

O KONIECZNOŚCI WPROWADZENIA NOWOCZESNYCH METOD BADAWCZYCH W GEOLOGII WGŁĘBNEJ (Cz. II)

UKD 550.8:528.94:553.981/.982.23(438) „313” :550.8[552.5+551.24+551.49+550.83]

ANALIZA PALEOTEKTONICZNA

Na nowoczesną kompleksową analizę paleotektoniczną składają się cztery różnego rodzaju analizy: 1) analiza miąższościowa, 2) analiza przerw i niezgodności, 3) analiza formacyjna, 4) analiza paleo-strukturalna.

Tak pojęta analiza paleotektoniczna stanowi zarówno doskonałe narzędzie bieżących poszukiwań naftowych, jak również umożliwia stworzenie pełnej i głębokiej syntezy geologicznej regionu, łącznie z przedstawieniem rozwoju generalnych oraz lokalnych struktur w czasie i przestrzeni.

Analiza miąższościowa

Polega ona na konstrukcji map izopachytowych dla poszczególnych jednostek stratygraficznych. Rozróżnia się przy tym izopachyty dla miąższości rzeczywistych i izochory dla miąższości pozornych. Przeliczanie miąższości pozornych na rzeczywiste (za pomocą prostych równań trygonometrycznych) w praktyce należy wykonywać już począwszy od upadów około 10°.

Dobre rezultaty w wykonywaniu map miąższościowych daje tzw. metoda superpozycji, bardzo rzadko u nas stosowana (por. np. A. Witkowski), uważana niesłusznie za metodę sprawdzania, a nie sporządzania map izopachytowych. Polega ona na nakładaniu na siebie dwóch map izohips — dolnej i górnej powierzchni. Odpowiednie izopachyty będą przebiegały w miejscach przecięć dwóch systemów izohips. Uzyskujemy w ten sposób dużą ilość dodatkowych punktów (oprócz zasadniczych punktów, jakimi są miąższości w otworach wiertniczych) i mapa izopachytowa staje się o wiele dokładniejsza (ryc. 13).

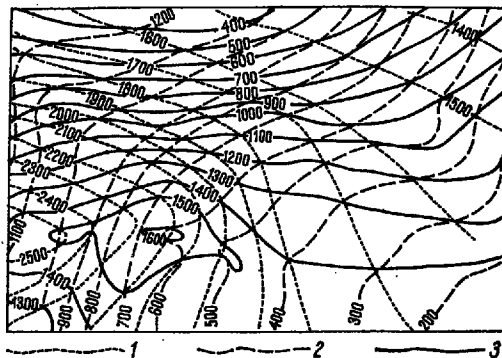
Najprostsze zastosowania map miąższościowych polegają na przewidywaniu miąższości przy planowaniu przyszłych wierceń, szczególnie na znanych strukturach, gdzie miąższości są na ogół mniejsze, niż między nimi. Inne ich zastosowanie polega na przewidywaniu jaką miąższość będą miały utwory określonych jednostek stratygraficznych poniżej najgłębszych wierceń na badanym obszarze, na podstawie tzw. zasady konwergencji. Analiza konwergencji dzisiejszych miąższości pozwala na wysuwanie wielu ciekawych wniosków o takich przyczynach zmian miąższości, jak niezgodności i ścięcia erozyjne, nierówności podłoża, lokalne struktury oraz ich lokalizacja (ryc. 14—16). Do tych wszystkich celów wystarczają na ogół mapy dzisiejszych miąższości. Natomiast do analizy paleogeograficznej, a szczególnie paleotektonicznej (dla oceny subsydencji), konieczne są zrekonstruowane mapy pierwotnych miąższości (mapy paleoizopachytowe — por. ryc. 12).

Zestawienie ze sobą map izopachytowych dla kolejnych jednostek stratygraficznych pozwala na przesłedzenie rozwoju powolnych ruchów pogrążających w czasie oraz przestrzeni i na wyciąganie wniosków o rozmiarach subsydencji basenów sedimentacyjno-strukturalnych. W dotychczasowej praktyce miesza się u nas często trzy różne osie basenu: batymetryczną, miąższościową i subsydencji (ryc. 17). Duża miąż-

szość osadów wcale nie świadczy o tym, że osadzały się one w głębokim zbiorniku i nie konieczne wskazuje na najpełniejszą subsydencję. Rozróżnienie tych trzech różnych zagadnień wiąże się z problemem subsydencji niekompensowanej przez sedimentację, częstej w geosynklinach w tych fazach ich rozwoju, gdy powstają osady głębokomorskie (tzw. sedimentacja deficytowa). Właściwa ocena tych wszystkich zjawisk wynika dopiero z zestawienia map izopachytowych z obiektywnymi, ilościowymi mapami facjalnymi, a szczególnie z mapami biofacjalnymi, które są bezpośrednio podstawą do rozważań o paleobatymetrii, co pozwala z kolei na wniesienie odpowiedniej poprawki do przekrojów i map paleotektonicznych (ryc. 18).

Należy podkreślić, że wykonywane u nas dotychczas mapy miąższościowe w ogromnej większości przypadków nie są przydatne do rozważań paleogeograficznych, facjalnych, paleotektonicznych, czy paleohydrogeologicznych, gdyż operują dzisiejszymi miąższościami.

Dobre rezultaty w ocenie następujących po sobie efektów subsydencji kompensowanej sedimentacją oraz wyniesień i erozji daje konstruowanie wyrównawczych przekrojów miąższościowo-facjalnych, zwanych też paleotektonicznymi, szczególnie wtedy, gdy wiercenia położone są na jednej linii i wykonanie mapy paleotektonicznej jest właściwie niemożliwe (np. polska część syneklizy perybałtyckiej). Szczególnie cenne i czytelne wyniki daje konstruowanie takich przekrojów w sposób analityczny dla kolejnych pięter, poczynając od najstarszych. Ważny jest przy tym wybór odpowiedniej poziomej powierzchni odniesienia, od której odkłada się miąższości w dół (ryc. 19). Najlepiej, aby to była płaska powierzchnia dna morskiego, ponad którą mogą wystawać tylko stwierdzone rafy i biohermy. Nie powinno się natomiast jako powierzchni odniesienia wybierać powierzchni niezgod-

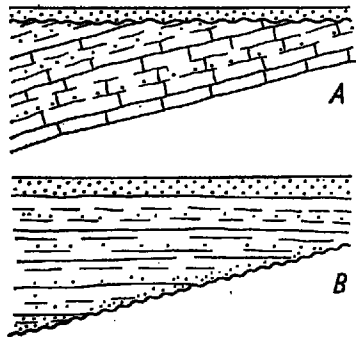
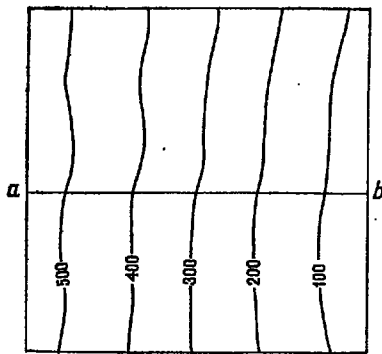


Ryc. 13. Mapa izopachytowa, skonstruowana metodą superpozycji.

1 — izohipsy powierzchni spawowej, 2 — izohipsy powierzchni stropowej, 3 — izopachyty.

Fig. 13. Isopach map, constructed by superposition method.

1 — bottom surface contours, 2 — top surface contours, 3 — isopachs.



