

O STOSUNKU KARPAT DO ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO W POLSCE

UKD 551.24(084.28+094.3) (438—13—024.51 + zapadliśko przedkarpackie)

Od 1968 r. w Zakładzie Geologii Naftowej Instytutu Wiertniczo-Naftowego AGH przeprowadzono szerokie prace nad wyjaśnieniem charakteru utworów miocenu, wypełniających zapadliśko przedkarpackie. Ze względu na ograniczoną ilość materiałów geologicznych (rdzenie wiertnicze) podstawą dla ciągłej korelacji tych utworów stały się wykresy profilowania geofizycznego otworów. Pozwoliły one na stworzenie jednolitego obrazu wykształcenia utworów miocenu autochtonicznego, co znalazło wyraz w kilku opracowaniach archiwalnych, wykonanych na zlecenie Instytutu Geologicznego. Skrócone wyniki tych badań były podane do wiadomości w 1973 r. przez S. Juchę i S. Wdowiarza (5) w czasie X Kongresu Karpacko-Bałkańskiej Asocjacji Geologicznej w Bratysławie oraz wykorzystane przez S. Wdowiarza (16) przy omawianiu budowy zapadliśka w dziele poświęconym tektonice Karpat i Bałkanów.

W miarę nasycania wierceniami obszaru zapadliśka na zewnątrz od brzegu Karpat, akcja poszukiwania złóż gazu przeniosła się na brzeżną strefę Karpat. Generalnym uzasadnieniem wierceń w tej strefie stało się stwierdzenie, że kontakt Karpat lub sfaldowanego miocenu z utworami miocenu autochtonicznego jest zasadniczą pułapką warunkującą nagromadzenie w nich największych ilości gazu. Od strony geologicznej wiercenia rzuciły światło na: 1) budowę brzeżnej strefy Karpat, do chwili obecnej na szerokości co najmniej 20 km, 2) zachowanie się powierzchni nasunięcia Karpat, 3) budowę strefy sfaldowanego miocenu, 4) wykształcenie utworów miocenu autochtonicznego pod Karpatami, 5) budowę podłoża paleomezozoicznego.

Aczkolwiek poglądy na temat nasunięcia północnych Karpat na przedgórze były wypowiedzane już przed kilkudziesięciu laty (V. Uhlig, 1907; W. Teisseyre, 1921), to jednak ich potwierdzeniem stały się dopiero wyniki coraz liczniejszych wierceń w brzeżnej strefie Karpat. Badania rozpoczęte w zachodniej części brzegu Karpat i przedgórze (14, 15) wykazały, iż utwory fliszowe jednostki śląskiej i podśląskiej leżą tu bardzo płasko na utworach dolnego badenu. Z końcem lat pięćdziesiątych i w latach sześćdziesiątych Oddział Karpacki IG wykonał 3 otwory z zadaniem wyjaśnienia stosunku Karpat do podłoża. Na południku Wieliczki były to: Rzeszotary IG 2 i Wiśniowa IG 1; w rejonie Przemysła otwór Cisowa IG 1. W pierwszym profilu stwierdzono (2, 3) płaskie występowanie fliszu w części brzeżnej i duży wzrost jego miąższości w głąb Karpat (2268 m) oraz obecność pod fliszem znacznej miąższości (400 m) utworów dolnego badenu zalegających na mezo-paleozoicznym podłożu. Pozwoliło to na ustalenie minimalnej amplitudy nasunięcia Karpat na profilu Wieliczki 17,5 km. Otwór Cisowa IG 1 (16) przewiercił 4010 m fliszu przykrywającego 240 m utworów górnego badenu, zalegających bezpośrednio na łupkach fyllitowych prekambriu. Otwór ten oznaczył amplitudę minimalną nasunięcia Karpat w rejonie Przemysła na profilu SW-NE 18 km.

Autor w ostatnich piętnastu latach zapoznał się z materiałami geologicznymi i geofizycznymi ważniejszych dla przedstawianego zagadnienia otworów, zwłaszcza w rejonie Przemysła, który był przedmiotem specjalnego opracowania dla górnictwa naftowego. W wielu wypadkach autor wykorzystał ustne informacje B. Ciska i J. Czernickiego dla odcinka Pilzno—Przemysł oraz w części zachodniej — E. Jawora i J. Knuczka. Kolegom tym należą się wyrazy serdecznego podziękowania. Ponadto znaczną pomoc-

cą był „Katalog wierceń Górnictwa Naftowego w Polsce”, opublikowany w latach 1970—1971.

Od prawie 20 lat obszar zapadliśka stał się obiektem intensywnych prac sejsmicznych, wśród których dominującą rolę spełniła sejsmika refleksyjna w wykonaniu Przedsiębiorstwa Geofizyki Górnictwa Naftowego. Wyniki tych prac były w różnych okresach syntetyzowane przez zespół pod kierunkiem A. Łąpinkiewicza, przede wszystkim jako mapy strukturalne stropu poziomemu anhydrytowego lub podbadeńskiej powierzchni zapadliśka. Wykazały one urozmaiconą budowę tej powierzchni bądź to jako paleorelief, bądź też jako wynik przemieszczeń dysjunktywnych. Dla wyznaczenia natomiast powierzchni nasunięcia fliszu na utwory miocenu sejsmika refleksyjna jest przydatna w niewielkim stopniu, gdyż powierzchnia ta nie jest jednorodna z punktu widzenia litologicznego i nie może być sejsmicznie śledzona. Dla konstrukcji przedstawionej mapy (ryc. 1) wykorzystano zatem tylko profile otworów w ilości ponad 160. Uzupełniające mapę strukturalną spągu nasunięcia Karpat przekroje w liczbie dziesięciu (ryc. 2 i 3) opracowano na podstawie map geologicznych oraz 70 profili otworów. Niestety nie wszędzie udało się przedstawić pełny przekrój brzeżnej części Karpat zarówno ze względu na zbyt duże odległości otworów, jak i komplikacje strukturalne w obrębie fliszu.

Zagadnienie stosunku Karpat do swego zewnętrznego zapadliśka ma bogatą literaturę bądź to o charakterze odcinkowym (głównie), bądź też w formie ujęć syntetycznych. Z tych ostatnich wymienić należy dociekania H. Świdzińskiego (13) na temat wielkości poziomych przesunięć w Karpatach, wśród których nasunięcie brzegu Karpat na miocen szacuje on na 12—15 km, uwagi M. Książkiewicza (8) na temat charakteru i deniwelacji podłoża brzeżnej części mas fliszowych, a wreszcie daleko idące sugestie, co do wielkości nasunięć jednostek fliszowych na zapadliśko przedkarpackie, wynikające z rozważań na temat rozwoju poszczególnych pięter miocenu, zwłaszcza dolnego (11).

Z kilku wymienionych na wstępie zagadnień autor zamierza rozpatrzyć przede wszystkim zachowanie się powierzchni nasunięcia fliszu na różne elementy przedpola, jako tej składowej budowy Karpat, której zachowanie się w pierwszej kolejności powinno wskazywać na zależność budowy od podłoża. Mapa strukturalna spągu nasunięcia Karpat, wykonana w oryginalnie w skali 1:200 000, obejmuje cały ich odcinek na terytorium Polski, a więc od obszaru na południe od Przemysła do regionu Cieszyna na zachodzie. Naniesiono na nią również główne rysy powierzchni podłoża miocenu na zewnątrz od granicy nasunięcia, na odcinku Przemysł—Kraków, uznając że jest to dostateczne na udokumentowanie tylko najogólniejszych zależności w zachowaniu się brzeżnej części Karpat od ukształtowania zapadliśka. Pominięto zatem na mapie zarys trzeciego elementu strukturalnego tej strefy, tj. jednostki sfaldowanego miocenu, dla której R. Ney (10) przyjął najogólniej nazwę jednostki stebnickiej. Uwzględniono ją jednak schematycznie na załączonych przekrojach. Uczyniono to nie tylko dlatego, że wspomniany autor podał szeroki materiał do charakterystyki tej jednostki, ale głównie dlatego, że nie wpływa ona zasadniczo na zachowanie się Karpat. Przy niektórych otworach wpisano również głębokość nawiercenia podłoża, co pozwala zorientować się w grubości utworów miocenu pod nasunięciem fliszowym.

