (bez czwartorzędu) w skali 1 : 3 000 000 — fragment według J. Nowaka (1927)
Geologic map of Poland (except for Quaternary) 1 : 3 000 000 — fragment according to J. Nowak (1927)
- Fig. 3. Mapa geologiczna Polski bez utworów młodszych od karbonu w skali 1 : 2 000 000 — fragment; według J. Znoski i M. Pajchlowej (1968)
Geologic map of Poland without formations younger than Carboniferous, 1 : 2 000 000 — fragment; according to J. Znosko and M. Pajchel (1968)
- Fig. 4. Mapa geologiczna Nairn i Lorne Townships (Kanada) w skali 1 : 31 680 — fragment (1965)
Geologic map of Nairn and Lorne Townships (Canada), 1 : 31 680 — fragment (1965)



Fig. 1

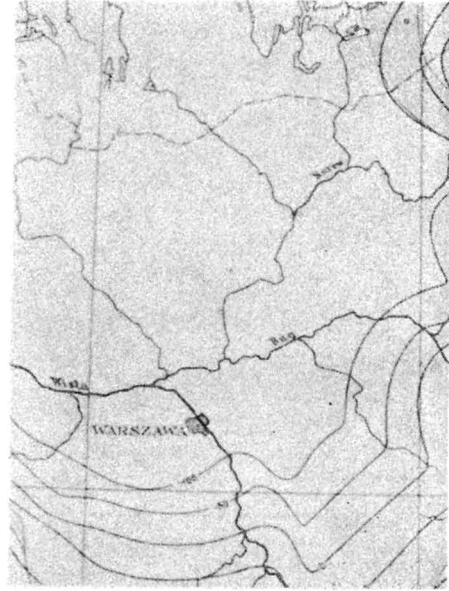


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

TABLICA II

Fig. 5. Mapa podłoża dyluwium wschodniej części Nizy Północno-Europejskiego w skali 1:1 500 000 — fragment; według J. Lewińskiego i J. Samsonowicza (1918)

Map of substratum of diluvium, eastern part of the North-European Lowland area, 1:1 500 000 — fragment; according to J. Lewiński and J. Samsonowicz (1918)

Fig. 6. Mapa geologiczna Polski bez utworów czwartorzędowych w skali 1:1 000 000 — fragment; według E. Rühle, S. Sokołowskiego, M. Tyskiej (1956)

Geologic map of Poland — except for Quaternary formations, 1:1 000 000 — fragment; according to E. Rühle, S. Sokołowski, M. Tyska (1956)

Fig. 7. Mapa hipsometryczna powierzchni poddyluwialnej na ziemiach polskich w skali 1:5 000 000 — fragment; według A. Zierhoffer (1925)

Hypsometric map of subdiluvial surface in the area of Poland, 1:5 000 000 — fragment; according to A. Zierhoffer (1925)

Fig. 8. Powierzchnia karbonu Górnego Śląska według S. Doktorowicz-Hrebnickiego
Surface of Carboniferous of Upper Silesia according to S. Doktorowicz-Hreb-
nicki

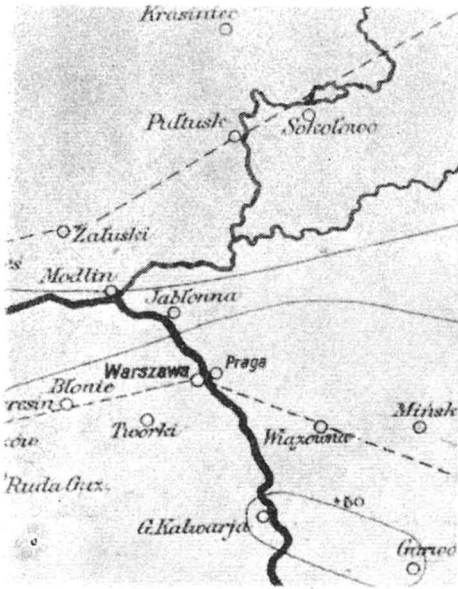


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

TABLICA III

Fig. 9. Mapa miąższości karbonu — Przedgórze Karpat Polskich w skali 1 : 500 000 — fragment; według P. Karnkowskiego (1968)

Thickness map of Carboniferous formations — Foreland of the Polish Carpathians, 1 : 500 000 — fragment; according to P. Karnkowski (1968)

Fig. 10. Mapa miąższości i zawartości materiału gruboklastycznego oraz zawartość materiału fitogenicznego w utworach górnego karbonu — warstwy porębskie regionu górnośląskiego w skali 1 : 300 000, fragment; według A. Czekaja, Z. Dembowskiego, U. Moszczyńskiej i inn. (1964)