Ryc. 14. Fig. 14.

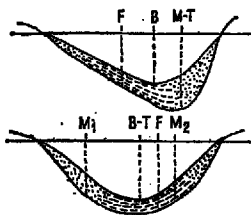
Ryc. 14. Dwie możliwości interpretacji konsekwentnego zmniejszenia się miąższości warstw na mapie izopachytowej dzisiejszych miąższości — ścięcie i niezgodność od góry (A) lub transgresja przekraczająca, postępująca od lewej do prawej strony przekroju (B). Wzorowane na Moorze, 1963.

Ryc. 15. Dwie możliwości interpretacji lokalnego spadku miąższości warstw na mapie izopachytowej — wypiętrzenie i ścięcie od góry (A) i wypukłość paleoreliefu przy transgresji (B). Wzorowane na Moorze, 1963.

Ryc. 16. Trzy możliwości interpretacji lokalnego wzrostu miąższości warstw na mapie izopachytowej — istnienie budowli biohermowej lub rafowej (A), subsydencja i ścięcie od góry (B), wklęsłość paleoreliefu przy transgresji przekraczającej (C). Wg Moor, 1963.

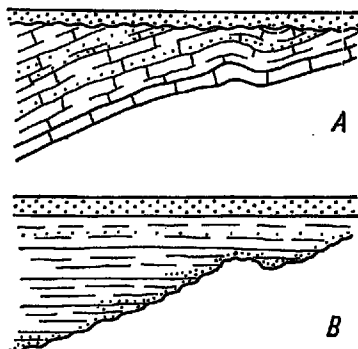
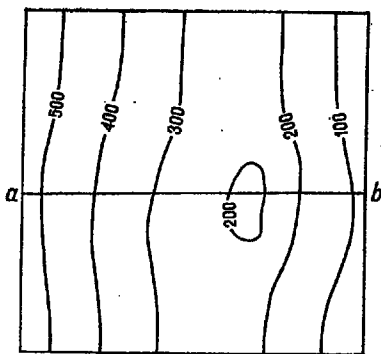
Fig. 14. Two interpretation possibilities of the uniform thickening of a given formation on the isopach map: unconformity at top (A) or onlap, unconformity at base (B). Inspired by Moor, 1963.

Fig. 15. Two interpretation possibilities of the local thinning of a given formation on the isopach map: minor doming, unconformity at top (A) or onlap on



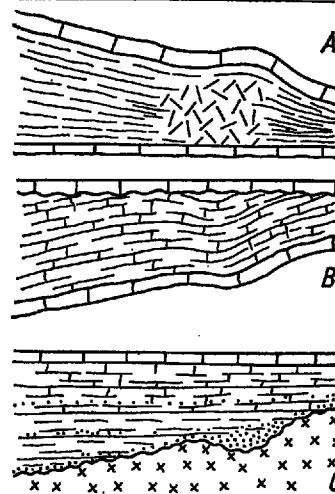
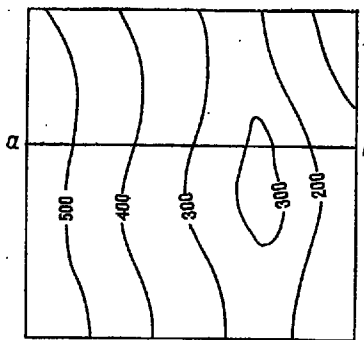
Ryc. 17. Brak zgodności osi facjalnej (F), batymetrycznej (B), tektonicznej (oś subsydencji — T) i miąższości (M). U góry basen asymetryczny, u dołu symetryczny. Wg Chaina, 1964.

Fig. 17. Lack of accordance of the facial (F), bathymetric (B), tectonic (subsidence — T) and thickness (M) axes. Asymmetric basin at the top and symmetric at the base. After Chaina, 1964.



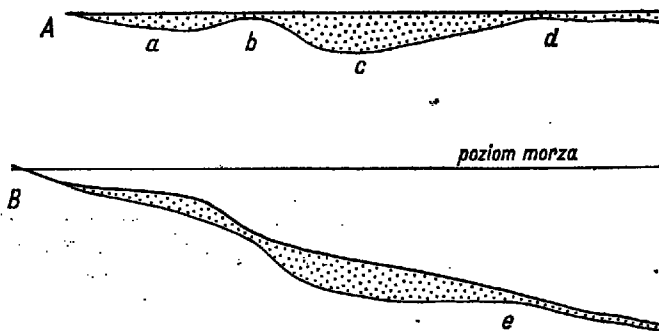
Ryc. 15. Fig. 15.

Ryc. 16. Fig. 16.



the minor irregularity or knob in the unconformity surface at base (B). Inspired by Moore, 1963.

Fig. 16. Three interpretation possibilities of the local thickening of a given formation on the isopach map: limestone build-up (A), structural downwarp and unconformity at top (B) and onlap on the change in the unconformity surface at base (C). Inspired by Moore, 1963.



Ryc. 18. Przekroje obrazujące znaczenie analizy paleobatymetrycznej dla konstrukcji przekrojów paleotektonicznych i dla właściwej oceny subsydencji.

A — przekrój paleotektoniczny skonstruowany bez uwzględnienia paleobatymetrii, prowadzący do błędnych wniosków o subsydencji i do wykrywania nieistniejących struktur. B — przekrój paleotektoniczny uwzględniający paleobatymetrię i pozwalający na wykrycie strefy subsydencji niekompensowanej przez sedimentację.

Fig. 18. Sections portraying significance of the paleobathymetric analysis to construction of paleotectonic sections and to real appreciation of subsidence.

A — paleotectonic section constructed without regard to paleobathymetric conditions, leading to incorrect conclusions concerning subsidence and to discovery of non-existent structures. B — paleotectonic section regarding paleobathymetric conditions, leading to discovery of subsidence non-compensated by sedimentation.

ności, gdyż taka powierzchnia powstała już po ostatecznym wyniesieniu oraz erozji i odłożeniu od tej powierzchni zachowanych miąższości poszczególnych jednostek stratygraficznych nie pozwala na prawidłową ocenę pierwotnych miąższości, które również i w tym przypadku powinny być rekonstruowane. Nie uwzględnienie tych faktów daje w wyniku nieraz zupełnie odwrotną strukturę i nie może doprowadzić do wykrycia struktur pogrzebanych, co jest jednym z celów analizy miąższościowej (ryc. 20 A).

Przekroje paleotektoniczne nazywane są czasem niesłusznie przekrojami palinospastycznymi. Te ostatnie przedstawiają również miąższości i facje w odniesieniu do określonej powierzchni poziomej, lecz po dokonaniu rekonstrukcji palinospastycznej (rozprostowaniu fałdów i płaszczowin) i odtworzeniu dawnej powierzchni. Przekroje takie i mapy są już stosowane w Alpach, Karpatach fliszowych i Tatrach, a wkrótce powinny być wykonywane i dla starszych orogénów na Niżu Polskim.