Analizę mapy rozpoczęto od wschodu. Jak wiadomo na południe od Przemyśla brzeg Karpat ma kierunek południowy. Dla tego odcinka ważne są dwa otwory: Cisowa IG 1 i Leszczyny 1. Pierwszy z nich, usytuowany ok. 11 km na W od południowego brzegu Karpat, przewiercił 4010 m fliszu, następnie 272 m utworów (w tym ok. 70 m partii korzeniowej jednostki stebnickiej), leżących na łupkach fyliitowych prekambriu (17). Bardzo ciekawego profilu dostarczył drugi z wymienionych otworów, Leszczyny 1, położony najdalej ku południowi, w odległości 5,2 km od brzegu Karpat. Przewiercił on flisz na głębokości ok. 3000 m, wykazując średni zapad powierzchni nasunięcia 23° ku W. Jak wynika z załączonej mapy, jest to obszar największego zanurzenia czołowej strefy Karpat, co znalazło również potwierdzenie w profilach wierceń wykonanych w rejonie Starego Sambora (ZSRR). Poniżej fliszu otwór wszedł bezpośrednio w warstwy stebnickie, które budują (przekrój II-II) wyraźny skret synklijalny o grubości ok. 1300 m, o skrzydle brzusznym nieco zredukowanym*.

Jednostka stebnicka spoczywa tu z kolei na utworach autochtonicznego miocenu (baden górny?), o miąższości co najmniej 400 m (głębokość otworu na koniec 1975 r. — 4696 m). Wyznacza to jako minimalną amplitudę nasunięcia tej jednostki 20 km i pozwala jednoznacznie na oszacowanie szerokości jej basenu sedymentacyjnego na ok. 40 km. Ponieważ południowo-zachodnia granica miocenu autochtonicznego będzie znajdować się co najmniej 5 km od otworu Leszczyny 1 dalej ku SW, pierwotna granica wewnętrzna basenu stebnickiego wypadnie zatem na dzisiejszy odcinek górnego Sanu, tj. jeszcze dalej ku SW niż chciałoby to widzieć R. Ney (11; ryc. 3). W świetle danych sejsmicznych, uzyskanych wzdłuż granicy (przekrój I-I), podłoża utworów miocenu można się spodziewać w otworze Leszczyny 1, na głębokości ok. 5000 m**.

Wynik tego otworu potwierdza z jednej strony przypuszczenia o znacznej głębokości podłoża w tym obszarze, z drugiej zaś rzuca światło na zachowanie się ku zachodowi wewnętrznej części jednostki stebnickiej i chyba wyjaśnia tekstogenezę tzw. sigmoidy przemyskiej. Jest ona wynikiem najprawdopodobniej gwałtownej redukcji ku W miąższości warstw stebnickich na poprzecznym podniesieniu, które jest obecnie głęboko ukryte pod fliszem. Ta redukcja otworzyła drogę jednostkom fliszowym ku N (16).

Obszar Przemyśla należy do obszarów o najgłębszej siatce wierceń zarówno w brzeżnej strefie Karpat, jak i na zewnątrz. Elementy tej strefy (jednostka skolska) przyjmują tu ponownie kierunek NW, przy czym zachowują one charakter odkorzeniających się skib (przekroje III-III i IV-IV). Powierzchnia nasunięcia Karpat, poza stromym kontaktem z utworami miocenu autochtonicznego, zapada ku wnętrzu pod kątem ok. 10° , a szerokości otworu Cisowa IG 1 kąt ten maleje do 5° . Mimo licznych dyslokacji w podłożu i w pokrywających je utworach miocenu (przekrój III-III) powierzchnia nasunięcia fliszu zapada regularnie ku SW nie wykazując żadnych zaburzeń. Na takie wyjaśnienie pozwalają profile 10 otworów odwierconych na poprzecznym przekroju fliszu o długości 18 km. Wskazuje to, z jednej strony, na brak bezpośredniej zależności tektoniki miocenu i podłoża od nasuwającej się pokrywy fliszowej, z drugiej — zaś na starszy wiek tej tektoniki od ostatniego nasunięcia fliszowego. Przekroje II do IV pokazują jednocześnie, iż ogromna większość profilu utworów miocenu autochtonicznego reprezentująca dolny sarmat kontaktuje niezgodnie z płaszczyzną nasunięcia fliszu lub jednostki stebnickiej; jest to, jak autor określił w za-

cytowanej pracy, wynikiem tektonicznej erozji. Ruch dosuwczy Karpat odbywał się prawdopodobnie w długim okresie dolnego sarmatu i ustał bezpośrednio po zakończeniu sedymentacji.

Cały odcinek Karpat między Przemyślem a Rzeszowem charakteryzuje, mimo urozmaiconej budowy, bardzo spokojne zaleganie powierzchni nasunięcia, którą wierceniami rozpoznano na szerokości ponad 10 km. W części czołowej powierzchnia ta jest dosyć stroma, a w głąb Karpat przechodzi w wyraźnie płaską. Jednostka stebnicka zachowana jest na tym odcinku nierównomiernie, jako bardzo cienka, prawdopodobnie rozwalczona, jakby odwrócona powłoka fliszu. W rejonie Przemyśla pojawiają się dodatkowo w tej pozycji anhydryty. Ogólnie powierzchnia podłoża, zbudowanego na tej przestrzeni z utworów prekambriu, podnosi się wzdłuż czoła Karpat ku NW od wartości ok. —2400 m na SE od Przemyśla i —2200 m na N od tego miasta do —1600 m w okolicy Pruchnika, przy czym jest ona pocięta kilku poprzecznymi dyslokacjami. Największe z nich na W od Przemyśla dają w efekcie poprzeczny rów o głębokości prawie —4400 m (otwór P.136). Podniesienie podłoża koło Prudnika zaznacza się cofnięciem czoła Karpat o ok. 1,4 km, zanika ono jednak szybko w spągu fliszu, na co wskazuje przebieg izobat między otworami Drohobyczka 1 i 2.

Na NW od tej poprzecznej kulminacji podłoża ponownie zapada; na szczegółowych mapach sejsmicznych zaznaczono na tym odcinku wiele poprzecznych dyslokacji. Na E od Rzeszowa, na linii otworów Malawa—Albigowa 7, potwierdzono je na głębokości od —2500 do —2800 m, a więc ok. 1000 m głębiej niż w Pruchniku. Ok. 3 km na E od doliny Wisłoka zaznacza się przesunięcie brzegu Karpat ku N o ok. 2 km. W przebiegu spągowej powierzchni fliszu zjawisko to odpowiada, zgodnie z sugestią R. Ney (9), znacznej poprzecznej dyslokacji, która zapewne sięga 12—13 km w głąb górotworu. Na W od niej płaszczyzna nasunięcia, jak to widać z porównania profili otworów: Kielnarowa, Malawa, Zalesie i Rzeszów 4 podnosi się co najmniej o 500 m. Jednocześnie dyslokacja ta odpowiada w przybliżeniu wschodniemu morfologicznemu brzegowi zatoki rzeszowskiej, która w budowie powierzchniowej jest predysponowana zanurzeniem na tej linii kredowych jąder fałdów pod warstwami krośnieńskimi.