Map of thickness and of contents of coarse-clastic material, also of phytogenic material in the formations of Upper Carboniferous age — Porębskie beds, Upper Silesian Region, 1 : 300 000 — fragment; according to A. Czekaj, Z. Dembowski, U. Moszczyńska and others (1964)

Fig. 11. Mapa zasięgów facjalnych retu w Polsce. Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Zeszyt 8 — Trias w skali 1 : 3 000 000 — fragment; według H. Senkowiczowej i A. Szyperko-Sliwczyńskiej (1961)

Map of facial extents of Roethian in Poland. Geological Atlas of Poland. Stratigraphical and facial problems. Fascicle 8 — Triassic, 1 : 3 000 000 — fragment; according to H. Senkowiczowa and A. Szyperko-Sliwczyńska (1961)

Fig. 12. Mapa zasięgów facjalnych dolnego toarsu w Polsce. Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Zeszyt 9 — Jura w skali 1 : 3 000 000 — fragment; według R. Dadleza, K. Dayczak-Calikowskiej i J. Dembowskiej (1964)

Map of facial extents of Lower Toarcian in Poland. Geological Atlas of Poland. Stratigraphical and facial problems. Fascicle 9 — Jurassic, 1 : 3 000 000 — fragment; according to R. Dadlez, K. Dayczak-Calikowka and J. Dembowska (1964)

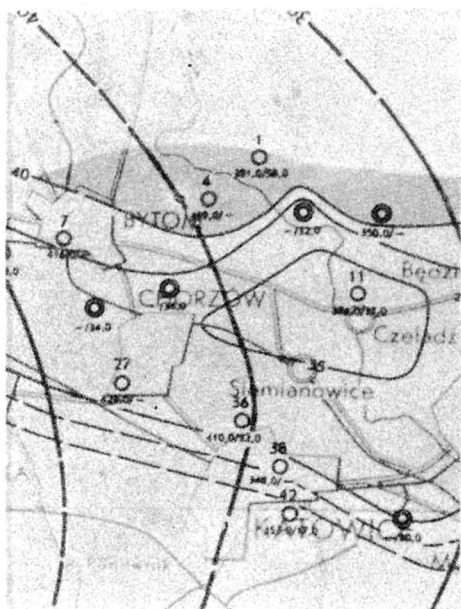


Fig. 9

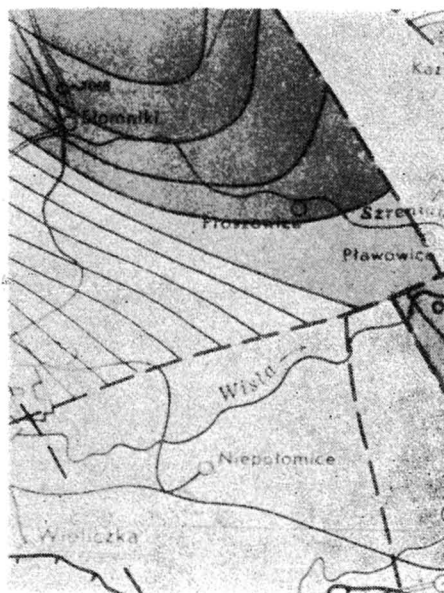


Fig. 10



Fig. 11

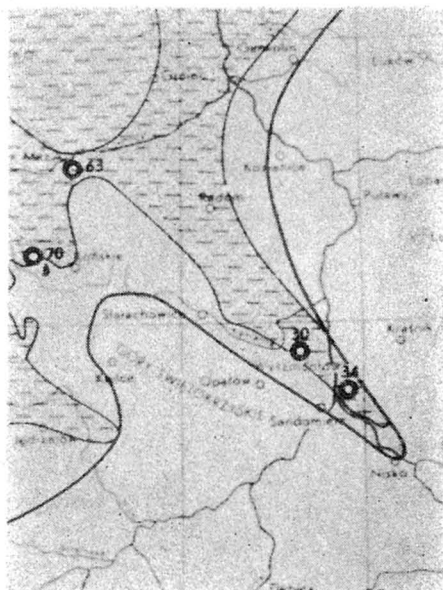


Fig. 12

TABLICA IV

Fig. 13. Mapa strukturalna okolic Grodzca — fragment; według S. Doktorowicz-Hrebnickiego (1934)

Structural map of the Grodziec vicinity — fragment; according to S. Doktorowicz-Hrebnicki (1934)

Fig. 14. Mapa tektoniczna Polski w skali 1 : 1 000 000 — fragment; według J. Znoski (1968)

Tectonic map of Poland, 1 : 1 000 000 — fragment; according to J. Znosko (1968)