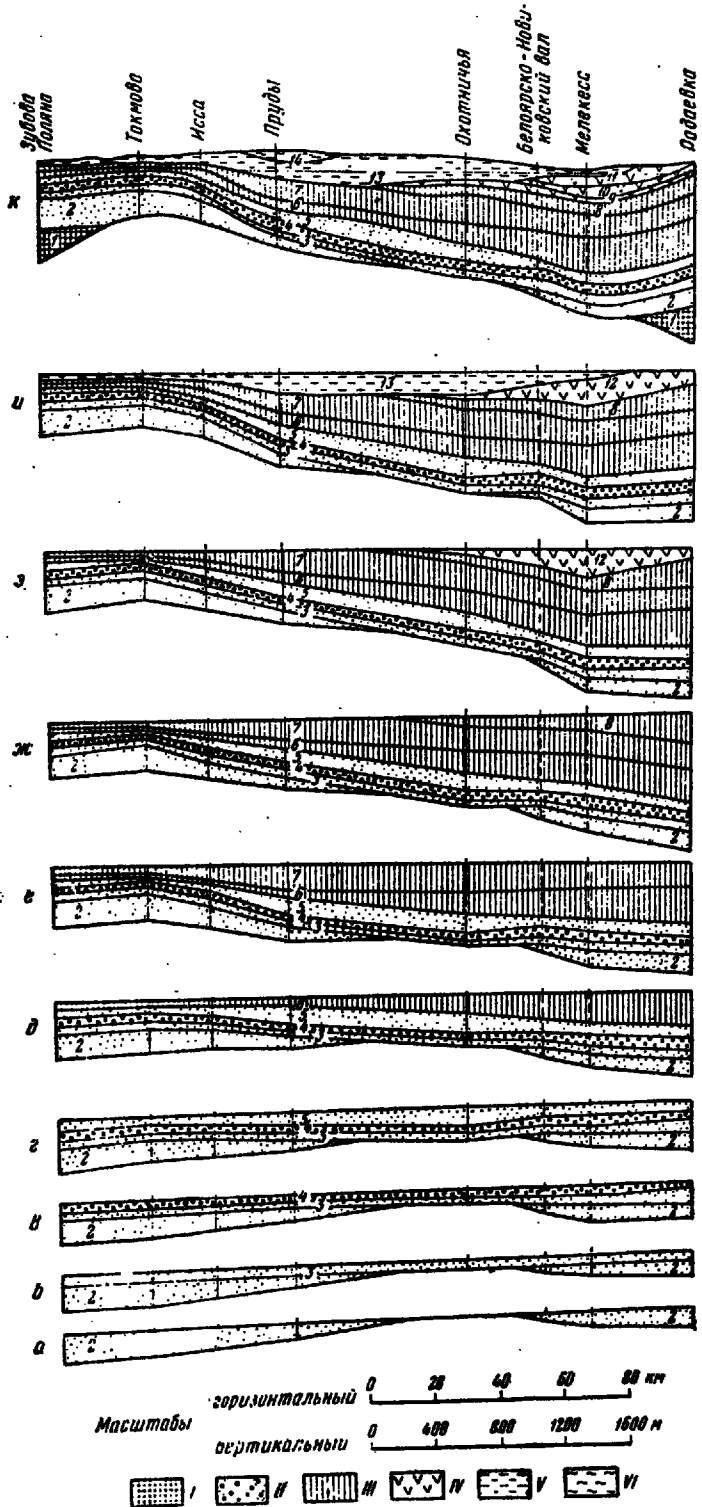
Największą zaletą prawidłowo wykonanych map miąższościowych jest to, że pozwalają one jak żadne inne na wyeliminowanie efektów zarówno wcześniejszych, jak i późniejszych pogażeń oraz wyniesień i na wnioskowanie o ruchach paleotektonicznych, zachodzących w czasie tworzenia się osadów wybranego odcinka czasu. Najlepiej jest z tego powodu wykonywać mapy miąższości nie dla jednostek stratygraficznych, zawartych między powierzchniami niezgodności, lecz między powierzchniami stratygraficznymi, wyznaczonymi na podstawach biostratygraficznych (ryc. 20 B).

Wyniki analizy miąższościowej powinny być podane właściwie pojętej analizie statystycznej, tzw. analizie trendów, w celu odróżnienia ogólnych tendencji subsydencji od efektów lokalnych, spowodowanych np. miejscowymi ruchami izostatycznymi, lokalną kompensacją, tektoniką halokinetyczną itp. Szczególnie ważne znaczenie mają także metody sporządzania map rezydualnych (por. ryc. 7—9 w cz. I), pozwalających m. in. na konstrukcję map paleotopograficznych z map izohipsowych i izopachytowych, po odrzuceniu efektów późniejszej subsydencji i ruchów deformujących pierwotne, tektoniczno-erozyjne ukształtowanie podłoża. Tak sporządzone mapy paleoreliefu mogą być następnie poddane analizie morfometrycznej (ryc. 21) w celu wyróżnienia dyslokacji warunkujących kierunki rozwoju dolin i lokalnej subsydencji (por. A. Nowicki — Bełchatów i okolice Rawicza).

Połączenie metod analizy izopachytowej z metodami analizy ilościowych map litologicznych pozwala wreszcie na bezbłędne określenie obszarów późniejszych rozmyć i ich wieku, co ma zasadnicze znaczenie dla poszukiwań zamknięć złożowych typu litologiczno-stratygraficznego. Ważne jest przy tym konstruowanie nie tylko map izopachytowych, lecz także paleoizopachytowych na obszarach poza izopachytą zerową i uwzględnienie pierwotnych, a nie dzisiejszych miąższości (por. ryc. 10 i 12 w cz. I).

Wykonywane u nas dotychczas tego typu mapy

(miąższościowe i litologiczne ilościowe) nie przedstawiają na ogół pierwotnych miąższości, lecz dzisiejsze. A tymczasem zarówno dla rozważań paleogeograficznych, jak i paleotektonicznych podstawą mogą być tylko mapy oparte o pierwotne miąższości. Mapy takie są również podstawą do sporządzania map paleohydrogeologicznych, ważnych dla zrozumienia czasu i kierunków migracji węglowodorów. Tego typu mapy z dużym powodzeniem zostały skonstruowane dla obszarów nadwołżańskich (ryc. 22). Konstrukcja tych map (map powierzchni ekwipotencjalnych) opiera się właśnie na analizie miąższościowej oraz na analizie przerw i niezgodności.

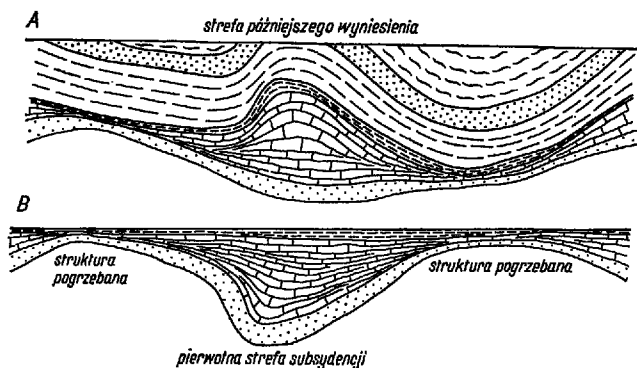


Ryc. 19. Analityczne przekroje paleotektoniczne, przedstawiające rozwój obniżenia melekeskiego na zachód od Uralsu. Wg Suworowa, 1955, z Nowikowej, 1960, uproszczone.

I — osady dolnopaleozoiczne, II — osady dewońskie, III — osady karbońskie, IV — osady permskie, V — osady mezozoiczne, VI — osady kenozoiczne. Litera przy profilach oznaczają stan paleostrukuralny tego obszaru podczas powstawania osadów z poszczególnych pięter.

Fig. 19. Analytical paleotectonic section, showing development of the Melekes basin, W of the Ural Mts. Simplified according Suvorov 1955, from Novikova 1960.