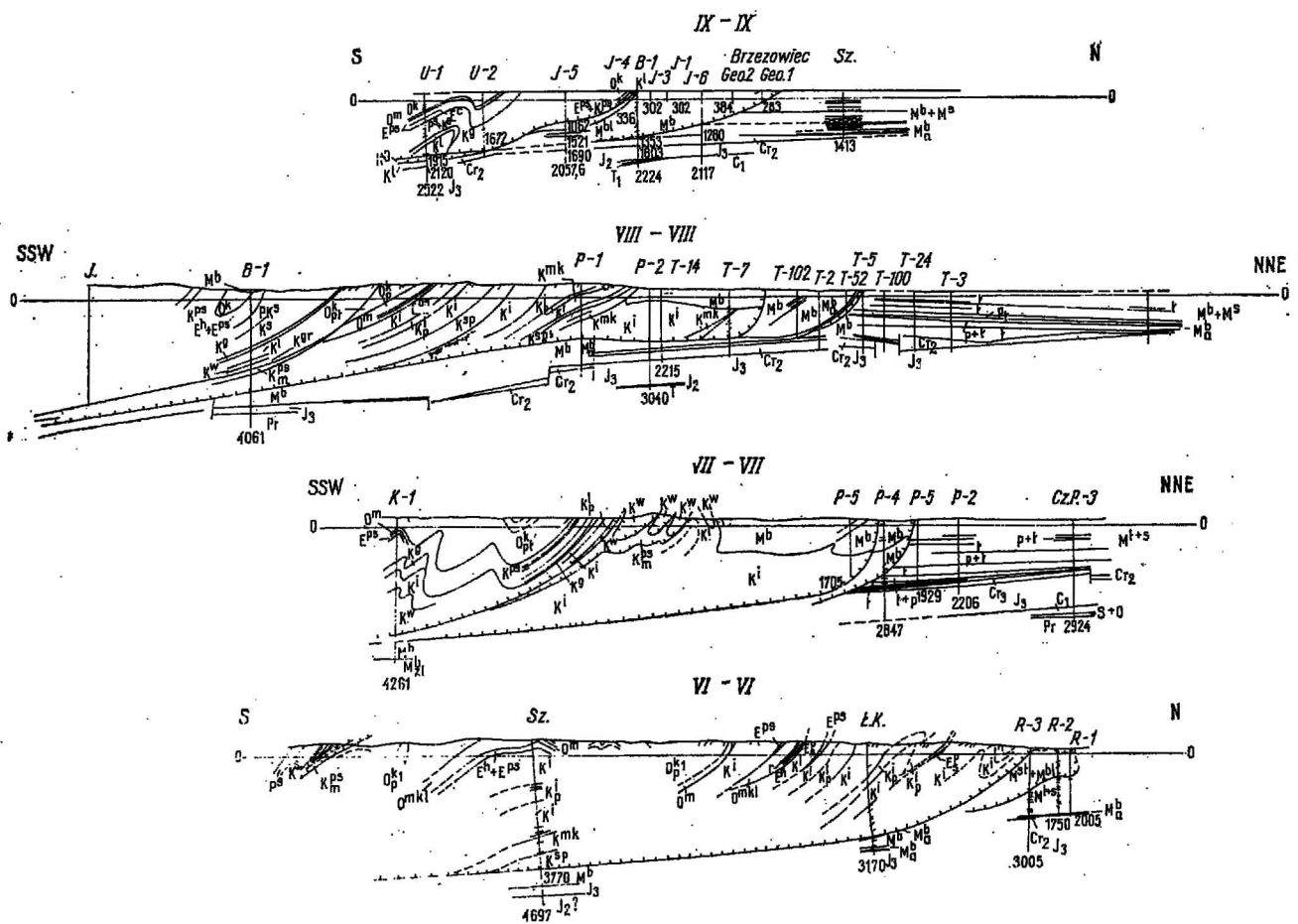
Jak wiadomo zatoka rzeszowska wypełniona jest utworami miocenu (badenu i częściowo dolnego sarmatu, T, Kuciński 1961), o grubości w środkowej części zatoki ok. 450 m. Odpowiada to jednocześnie gwałtownej zmianie grubości płaszcza fliszowego, która na szerokości otworu Kielnarowa po wschodniej stronie dyslokacji wynosi ok. 3300 m, po zachodniej natomiast tylko 2200 m (po odjęciu miocenu). Odwiercony w 1975 r. otwór Mogielnica wykazał dodatkowo, że w południowej części zatoki zaznacza się przegłębienie, w którym miąższość utworów miocenu wzrasta do 1000 m, przy zachowaniu podanej wyżej grubości utworów fliszowych. Warunki batymetryczne dna zatoki zilustrowano załączoną mapką oraz przekrojem V-V.

W świetle podanych faktów zatoka rzeszowska jest zjawiskiem inwersyjnym (przynajmniej w części wschodniej), w stosunku do powierzchni nasunięcia fliszu. Zrozumienie tego zjawiska jest bardzo trudne i nie może być ono rozpatrywane w żadnym wypadku na tle obecnego stosunku Karpat do podłoża, gdyż sama zatoka powstała kilkadziesiąt kilometrów ku S, na tle nieznanym nam zupełnie warunków strukturalnych podłoża.

Jeśli chodzi o jednostkę stebnicką, to została ona stwierdzona przez autora w 1963 r. w przekroju otworu Albigowa 6, na głębokości 1410—1640 m, jako zlepiefcowate lub drobnoziarniste piaskowce i mułowce czerwonobrunatne zapadające pod flisz, podścielone przez ok. 100 m grubości mułowce szarooliwkowe, silnie margliste, bogate w miki, które mogą już być warstwami balickimi. W następnym ku W przekroju na linii otworów Malawa—Albigowa 8 w otworze A.7, położonym tuż przy linii kontaktu fli-

* Obserwacje własne autora.

** Brak utworów fliszowych w jednostce stebnickiej nakazuje ostrożność w interpretacji łupków menilitowych w otworach Jaksmanice 10 i 25. Prawdopodobnie nie są one porwakami tektonicznymi, lecz oliściłtami w spągowej części warstw stebnickich.



Ryc. 1 i 2. Przekroje geologiczne brzeżnej części Karpat.

1. — jednostka śląska — oligocen — warstwy krośnieńskie $O_{i}^{k_3}$ poziom łupkowy, $O_{pi}^{k_2}$ poziom mieszany, $O_{p}^{k_1}$ poziom piaskowcowy, O^{m_1} łupki menilitowe, r rogowce, E^g margle globigerynowe; eocen — E^{ps} łupki pstre, E^z łupki zielone, E^o płaskowiec ciężkowicki; paleocen i kreda górna — p_i^s łupki istebniańskie, p^s płaskowce istebniańskie górne, PK_i^s margle i łupki istebniańskie dolne, K^s płaskowce istebniańskie dolne, K^g warstwy godulskie; kreda dolna — K^l warstwy Igockie, K^{l_3} warstwy Igockie górne, K^{l_2} warstwy Igockie środkowe, K^{l_1} warstwy Igockie dolne, K^w warstwy wierzowskie, K^{gr} warstwy grodzkie, K^o warstwy cieszynskie;

2 — jednostka podśląska — oligocen — O^k warstwy krośnieńskie, O^m łupki menilitowe, eocen, paleocen — E^h łupki zielonoszare, E^{ps} łupki pstre; kreda górna — K_m^{ps} margle -głowieckie, K^{ps} łupki czerwone i zielone; kreda dolna —

K^g warstwy gezowe, K^{l_3} łupki Igockie, K^{l_1} warstwy Igockie dolne, K^w warstwy wierzowskie; 3 — jednostka skolska — oligocen — warstwy krośnieńskie: $O_{i}^{k_3}$ poziom łupkowy, $O_{pi}^{k_2}$ poziom mieszany, $O_{p}^{k_1}$ poziom piaskowcowy, j łupki jasielskie, O^m łupki menilitowe, O^{kl} piaskowiec kłiwaki, r rogowiec; eocen — E^g margle globigerynowe, E^h warstwy hieroglifowe, E^{ps} łupki pstre; paleocen — P ility babickie i inne; kreda górna — K^l warstwy inoceramowe, K^b margle bakulitowe, K_p^i płaskowce grubo-ławicowe, K^{mk} margle krzemionkowe, K^{ps} łupki pstre; kreda dolna — K^{sp} łupki spaskie.