Fig. 15. Mapa palinspatyczna polskich Karpat zewnętrznych — środkowy eocen. Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Zeszyt 13 w skali 1 : 3 000 000 — fragment; według M. Książkiewicza i in. (1962)

Palinspatic map of Polish External Carpathians — Middle Eocene. Geological Atlas of Poland. Stratigraphical and facial problems. Fascicle 13, 1 : 3 000 000 — fragment; according to M. Książkiewicz and others (1962)

Fig. 16. Mapa paleogeologiczna środkowych Gór Skalistych w skali 1 : 5 000 000. Atlas: „Paleotectonic Maps Triassic System” — fragment; według Mc Kee E. D., Oriol S. S., Ketner K. B. i in. (1959)

Palaeogeologic map of the Central Rocky Mountains, 1 : 5 000 000, in the Atlas: „Paleotectonic Maps, Triassic System” — fragment; according to Mc Kee E. D., Oriol S. S., Ketner K. B., and others (1959)

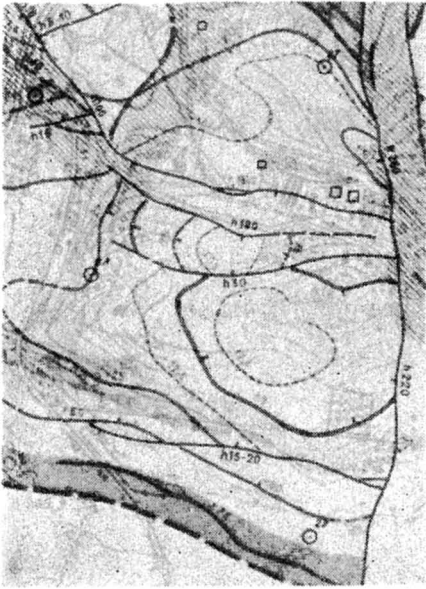


Fig. 13

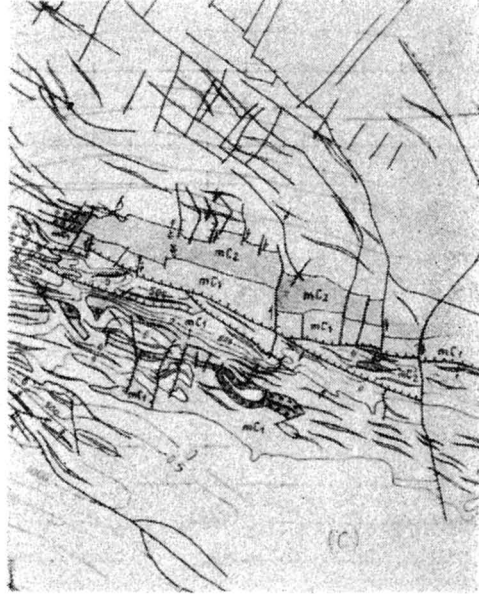


Fig. 14

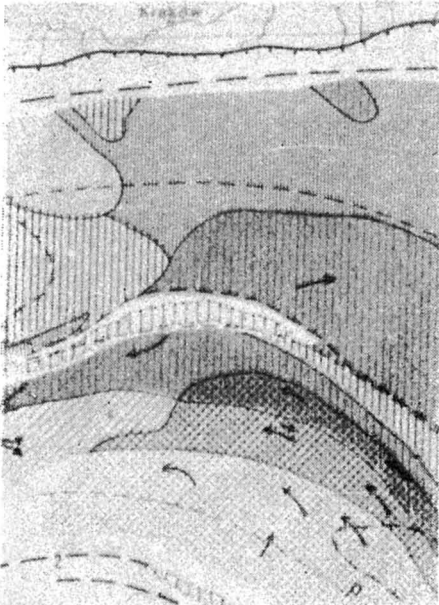


Fig. 15

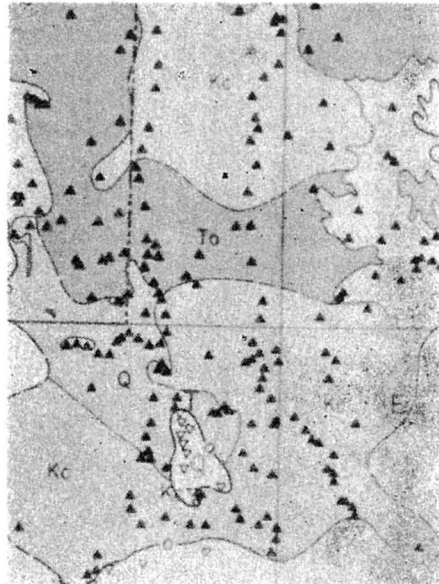


Fig. 16