I — Lower Paleozoic, II — Devonian, III — Carboniferous, IV — Permian, V — Mesozoic, VI — Cenozoic. Letters close to sections indicate the paleostructural state of the Melekes basin in the particular stages.



Ryc. 20. Dwa różne sposoby konstrukcji przekrojów paleotektonicznych, pozwalające na wykrywanie struktur pogrzebanych różnego wieku.

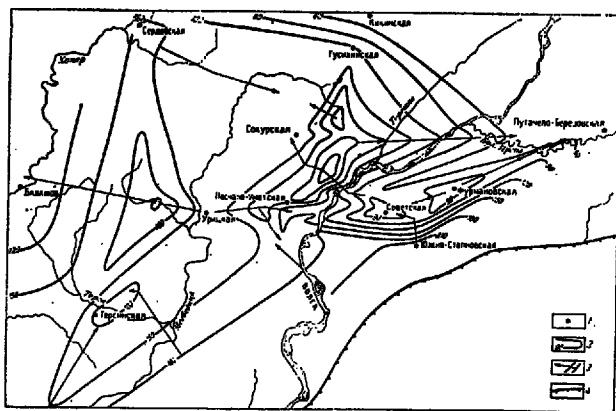
A — przekrój paleotektoniczny skonstruowany w ten sposób, że jako powierzchnia odniesienia została przyjęta powierzchnia niezgodności. Powierzchnia ta jest poligeniczna i diachroniczna, powstała nie tylko w wyniku subsydencji, lecz także jako rezultat późniejszego wyniesienia i erozji. Odłożenie od niej miąższości umożliwi przedstawienie tego wyniesienia, lecz nie może doprowadzić do wykrycia strefy maksymalnej subsydencji.

B — przekrój paleotektoniczny skonstruowany w ten sposób, że jako powierzchnia odniesienia został przyjęty strop warstwy łupku, uznany za niezderowany i izochroniczny. Metoda ta pozwala na wykrycie strefy subsydencji i struktur pogrzebanych oraz na stwierdzenie, że na tym obszarze doszło do inwersji pogrzeżeń.

Fig. 20. Two different construction methods of paleotectonic sections, conducting to discovery of buried structures of different age.

A — Paleotectonic section with unconformity surface as a reference level. It is polygenic and diachronic surface, due not only to subsidence, but also resulting to subsequent doming and erosion. Thicknesses referring to this level permit the portraiture of this doming, but do not lead to discover the zone of maximum subsidence.

B — Paleotectonic section with uneroded and isochronous top of shale layer as a reference level. This method leads to discover the subsidence zone and buried structure as well to conclusion about inversion of subsidence taken place in this region.

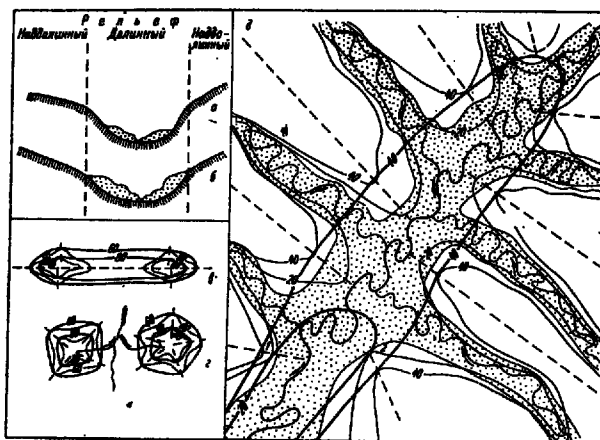


Ryc. 22. Mapy powierzchni ekwipotencjalnych ropy naftowej w kolektorach kompleksu bawlińskiego (ryfej) w końcu dewonu dolnego. Wg Kulakowa, 1964.

1 — otwory wiertnicze, 2 — izarytmy ekwipotencjalne ropy naftowej, 3 — kierunek ruchu ropy naftowej, 4 — brzeg zapadliśka nadkaspjskiego.

Fig. 22. Equipotential surfaces of oil in the collectors of the Bavlin formation (Ryphean) at the end of Lower Devonian, after Kulakov, 1964.

1 — wells, 2 — oil equipotential contours, 3 — movement direction of oil, 4 — border of the Peri-Caspian basin.

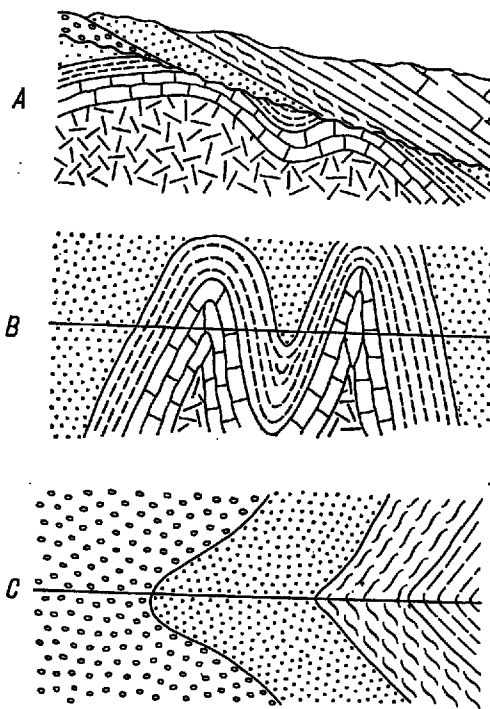


Ryc. 21. Przykład konstruowania mapy reliefu tektonicznego na podstawie współczesnych danych morfometrycznych. Wg Golbrajcha, Zabałujewa, Łastockina, Mirkina i Rejmina, 1968.

1 — rzeźba dolinna, 2 — izohipsy współczesnej rzeźby, 3 — izohipsy reliefu tektonicznego, 4 — linie działów wód, 5 — rzeźba naddolinnna. Przy odpowiedniej ilości danych analogiczne mapy mogą być konstruowane i dla kopalnych powierzchni, np. trzeciorzędowych i starszych.