4 — zapadlisko przedkarpackie — utwory miocenu — M^s sarmat, M^b baden, M_a^b baden (poziom anhydrytowy), M^{bl} warstwy balckie, M^{st} warstwy stebnickie, M^{zl} zlepieńce (z Dubnika), M^{ls} ility solonośne, p piaskowce, pi piaskowce i łupki, ip łupki i piaskowce, l łupki. Podłoże zapadliska — Cr_2 kreda górna, J, jura górna, J₂ jura środkowa, T trias, C₁ karbon dolny, D dewon (D₁, D₂ D₃ dolny, środkowy, górny), S sylur, O ordowik, Pr prekamb.

szu z utworami miocenu, przewiercono od 0 do ok. 1150 serią złożoną z mułowców gruboślupliwych, ciemnoszarych i ilowców szarozielonych, silnie zlustrowanych, rzadko zlepieńców i piaskowców, która reprezentuje prawdopodobnie baden. W przekroju Wisłoka jednostka ta zaznacza się wyraźniej jako miocen zaburzony przed czołem fliszu, głębiej natomiast ma ona charakter rozwalcowanego do kilkudziesięciu metrów fałdu, zaznaczonego obecnością anhydrytów (przekrój V-V).

Na W od Wisłoka zaznacza się obniżenie powierzchni nasunięcia od —2045 m w otworze Rzeszów 4 do ok. —3000 m w otworze Zgłobień (flisz nie

przewiercony do —2930 m), który położony jest ok. 9.8 km na W od pierwszego. Odpowiada to również i deniwelacji podłoża, które w otworze Pobitno 2 osiągnięto na głębokości —2350 m, gdy w okolicy Trzciany zalega ono poza granicą fliszu, na głębokości —2800 m. Jest to niewątpliwie strefa największej subsydencji powierzchni podłoża, jaka miała miejsce w sarmacie dolnym. Jej wynikiem było nagromadzenie osadów tego piętra o miąższości ok. 3000 m. S. Jucha i S. Wdowiarz (5) zaproponowali dla tej strefy nazwę „rowu tektonicznego Rzeszowa”, zwracając uwagę, iż jest on inwersją w stosunku do tzw. „wyspy rzeszowskiej” (M. Komorowska-Błasz-

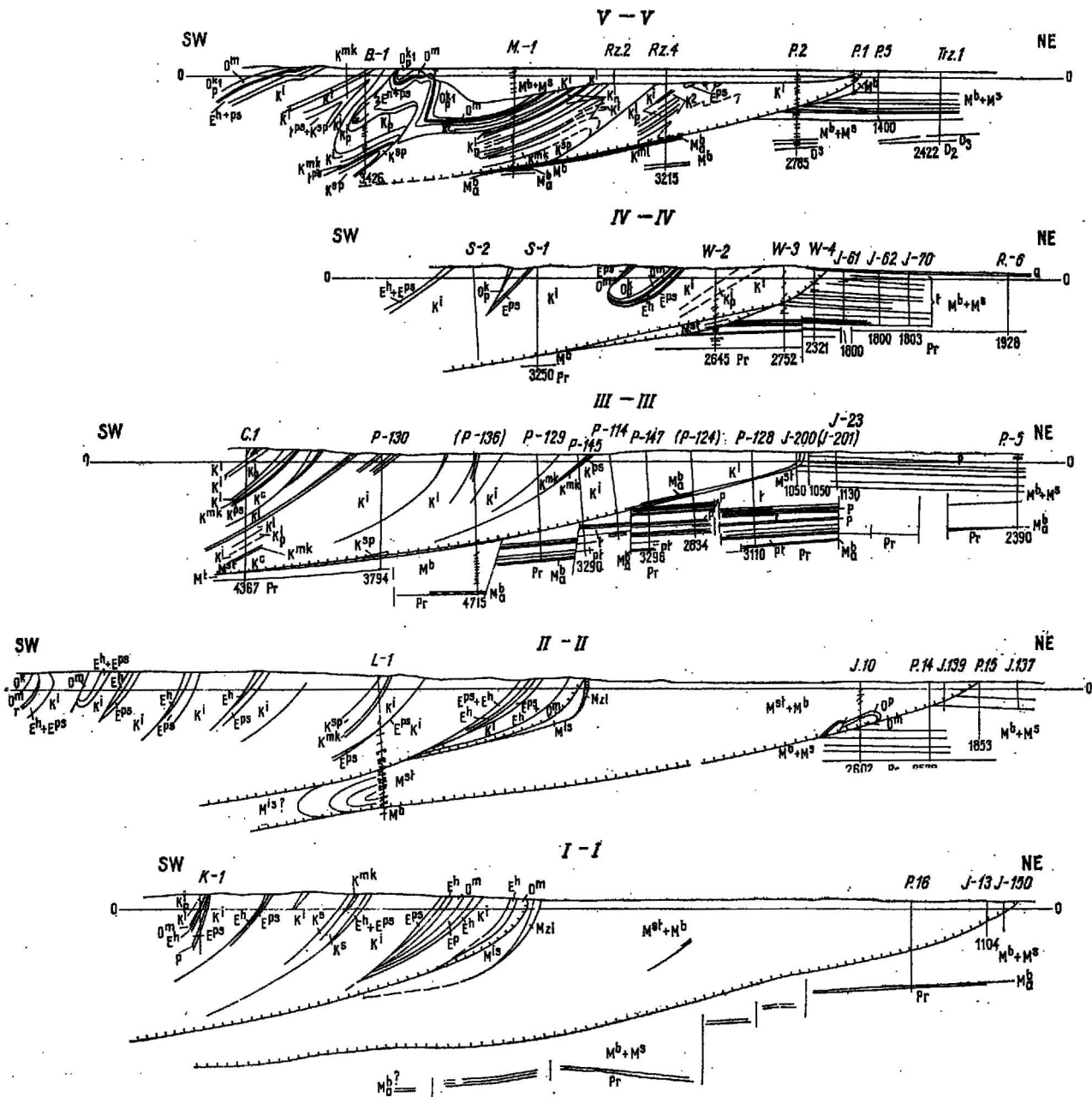


Fig. 1 and 2. Geological sections through marginal parts of the Carpathians.