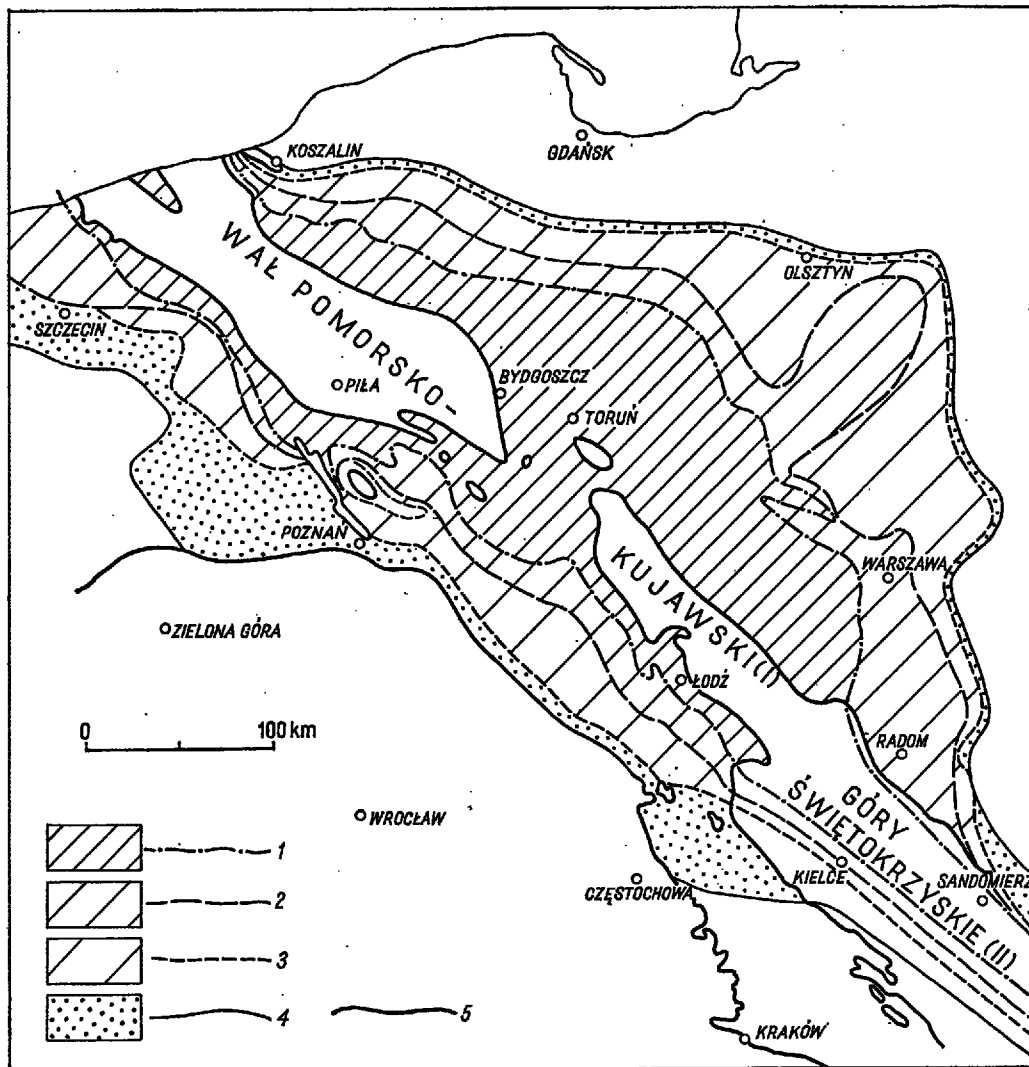
Fig. 21. Tectonic relief map based on the recent morphometric data. Acc. Golbreikh, Zabalujev, Lastochkin, Mirkin and Reinin, 1968.

1 — valley relief, 2 — recent relief contours, 3 — tectonic relief contours, 4 — watershed lines, 5 — relief above the valleys.



Ryc. 23. Przekrój przez powierzchnię niezgodności (A), przedstawiający możliwość skonstruowania dwóch map paleogeologicznych — mapy z lotu ptaka dla dolnej powierzchni niezgodności (B) i mapy widzianej oczami robaka dla górnej powierzchni niezgodności (C).

Fig. 23. Diagrammatic section across the unconformity surface (A), showing the construction possibility of two paleogeologic maps — bird's eye map for the pre-unconformity surface (B) and worm's eye map for the post-unconformity surface (C).



Ryc. 24. Mapa widziana oczami robaka, sporządzona dla górnej powierzchni niezgodności między jurą a dolną kredą, przedstawiająca transgresję przekraczającą dolną kredę na Niżu Polskim. Mapa sporządzona na podstawie mapy odkrytej Jaskowiak, Krassowska, Marka i Raczyńska, 1968.

1 — berias, 2 — walażyn, 3 — hoteryw, 4 — barrem-frodkowy alb, 5 — obszary późniejszego wyniesienia i erozji. Z mapy tej jasno wynika, że wał kujawsko-pomorski i Góry Świętokrzyskie znajdowały się w osi zbiornika dolnokredowego.

Analiza przerw i niezgodności

O ile mapy miąższościowe świetnie się nadają do analizy tempa i rozmiarów subsydencji, to są one mniej przydatne do rejestracji chwilowych ruchów wynurzących, przerywających okresy subsydencji i prowadzących do zmiany, a nieraz zupełnej przebudowy planów strukturalnych.

Do tego celu służą mapy paleogeologiczne — mapy geologiczne powierzchni niezgodności. Nie należy ich mylić ze stosowanymi u nas powszechnie mapami odkrytymi, przedstawiającymi dzisiejsze zasięgi i dzisiejszy obraz budowy obszaru pod jakimś (często znacznie młodszymi) utworami, będący najczęściej wynikiem nakładania się na siebie wielu etapów późniejszych rozmyć oraz erozji i dlatego nie najlepiej nadającym się do rozważań paleotektonicznych. Na mapy odkryte nanosi się także wszystkie młodsze sfałdowania i dyslokacje, których przecież nie było

Fig. 24. A worm's eye map constructed for the post-unconformity surface between Jurassic and Lower Cretaceous, showing the onlap unconformity due to the Lower Cretaceous progressive transgression in the Polish Lowland. Based on the subcrop map of Jaskowiak, Krassowska, Marek and Raczyńska, 1968:

1 — Berriasian, 2 — Valanginian, 3 — Hauterivian, 4 — Barremian — Middle Albian, 5 — areas of subsequent swelling and erosion. It is evident from this map, that the Pomeranian — Kuyavian swell (I) and Świętokrzyskie Mts (II) were situated in the axis of the Lower Cretaceous basin.

jeszcze w czasie tworzenia się danej powierzchni niezgodności.