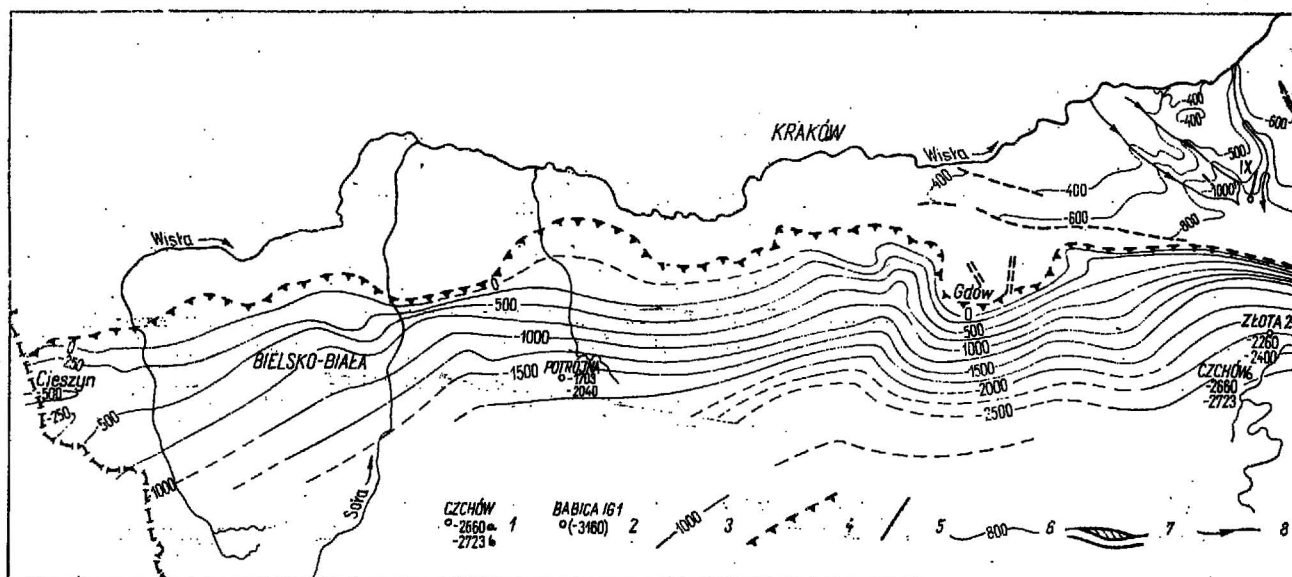
1 — Silesian unit — Oligocene — Krosno Beds O_1^{k3} shaly horizon, O_{pi}^{k2} mixed horizon, O_{pi}^{k1} sandstone horizon, O^m menilite shales, r — cherts, E^g — Globigerina marls; Eocene — E^{ps} mottled shales, E^s green shales, E^c — Cieżkowice sandstone; Paleocene — Upper Cretaceous — D_1^s Istebna shales, p^s Istebna upper sandstones, PK_1^s lower Istebna marls and shales, K^s lower Istebna sandstones, K^g Godulá beds; Lower Cretaceous — K^l Lgota beds, K^{l2} upper Lgota beds, K^{l1} middle Lgota beds, K^{l1} lower Lgota beds, K^w Wierzów beds, K^{gr} Grodzisk beds, K^c Cieszyn beds;

2 — SubSilesian Unit — Oligocene — O^k Krosno beds, O^m menilite shales, Eocene, Paleocene — E^h green-gray shales, E^{ps} mottled shales; Upper Cretaceous — K_m^{ks} Węglowiec marls, K^{ps} red and green shales; Lower Cretaceous — K^g gaize beds, K^{l2} Lgota shales, K^{l1} lower Lgota beds, K^w Wierzów beds;

3 — Skole unit — Oligocene — Krosno beds: O_1^{k2} shaly horizon, O_{pi}^{k2} mixed horizon, O_{pi}^{k1} sandstone horizon, j — Jasio shales, O^m menilite shales, O^{kl} Kliwie sandstones, r — chert; Eocene — E^g Globigerina marls, E^h hieroglyph beds, E^{ps} mottled shales; Paleocene — P Babica and other clays; Upper Cretaceous — K^i Inoceram beds, K^b Baculites beds, K_p^i thick-bedded sandstones, K^{mk} siliceous marls, K^{ps} mottled shales; Lower Cretaceous — K^{sp} Spała shales;

4 — Carpathian Foredeep — Miocene — M^s Sarmatian, M^b Badenian, M_b^b Badenian (anhydrite horizon), M^{bl} Balice beds, M^{st} Stebnica beds, M^{zl} conglomerates (from Dubnik), M^{is} salt-bearing clays, p sandstones, pl sandstones and shales, ip shales and sandstones, l — shales;

Substratum of the Foredeep — Cr, Upper Cretaceous, J, Upper Jurassic, J₂ Middle Jurassic, T Triassic, C, Lower Carboniferous, D Devonian (D_1 , D_2 , D_3 — Lower, Middle and Upper, respectively), S — Silurian, O — Ordovician, Pr — Precambrian.



Ryc. 3. Mapa strukturalna spągu nasunięcia Karpat. 1a — głębokość spągu nasunięcia fliszu, b — głębokość paleo-mezozoicznego podłoża, 2 — głębokość dna otworu (utwory fliszu nieprzewiercone), 3 — izobata nasunięcia

fliszu, 4 — brzeg Karpat, 5 — dyslokacja, 6 — izobaty stropu podłoża zapadliska przedkarpackiego, 7 — dyslokacje i strefy dyslokacyjne, 8 — doliny na powierzchni przedbadeńskiej, 9 — profil geologiczny.

czyńska, 1965). Być może, że przy dalszym zagęszczeniu otworów w obszarze Mogielnica—Złobień zajdzie konieczność wprowadzenia tu poprzecznej dyslokacji. Należy podkreślić, że opisane zjawiska nie odbijają się w ogóle w budowie geologicznej najlepiej prześledzonego na powierzchni fałdu Babicy.

Wglębną budowę dalszego odcinka brzeżnej strefy fliszu rozpoznano na szerokości ok. 15 km, dzięki otworom: Łączki Kucharskie, Szufnarowa i Kowalowy. Podobnie jak i w części wschodniej, płaszczyna nasunięcia fliszu leży dość stromo w części czołowej, z wyjątkiem okolic Ropczyce, gdzie stwierdzono wierceniami płaskie wylanie utworów fliszowych ku N (przekrój VI-VI). Jednocześnie na odcinku Sędziszów—Ropczyce stwierdzono występowanie jednostki stebnickiej***. I tak, w otworze Sędziszów 9 pod fliszem na głębokości 880—1200 m zanotowano sfaldowanie utwory miocenu, a wśród nich od 930 do 1100 m (głębokości przybliżone) obecność warstw balickich. Jest to pierwszy punkt, w którym warstwy balickie są otulone od góry i od dołu przez miocen „szary”, należący prawdopodobnie do badenu. Jednostka ta rozrasta się w głąb, na co wskazuje profil otworu Sędziszów 3, w którym przewiercono ponad 700 m tej jednostki. Prawdopodobnie ku S ulega ona wyciśnięciu, czego dowodzi następny dość dobrze udokumentowany przekrój na linii Ropczyce—Szufnarowa. W otworach Ropczyce 1, 2 i 3 przewiercono pod fliszem leżący fałd o grubości ok. 850 m, zbudowany w całości z warstw balickich i stebnickich (przekrój VI-VI). Ulega on ku S odkorzeniu, tak że w otworze Łączki Kucharskie, pod fliszem, przewiercono tylko anhydryty, a dalej w tym kierunku, w otworze Szufnarowa, flisz kontaktuje bezpośrednio z autochtonicznymi utworami badenu. Pojawianie się anhydrytów, niezależnie od jednostki stebnickiej sensu stricto, nasuwa się myśl, że pod fliszem istnieją dwie jednostki sfaldowanego miocenu — wyższa, w budowie której biorą udział warstwy stebnickie lub balickie i niższa z odpowiednikami litostratygicznymi miocenu autochtonicznego.

Na W od rowu Rzeszowa podłoża zapadliska dźwiga się prawdopodobnie dyslokacyjnie i w rejonie Czarnej Sędziszowskiej zalega na głębokości ok. —2000 m a w Ropczycach splaya się do —1800 m. Te znaczne wahania w głębokości podłoża nie znajdują zasadniczo odzwierciedlenia ani w przebiegu linii nasunięcia, ani w grubości nasuniętego fliszu. Utwory miocenu autochtonicznego mają na szerokości Szufnarowej ok. 500 m miąższości.

*** Autor sam zapoznał się z rdzeniami z otworów.

W kierunku Pilzna czoło jednostki skolskiej cofa się ok. 3 km ku wnętrzu Karpat, aczkolwiek w podłożu, które na przekroju Pilzna (przekrój VII-VII) zalega na głębokości ok. 1800 m nie zachodzą żadne zmiany warunkujące to cofnięcie. Stromo ustawiona powierzchnia nasunięcia łagodnieje ku S i w odwiercie Kowalowy, położonym 14 km od brzegu Karpat została przewiercona na głębokości —3282 m. Uderza tu znaczna miąższość utworów autochtonicznego miocenu (co najmniej 650 m), w którego spągu wystąpiły utwory zlepnicowe o grubości ponad 150 m (nie przewiercone). Około 1,5 km na W od otworu P.W.8 przebiega w spągu fliszu potężna dyslokacja, której wynikiem jest cofnięcie brzegu Karpat o ok. 1 km i podniesienie płaszczyny nasunięcia ok. 1000 m. Odpowiada to tylko w niewielkiej mierze zachowaniu się podłoża, które od Pilzna, gdzie zalega na —1800 m, podnosi się do Tarnowa do ok. —1250 m; tj. o 500 m. Wydaje się, że ważniejszą rolę odgrywać zaczyna strefa sfaldowanego miocenu, która wprawdzie w przekroju Pilzna ma szerokość ok. 1 km, zwiększa się ona jednak w przekroju Tarnowa (przekrój VIII-VIII) do 2,8 km. Ze względu na podgięcie powierzchni nasunięcia (otwór Pleśna 1) miąższość autochtonicznego miocenu rośnie do 750 m i jeszcze 15 km od brzegu Karpat (otwór Brzozowa) wynosi 400 m. Na odcinku Pilzno—Tarnów brzeżna część fliszu, w tym prawie cała jednostka skolska, jest maskowana przez utwory miocenu, których miąższość przekracza nawet 1000 m. Wspomniane odwiercie: Kowalowy oraz Brzozowa, zlokalizowane na jednostce śląskiej, pozwoliły stwierdzić w profilu pierwszego z nich zupełne wyciśnięcie jednostki podśląskiej oraz redukcję jednostki skolskiej do niepełnych 200 m, w profilu drugim jednostka podśląska reprezentowana jest przez margle węglowieckie 100 m grubości, a skolska przez warstwy inoceramowe ok. 500 m grubości, z tendencją do zupełnego odkorzenia tej jednostki.

Dyslokacja na W od Tarnowa, znana również z obserwacji terenowych, została uściślona na podstawie profilów otworów na polu gazowym Tarnów. Czoło Karpat cofa się na dyslokacji ponad 3 km ku S, a płaszczyna nasunięcia jest za dyslokacją nieco bardziej stroma, lecz również z tendencją do spłaszczenia w głąb. Wskazują na to otwory Złota 2 i usytuowany 14,5 km od czoła fliszu Czchów 1, który przebił flisz na głębokości —2660 m; natomiast odległy od czoła Karpat ok. 20 km otwór Sieskierzyna IG przewiercił wprawdzie jednostkę śląską na głębokości 4674 m, ale nie wyszedł z fliszu

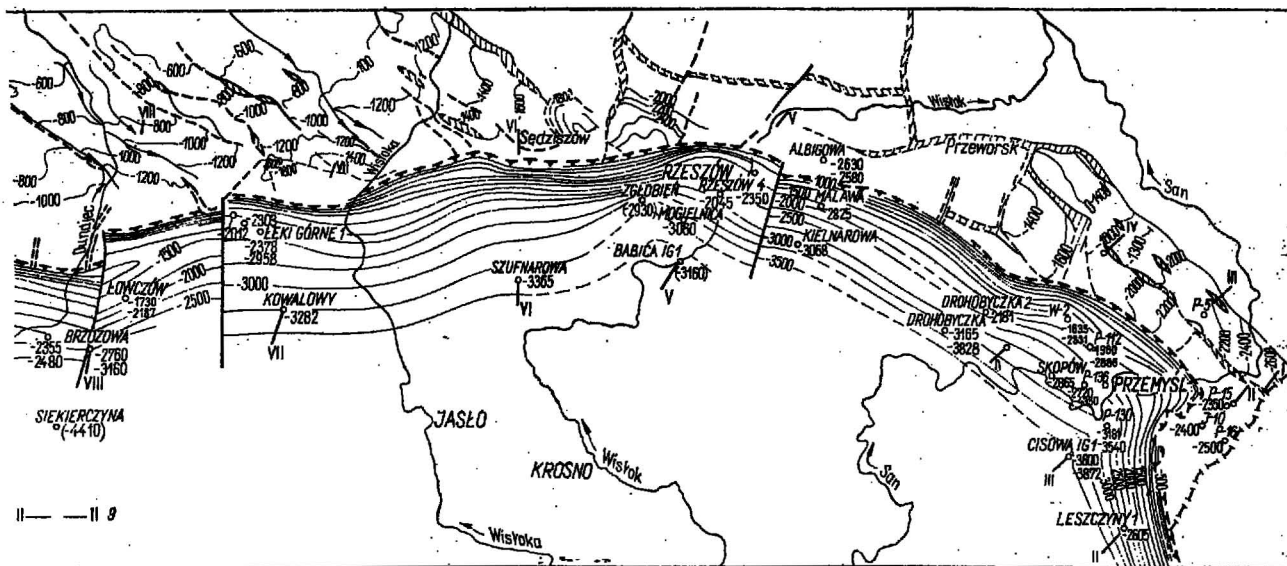


Fig. 3. Structural map of the basal surface of the Carpathian overthrust.

1a — depth of the base of Flysch overthrust, b — depth of Paleomesozoic basement, 2 — depth of drilling (which did

not penetrate the Flysch), 3 — isobath of Flysch overthrust, 4 — margin of the Carpathians, 5 — dislocations, 6 — isobaths of the top surface of Carpathian Foredeep basement, 7 — dislocations and dislocation zones, 8 — valleys in the surface of Badenian substratum, 9 — geological section.

do głębokości 4809 m (—4410 m). Dyslokacja zdaje się zmniejszać amplitudę ku S.

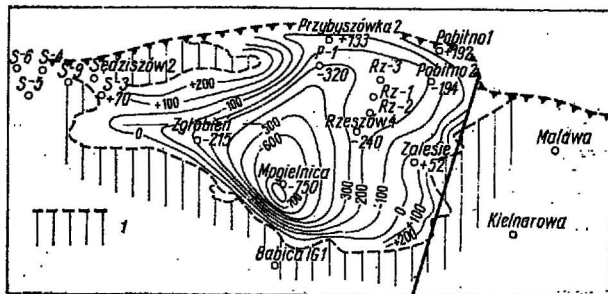
Na W od dyslokacji, ponad trzykrotnie w stosunku do odcinka Tarnowa, rozszerza się jednostka sfałdowanego miocenu, osiągając w przekroju Dunajca szerokość 7 km. Jej grubość, między granicą fliszu i częścią czołową ustawioną prawie pionowo, wynosi 1600 m. Do czoła tej jednostki przylegają nachylnie ku N utwory miocenu autochtonicznego, analogicznie jak i w części wschodniej. Pod czołową częścią sfałdowanego miocenu są one zredukowane do ok. 150 m, narastają jednak w kierunku Karpat.