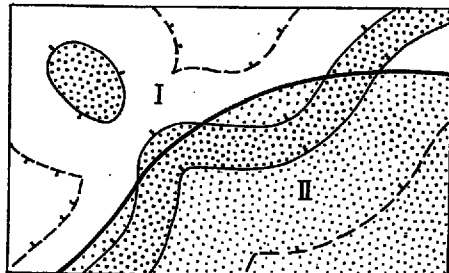
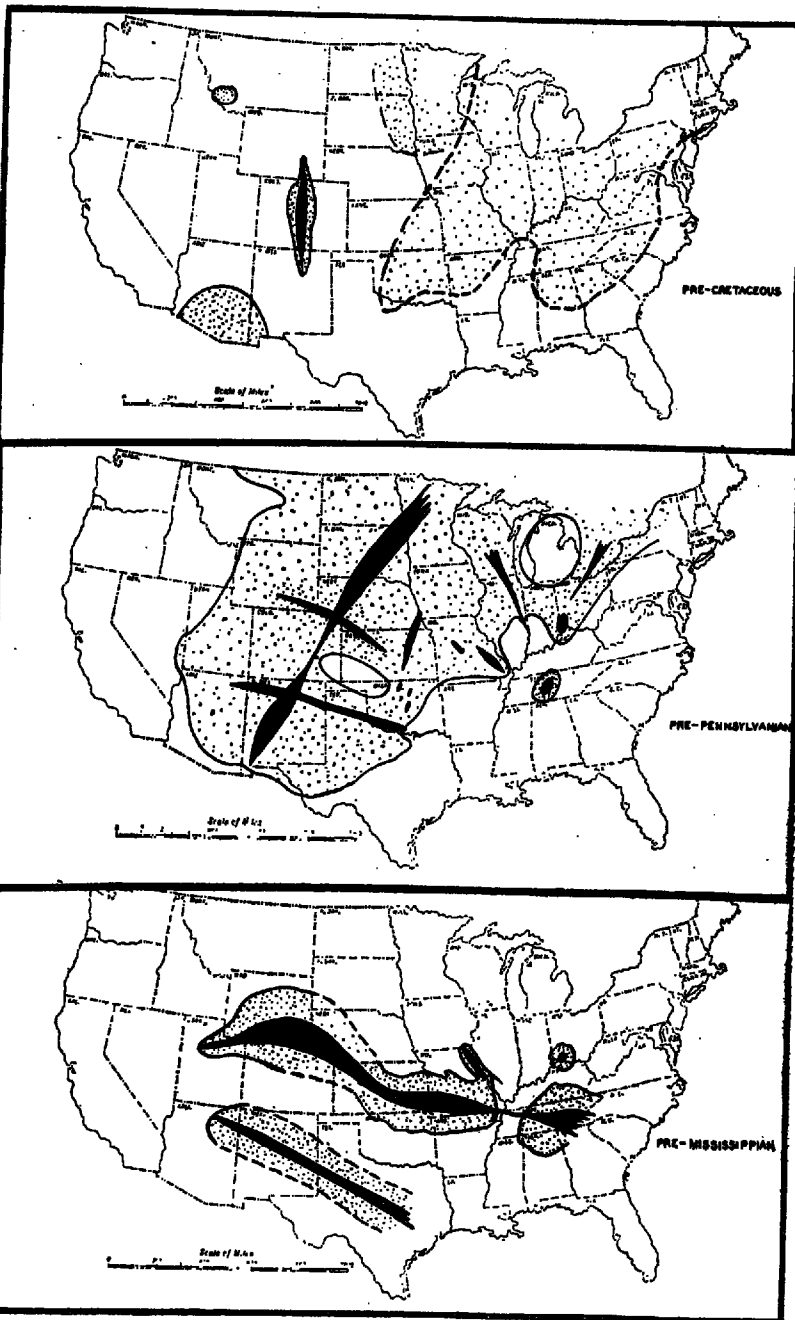
Do przedstawienia dolnej powierzchni niezgodności służy jeden z rodzajów map paleogeologicznych (mapy z lotu ptaka), gdy drugi ich rodzaj (mapy widziane oczami robaka) służy do przedstawiania górnej powierzchni niezgodności (ryc. 23). Te ostatnie mapy są specjalnie przydatne przy konstrukcji map przedstawiających transgresję przekraczającą (ryc. 24). Inne rodzaje map geologicznych służą wreszcie do przedstawiania kontaktów, rodzajów niezgodności itp. i mają znaczenie m. in. do przedstawiania obszarów o niepełnych miąższościach. Zagadnienie to jest dobrze postawione np. w NRD.

Mapy paleogeologiczne świetnie się nadają do przedstawiania nie tylko ogólnych efektów przebudowy strukturalnej jakiegoś obszaru (ryc. 25), lecz także do analizy rozwoju lokalnych struktur i wyklinowań, w których mogły powstać regionalne oraz lokalne

Ryc. 25. Trzy schematyczne mapy paleogeologiczne, przedstawiające główne rysy strukturalne St. Zj. dla trzech kolejnych powierzchni niezgodności (przedmissisypijskiej, przedpensylwańskiej i przedkredowej). Wg Levorsena, 1933.

Obszary wyniesione zakropkowane, osie wyniesień zaczerknione. Widoczne są zupełnie różne plany budowy na poszczególnych mapach geologicznych.

Fig. 25. Main structural features of three paleogeologic maps shown together for purpose of comparison. High areas, stippled. Axes, solid black. After Levorsen, 1933.



Ryc. 26. Dwie nałożone na siebie szczegółowe mapy paleogeologiczne — z lotu ptaka i oczami robaka, pozwalające na stwierdzenie, gdzie mogły powstać zamknięcia złożowe na powierzchni niezgodności, z powodu uszczelnienia przypuszczalnego kolektora z podłoża (grube kropki) przez pokrywającą go nieprzepuszczalną warstwę (obszar niezakropkowany — strefa I). W strefie II, gdzie stykają się ze sobą warstwy przepuszczające (grube i drobne kropki), następuje swobodna wymiana bituminów poprzez powierzchnię niezgodności.

Fig. 26. Sketch illustrating how the bird's eye (subcrop) map and the worm's eye (lap-on) map may be superposed to show where areas of tight cover overlie areas of permeability (I). These are perspective for accumulation of petroleum.

zamknięcia złożowe w określonych warunkach paleohydrodynamicznych (ryc. 26).

Dla każdego większego obszaru można skonstruować cały cykl map paleotektonicznych dla okresów subsydencji, przedzielonych okresami ruchów wynoszących, dla których sporządza się mapy paleogeologiczne, przedstawiające powierzchnie niezgodności (ryc. 27 i 28).

Analiza formacyjna

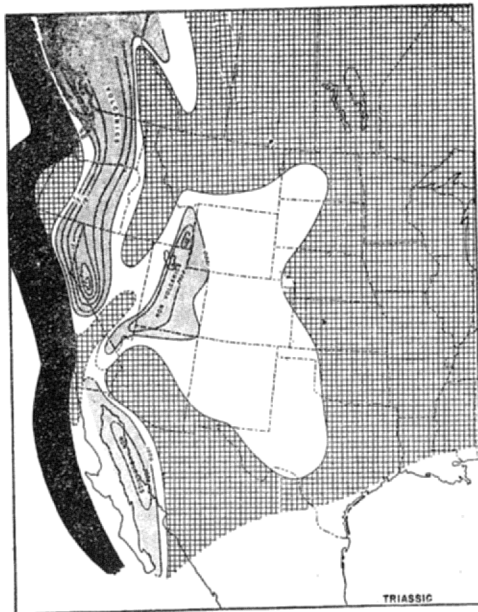
Poprawnie przeprowadzona analiza litofacyjna, biofacyjna i miąższościowa stanowi punkt wyjścia do analizy formacyjnej. Formacje, czyli tektofacje są to facje powstałe w określonych warunkach reżimu tektonicznego. Najbardziej znanymi formacjami geosynklynalnymi jest np. flisz, molasa, krzemionkowe utwory głębokomorskie, formacja spilitowo-keratofiorowa itp.

Analiza formacyjna, wybitnie rozwinięta w ZSRR, stanowi podstawę rejonizacji tektonicznej, stosowanej na syntetycznych mapach paleotektonicznych. Umoż-

liwia ona podział na platformy i geosynkliny, platform na wyniesienia i obniżenia, a tych z kolei na stabilne i labilne szelfy platformowe, a geosynklin na eu- i miogeosynkliny, intrageosynkliny, masywy śródgórskie, epigeosynkliny, parageosynkliny (baseny intrakratoniczne) i ich rodzaje (ryc. 29). Szczególnie pożyteczne jest także konstruowanie przekrojów formacyjno-miąższościowych, co często znakomicie ułatwia przydział basenu do określonego typu.

Wyniki analizy formacyjno-miąższościowej oraz analizy przerw i niezgodności przedstawia się na ogólnych, syntetycznych mapach paleotektonicznych, wykonanych w ZSRR, a ostatnio i w Polsce (w ramach RWPG). Stanowią one wraz z mapami paleogeologicznymi niezastąpioną podstawę do syntetyzowania i planowania badań w zakresie geologii węglanej. Nie możemy ich tu reprodukować z przyczyn technicznych, gdyż są to bardzo skomplikowane mapy wielokolorowe.

Syntezy w zakresie rekonstrukcji paleogeografii i paleotektoniki orogenów fałdowych powinny także



Ryc. 27. Mapa paleotektoniczna triasu w zachodniej części St. Zj. Wg Eardly'ego, 1949.