Jest rzeczą zmienną, że położony u czoła Karpat otwór Wojnicz 1 nie osiągnął podłoża do głębokości 2205 m, natomiast 3,3 km ku S położony otwór Olszyny 1 nawiercił je na głębokości 2064 m, odcinek ten ma zatem charakter depresyjny. Wyklucza to więc przypuszczenie o wpływie podłoża na cofnięcie się ku S brzegu Karpat i jednostki śląskiej, natomiast zjawisko to związane jest raczej z szeroko rozbudowaną strefą sfałdowanego miocenu. Przypuszczalnie taki obraz budowy geologicznej fliszu istniał już przed ostatnią fazą fałdowania, która miała charakter przede wszystkim ruchu dosuwawczego en bloc.

Tak naszkicowany obraz utrzymuje się przez kilkanaście kilometrów na W od dyslokacji. Jednostka sfałdowanego miocenu powoli się zęża, do 4,3 km w przekroju Jadownik, a powierzchnia nasunięcia na miocen autochtoniczny wyraźnie łagodnieje (przekrój IX-IX). W tym obszarze dwa fakty są bardzo charakterystyczne, tj. pojawienie się między fliszem a sfałdowanym mioceniem utworów charakterystycznych dla jednostki stebnickiej oraz zupełny brak utworów miocenu w otworze Uszew 1. To ostatnie zjawisko wydaje się mieć szersze rozprzestrzenienie, jeśli uwzględni się coraz mniejsze ilości miocenu w otworach Zakliczyn, Złota 2 i Czchów, położonych na SE od Uszwi.

Na tym odcinku obserwuje się gwałtowne podniesienie powierzchni podłoża wzdłuż czoła fliszu od ok. 2200 m w przekroju Dunajca do 1400 m w regionie Jadownik. Izobaty spągu fliszu odchylają się ku SW, powierzchnia nasunięcia się wypłaszcza i spłyca, co widać na odcinku otworów Lepuszna i Wiśnicz St. 1, na którym to spłylenie osiąga wartość ponad 600 m, przy czym jest to wynikiem nie tyle podniesienia powierzchni podłoża o ok. 200 m, lecz raczej ponad trzykrotnego wzrostu miąższości utworów miocenu. Na przekroju Wiśnicz—Łąka przewiercano do 900 m miąższości utwory miocenu (np. otwór Ł.2).

not penetrate the Flysch), 3 — isobath of Flysch overthrust, 4 — margin of the Carpathians, 5 — dislocations, 6 — isobaths of the top surface of Carpathian Foredeep basement, 7 — dislocations and dislocation zones, 8 — valleys in the surface of Badenian substratum, 9 — geological section.



Ryc. 4. Mapa izobat spągu utworów miocenu w zatoce rzeszowskiej.

1 — utwory fliszowe.

Fig. 4. Map of isobaths of the base of the Miocene in the Rzeszów Bay.

1 — Flysch deposits.

Niestety sprawa przejścia jednostki sfałdowanego miocenu ku W. w miocen Wiśnicz, Łąki i dalej zatoki gdowskiej nie znalazła w dotychczasowej literaturze właściwego wyjaśnienia. Wprawdzie E. Jawor, W. Jawor i J. Kruczek (4) rozdzielił utwory miocenu pod fliszem na sfałdowane u góry i autochtoniczne u dołu, nie wyjaśniają jednak bliżej tego zjawiska. Autor na podstawie własnych obserwacji rdzeni uważa, że pod fliszem występuje jednostka sfałdowanego miocenu o grubości ok. 250 m, którą można uważać za południowe przedłużenie jednostki sprzed czoła Karpat. Zalegający poniżej autochton byłby przedłużeniem miocenu, tj. dolnego badenu zatoki gdowskiej.

Należy podkreślić, że na dobrze udokumentowanym przekroju Wiśnicz—Łąka powierzchnia nasunięcia fliszu regularnie zapada ku S, nie biorąc zupełnie udziału w dyslokacjach podłoża, które wspomniani autorzy wyznaczyli na podstawie wyników badań sejsmicznych. Należy jeszcze podkreślić, iż w obszarze Brzeska zanika jednostka skolska (co nie wpływa na istotę rozpatrywanego zagadnienia), stąd zewnętrzna część strefy fliszowej zbudowana jest z utworów jednostki śląskiej, jednostka podślaska pojawiająca się bądź u jej czoła albo w oknach tektonicznych odgrywa rolę drugorzędą. Podkreślano już zmianę w tym obszarze stylu poszczególnych elementów jednostki śląskiej polegającą na przejściu głęboko zakorzenionych fałdów ku zachodowi w płaskie porożywane kry. Taki styl tektoniczny utrzymuje się i dalej ku zachodowi.

„Guz” dolnobadeński zatoki gdowskiej spowodował cofnięcie czoła fliszu ku S o 7 km. Budowa geologiczna fliszu i jego podłoża została w tym obszarze wyjaśniona wstępnie przy wyzyskaniu wyników otworów Rzeszotary IG 2 i Wiśniowa IG 1 (2, 2), a następnie przez szereg otworów na W i WS od zatoki. Okazało się, iż płaszczyna nasunięcia Karpa zalega tu bardzo płasko (np. w otworze Rzeszotary 2 — 4,5 km od granicy nasunięcia flisz przewiercono na głębokości 176 m) i stromieje dopiero poza równoleżnikami Gdowa na S od Dobczyc. W otworze Wiśniowa IG 1, położonym 17,2 km ku SSE od Rzeszotary, utwory fliszu o skomplikowanej budowie przewiercono na głębokości 2268 m. Z kolei do głębokości 2691 m, tj. 423 m przewiercano utwory miocenu, którym W. Szot przypisała wiek dolnobadeński, z dolnym opolem w części wyższej i górnym na dole. Takie ułożenie utworów miocenu nasuwa autorowi myśl, iż pod fliszem (co najmniej do głębokości 2465 m) występuje jednostka sfałdowanego miocenu, spoczywająca na miocenie autochtonicznym.

Znamiennie zachowuje się powierzchnia nasunięcia fliszu na południku Krakowa, a przesledzono ją tu na szerokości ponad 25 km. W odległości ok. 11 km od czoła leży ona na głębokości —1000 m, aby w otworze Trzebnia IG 1 (ok. 20 km od czoła) obniżyć się do —2530 m, skąd na szerokości prawie 6 km obniża się ona zaledwie o 118 m, gdyż w otworze Tokarnia IG 1 przewiercono ją w — 2648 m. Pod fliszem utrzymują się tu znacznej grubości utwory miocenu (np. otwór Trzebnia 2 ponad 660 m), przy czym charakter tych utworów w interwale górnych 250 m wskazuje, iż należą one do jednostki sfałdowanego miocenu. Część autochtoniczna spoczywa na wapieniach jury górnej.

Dalsze spłaszczenie powierzchni spągowej fliszu dokonuje się na przekroju Skawy, gdzie izobata —1000 m leży ok. 15 km od czoła Karpat. W kierunku Suchoj powierzchni leży prawie zupełnie płasko, obniżając się od otworu Potrójna do otworu Sucha Beskidzka IG 1, tj. na odcinku 8,5 km o 137 m. Ogromnie interesujący jest profil tego ostatniego otworu****. Utwory fliszowe przebito tu na głębokości ok. 2200 m, następnie wiercono do 2240 m w mułowcach brunatno-oliwkowych ze zlepiancami typu warstw balickich. Poniżej otwór wszedł w młodszą, szarą utwory miocenu, które być może do głębokości ok. 2400 m należą do sfałdowanego miocenu. Leżą one na autochtonicznych utworach miocenu, które wykształceniem daleko odbiegają od znanych autorowi z innych otworów. Mogą one stanowić przedmiot oddzielnego studium.