Na czarno zaznaczone są strefy orogeniczne; kratki — wyniesienie epeirogeniczne podległe erozji; na biało zaznaczone są obszary z pokrywą osadową poniżej 1000 stóp, a zakropkowane są silnie sybsydenne obszary o miąższości osadów ponad 1000 stóp.

Fig. 27. Paleotectonic map of Triassic. Black areas are orogenic belts, cross-ruled areas are epeirogenic uplifts that were subjected to erosion, white areas were covered by less than 1,000 feet of sediments, and stippled areas sank more than 1,000 feet, and received more than 1,000 feet of sediments. After Eardly, 1949.

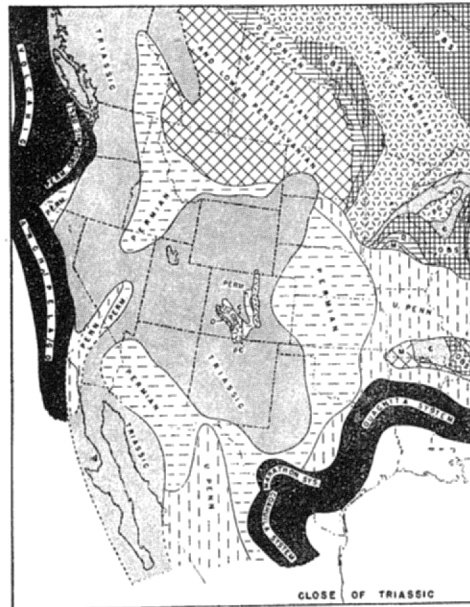
uwzględnić zasady analizy palinspastycznej, a więc problem rekonstrukcji dawnej przestrzeni i ram zbiorników sedimentacyjnych przed ich sfałdowaniem. Pierwsze palinspastyczne mapy paleogeograficzne i częściowo paleotektoniczne zostały już w Polsce wykonane dla Karpat fliszowych i Tatr. Wkrótce stanie przed nami zadanie dokonania rekonstrukcji palinspastycznych dla orogenu w podłożu platformy paleozoicznej na Niżu Polskim.

Analiza paleostrukturalna

O ile mapy paleotektoniczne i paleogeologiczne świetnie się nadają do syntetyzowania wyników badań i do planowania przyszłych badań, to do bieżących poszukiwań najbardziej przydatne są szczegółowe mapy paleostrukturalne, na których przedstawia się wiek i rozwój lokalnych struktur z uwzględnieniem danych, wynikających z analizy miąższościowej, facjalnej, formacyjnej oraz z analizy przerw i niezgodności.

Konstrukcja takich map pozwala na przedstawienie momentu rodzenia się struktur, maksimum ich rozwoju i zaniku, co prowadzi do powstania struktur pogrzebanych (ryc. 30). Należy zaznaczyć, że ogromna większość złóż ropy i gazu w Związku Radzieckim pochodzi właśnie ze struktur pogrzebanych, często niewykrywalnych metodami geofizycznymi, lecz możliwych do wykrycia po zastosowaniu kompleksowych metod litofacjalnych i paleotektonicznych.

Należy również zaznaczyć, że dzięki zastosowaniu tych metod jest ułatwiona właściwa lokalizacja otworów wiertniczych na znanych już strukturach. W Związku Radzieckim znane są przykłady nietrafiania w pułapki złożowe, z powodu przesunięcia się kulminacji struktury lub w ogóle zmiany planu strukturalnego na jakimś etapie, co nie zawsze jest możliwe



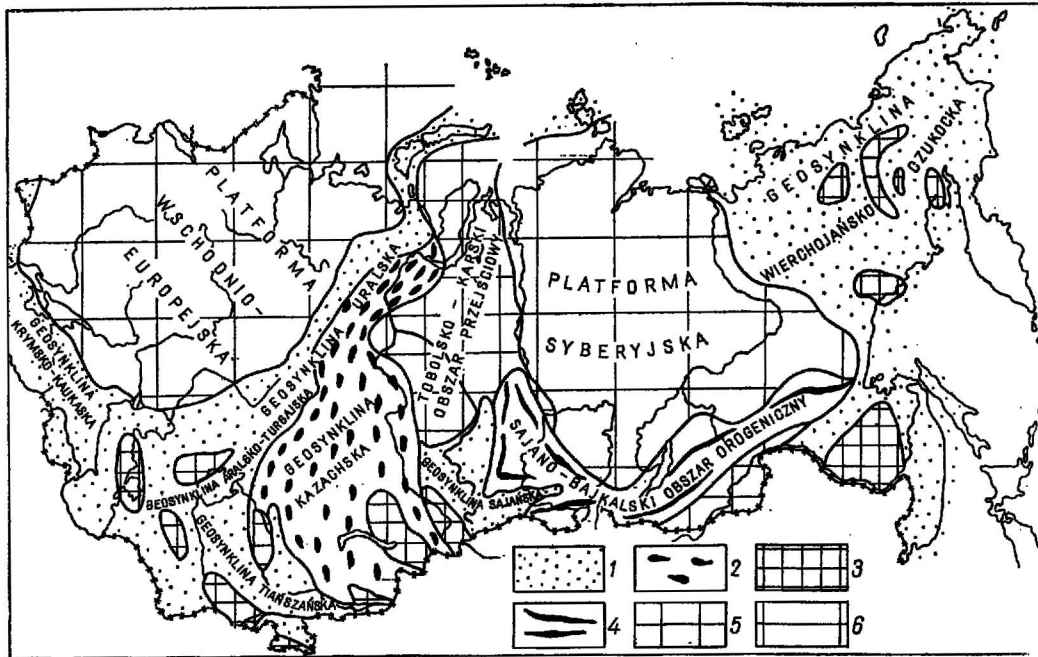
Ryc. 28. Mapa paleogeologiczna schyłku triasu w zachodniej części St. Zj., sporządzona dla dolnej powierzchni niezgodności przedjurajskiej. Wg Eardly'ego, 1949.

Fig. 28. Paleogeologic map at close of Triassic, after Eardly, 1949.

do wykrycia metodami geofizycznymi, a co wykrywa się dzięki kompleksowej analizie litofacjalnej i paleotektonicznej. Analiza taka szczególnie w odniesieniu do struktur solnych dobrze rozwija się w NRD (Meinhold, Reinhardt i Wienholz) i w Polsce (J. Sokołowski oraz R. Dadlez i S. Marek).

Nie same tylko struktury i geofizyka, lecz struktury + litologia i paleotektonika dadzą nam złoża ropy naftowej. Można to łatwo uzasadnić na konkretnych przykładach ze wszystkich regionów geologicznych Polski. W stosunku do każdego regionu istnieją zalecenia, dotyczące bardzo szczegółowych zagadnień metodologicznych i technicznych w badaniach geofizycznych. Problemy takie istnieją także i w geologii wglębnej, lecz nikt ich dotychczas nie poruszał.

Przyczyny takiego stanu rzeczy są bardzo różnorodne. Jedną z nich jest niewątpliwie fakt, że w programach nauczania geologii w szkołach wyższych nie są uwzględniane w dostatecznym stopniu potrzeby i metody kartowania wglębego, dostosowanego do potrzeb poszukiwań naftowych. Istniejące programy z zakresu tektoniki czy geologii strukturalnej koncentrują się głównie na problemach geologii powierzchniowej, ewentualnie z uwzględnieniem zdjęć lotniczych. Metodologia kartowania wglębego jest jednak zupełnie odmienna i wymaga specjalnego podejścia. Inną przyczyną jest wybitne przeciążenie pracą geologów Instytutu Geologicznego i przemysłu naftowego, co powoduje, że wykonywanie bieżących zadań planowych nie pozostawia czasu na studia metodologiczne. Brak jest zupełnie w języku polskim podręczników, czy praktycznych kompendiów z zakresu geologii strukturalnej i kartowania wglębego, tak licznych w literaturze amerykańskiej i radzieckiej. Autor niniejszego artykułu przygotowuje obecnie większe opracowanie pt.: „Rodzaje map geologicznych w geologii wglębnej i w poszukiwaniach naftowych”, w którym będą obszernie omówione i ilustrowane wzmiankowane tu ogólne zagadnienia metodologiczne oraz opisane metody sporządzania różnorodnych map geologicznych stosowanych w poszukiwaniach naftowych, których ilość przekracza setkę. W opracowaniu tym podana będzie także wyczerpująca literatura przedmiotu. Nie zmienia to jednak faktu, że należy

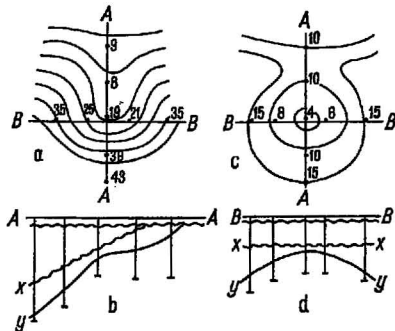


Ryc. 29. Schematyczna mapa rejonizacji paleotektonicznej ZSRR w ordowiku. Wg Sokolowa, Krilowa i in., 1966. Mapa ta w wersji kolorowej stanowi pomocną mapę wielkiej paleotektonicznej mapy ZSRR, wydanej w wersji wielokolorowej, która nie może być tu reprodukowana.

Strefy geosynklinalne: 1 — młogeo-synkliny, 2 — eugeo-synkliny, 3 — masywy wewnętrzne, 4 — epigeo-synklinalne obszary orogeniczne, 5 — obszary o przejściowym reżimie tektonicznym — od orogenicznego do platformowego, 6 — platformy.

Fig. 29. Scheme of main tectonic zones of the USSR during Ordovician. After Sokolov, Krilov and others, 1966. Colour version of this map is the auxiliary map of the great multicoloured paleotectonic map of USSR, that cannot be reproduced here.

Geosynclinal belts: 1 — młogeo-synclines, 2 — eugeo-synclines, 3 — median massifs, 4 — epigeo-syncline orogenic regions; 5 — regions of transition regime from orogenic to platform regime; 6 — platforms.



Ryc. 30. Wyznaczenie sklepienia pogrzebanego wyniesienia na podstawie analizy paleostrukturalnej. Wg Hawrysza, 1965.

Na izohipsowej mapie strukturalnej (a), skonstruowanej na podstawie charakterystycznego poziomu y, zaznacza się nos strukturalny. Dopiero sporządzenie mapy paleostrukturalnej (c), przedstawiającej miąższość warstw zawartych między poziomem y a powierzchnią niezgodności x — x, pozwala na wykrycie struktury pogrzebanej i jej sklepienia (por. przekroje b i d).

Fig. 30. Reconstruction of dome of the buried structure (paleostructure). After Havrysh 1965.

wprowadzić odpowiednie wykłady i ćwiczenia do programów nauczania geologii w szkołach wyższych oraz przeprowadzić specjalistyczne kursy dokształcające w Instytucie Geologicznym i przemyśle naftowym. W przyszłości należałoby opracować podręcznik kartowania węgłnego dla potrzeb poszukiwań naftowych, wraz z praktycznymi ćwiczeniami i zadaniami na konstruowanie poszczególnych typów map.

Na zakończenie należy zauważyć, że wszelkie mapy geologiczne, a szczególnie mapy stosowane w geologii węgłnej bardzo szybko się dezaktualizują. Ważne jest tylko to, by na każdym etapie ich wykonywania były

one poprawne metodologicznie oraz aby konieczność ich poprawiania wynikała tylko z powodu napływu nowych danych.

Przedstawione powyżej możliwości, kryjące się w szerokim zastosowaniu i upowszechnieniu nowoczesnych metod badawczych w geologii węgłnej, polegają przede wszystkim na użyciu map ilościowych zarówno litologicznych, jak i paleotektonicznych. Po wprowadzeniu i ugruntowaniu metodyki wykonywania tych map, należy się liczyć, mniej więcej od 1973 r. z koniecznością zastosowania techniki maszyn liczących. Zbliżyliśmy się w ten sposób do poziomu, jaki osiągnęli w tym czasie w Polsce badacze geofizyczne. Więcej ilościowych map litologicznych i paleotektonicznych, obok nowoczesnych metod geofizycznych — oto podstawowe hasło współczesnej geologii węgłnej.

SUMMARY

After analysis of the actual state in the cartographic methods in subsurface geology in Poland author concludes, that they are mostly imperfect in comparison with the level attained by the subsurface geology in the Soviet Union and United States, and are not very useful in the current oil and gas prospecting.

Improvement this state is possible by introduction to the practice quantitative lithological, paleotectonic and paleogeological maps. All these maps are tested tools in evaluation of subsidence (thickness analysis), in classification of basin (thickness and tectofacial analysis), in observation of changes in structural plans (paleogeologic maps) and fluid migrations (paleohydrodynamic maps) and in the discovering lithologic, stratigraphic and structural (paleostructural) traps. For these reconstructions are necessary not only isopach maps of preserved thicknesses, but also paleoizopach maps of primary thicknesses. Application of these quantitative methods

and maps to subsurface geology will permit to reach the actual level of prospecting geophysics in Poland. It is the fundamental condition in attainment the real success in the discovering of new oil pools in Poland.

Author's translation

РЕЗЮМЕ

Автор рассматривает состояние изучения глубинного геологического строения Польши и приходит к заключению, что по сравнению с СССР и США методы составления карт глубинного строения низменной части Польши несовершенны и в большинстве случаев непригодны для поисков нефти и газа. Во-первых, необходимо внедрить в практику составление количественных литологических (литофациальных) карт, позволяющих определять литологические ловушки. Кроме того такие карты дают возможность проводить объективные палеогеографические реконструкции, тоже пригодные для поисковых целей. Реконструкции позволяют определять участки последующего размыва

и выявлять фациальные зоны. Во-вторых, необходимо составлять палеотектонические карты, исходя из анализа мощностей, что поможет выявить погребенные структуры. Анализ мощностей, основанный на восстановлении первичных мощностей, а также формационный анализ, позволяют провести оценку степени погружения, тектоническую классификацию бассейнов и составить палеогидро-геологические карты градиентов, что является основой анализа путей миграции битумов. С другой стороны, палеогеологические карты, составленные для поверхностей несогласия, помогают вскрывать изменения структурных планов, пути миграции битумов и стратиграфические ловушки. Внедрение количественных методов, играющих важную роль в современной глубинной геологии, а также применение компьютеров для постройки количественных карт изолиний поможет глубинной геологии встать на уровень, достигнутый уже в Польше поисковой геофизикой. Только такие мероприятия могут гарантировать открытие новых месторождений нефти и газа в Польше.

Перевод автора