Na dalszym odcinku po zachodnią granicę państwową, a więc ok. 65 km długim obserwuje się coraz łagodniejsze nachylenie powierzchni nasunięcia Karpat ku S. W obszarze Soły, w odległości 22 km od czoła, w odwiercie Łodygowice IG 1 (12), przewiercono flisz jednostki śląskiej i podśląskiej na głębokości 1715 m (—1340 m), a podłoża zbudowane głównie z gnejsów, oddzielone jest mioceniem (?) o grubości zaledwie kilku metrów. Na W od tego otworu, w otworze Ustroń 1 (15 km od czoła), spąg fliszu leży na głębokości —739 m. W obszarze cieszyńskim obserwuje się nawet wtórne podniesienie powierzchni nasunięcia powyżej 200 m. W tej strefie otwór Puńców 1 wszedł bezpośrednio pod fliszem, na głębokości 645 m, w warstwy brzeźne karbonu górnego (7), wyznaczając tzw. wał cieszyński. Ku E, jako elewowana forma paleoreliefu podłoża, przedłuża się on równoleżnikowo przez Ustroń ku Łodygowicom i, jeśli uwzględnić stosunki geologiczne pod nasunięciem fliszowym na terenie Czechosłowacji, stanowi południową granicę zasięgu utworów badenu.

WNIOSKI

Po przesledzeniu powierzchni nasunięcia Karpat na długości 330 km na tle zachowania się podłoża paleo-mezozoicznego, jego pokrywy miocenińskiej i

**** Rdzenie z niego oglądałem dzięki uprzejmości doc. dr A. Ślęczki.

strefy sfałdowanego miocenu nasuwają się następujące wnioski:

1. Powierzchnia nasunięcia Karpat, jej ukształtowanie i głębokość zależy najogólniej od zachowania się podłoża, w szczególności jest od tego podłoża niezależna.

2. Przedstawia ona na ogół powierzchnię ciągłą z trzema wyjątkami (rejon Rzeszowa i Tarnowa), gdzie konieczne stało się wprowadzenie dyslokacji.

3. Ze względu na zachowanie się tej powierzchni głębokość Karpat rośnie z W ku E, osiągając swoje maksimum na S od Przemyśla.

4. Wszelkie kulminacje i depresje lokalne zaznaczone na powierzchni w obrębie fliszu, są najprawdopodobniej przypadkowe i mogą wynikać ze spazmowania osi podłużnej górotworu.

5. Powstały one daleko na południu w nie znanych warunkach strukturalnych podłoża, nie mogły więc być podyktowane warunkami, w jakich znajdują się obecnie.

6. Przed czołem fliszu i pod nim istnieją prawdopodobnie dwie jednostki sfałdowanego miocenu — wyższa, w której udział biorą warstwy balickie lub stebnickie (dochodzi ona na W aż do Suchoj Beskidzkiej) i niższa z utworami badenu i ewentualnie dolnego sarmatu (na W dochodzi ona co najmniej po rejon Wiśniowej). Jednostki te częściowo się zastępują.

7. Jak wykazały badania autora nad mioceniem zapadliska, najniższa część utworów tego miocenu wypełnia w zasadzie nierówności paleoreliefu i deniwelacje powstałe w wyniku przemieszczeń pionowych przedbadeńskiej powierzchni zapadliska. Nasuwający się flisz dokonał głębokiej „erozji”, zwłaszcza młodszych osadów (dolny sarmat), w wyniku czego na ogromnej większości powstałego kontaktu ma on charakter czasem nawet prostopadłej niezgodności. Utwory miocenu przejęły na siebie rolę „amortyzatora”, między nasuwającymi się Karpatami a podłożem.

8. Ze względu na to, że pod flisz wchodzi od W ku E coraz to młodsze ogniwa miocenu należy się zgodzić z S. W. Alexandrowiczem (1), że „ostatnia faza ruchów płaszczowinowych na brzegu polskich Karpat przesuwiała się w tortonie i sarmacie od zachodu na wschód”.

9. Konsekwentne zapadanie powierzchni nasunięcia ku S wyklucza w zasadzie możliwość przyjęcia sugestii, co do grawitacyjnego speływania Karpat.

10. Szwierdzona wierceniami amplituda nasunięcia fliszu wynosi 27 km, w rzeczywistości jest ona zapewne co najmniej dwukrotnie większa.

Prof. dr Stanisław Wdowiarz
Akademia Górniczo-Hutnicza
Instytut Wiertniczo-Naftowy
al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

LITERATURA

- Alexandrowicz S. W. — Przejawy tektoniki miocenińskiej w Zagłębiu Górnośląskim. Acta geol. pol. PAN, vol. 14, 1964, nr 2.
- Burtan J. — Wiercenie Rzeszotary 2. Kwart. geol. 1962, nr 2.
- Burtan J. — Problem Karpat fliszowych i głębokiego podłoża w oknie tektonicznym Wiśniowej. Biul. Inst. Geol., 1974, nr 273.
- Jawor E., Jawor W., Kruczek J. — Geologiczne warunki występowania gazu ziemnego pod Karpatami na S od Bochni. Prz. geol. 1972, nr 12.
- Jucha S., Wdowiarz S. — Corrélation lithostratigraphique des dépôts miocènes dans la dépression précarpatique en Pologne. Carp.-Balk. Geol. Ass. X Congress Bratislava, 1974.
- Katalog wierceń Górnictwa Naftowego w Polsce. T. I, cz. 1—4. Warszawa, 1969, 1970.
- Konior K., Tokarski A. — Nowy wgłębny reper na południe od Cieszyna. Biul. Inst. Geol., 1959, nr 140.

8. Książkiewicz M. — Budowa geologiczna Polski. T. IV, cz. 3 Karpaty. Inst. Geol. Wyd. Geol., 1972.
9. Ney R. — O wglębnym przekroju wschodniej części zatoki rzeszowskiej. Geof. i Geol. naft. 1965, nr 10—12.
10. Ney R. — Rola rygla krakowskiego w geologii zapadliska przedkarpackiego i rozmieszczeniu złóż ropy i gazu. Pr. geol. Kom. Nauk. Geol. PAN, 1968, nr 45.
11. Ney R., Burzewski W., Bachleda T. i in. — Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego. Ibidem, 1974, nr 82.
12. Nowak W. — Wstępne wyniki z otworu badawczego Łodygowice IG 1. Kwart. geol., 1974, nr 4.
13. Świdziński H. — O rozmiarach przesunięć poziomych w północnych Karpatach fliszowych. Roczn. Pol. Tow. Geol., t. 41, z. 1, 1971.
14. Tokarski A. — Wglębna tektonika fliszu cieszyńskiego. Acta geol. pol., vol. 4, 1954, nr 3.
15. Tołwiński K. — Główne elementy tektoniczne Karpat z uwzględnieniem górotworu Salidów. Ibidem, vol. 6, 1956, nr 2.
16. Wdowiarz S. — Tectonics of the Carpathian Balkan Regions the Carpathian Foredeep. Geol. Inst. of Dionyz Stur, Bratislava, 1974.
17. Wdowiarz S. et al. — Budowa geologiczna jednostki skolskiej i jej podłoża w profilu otworu Cisowa IG 1. Biul. Inst. Geol., 1974, nr 273.

SUMMARY

During that last 20 years several deep drillings were made in the external part of the Flysch Carpathians in Poland. The majority of these drillings penetrated Flysch deposits and underlying folded autochthonous Miocene and top parts of Paleomesozoic or Precambrian substrata. The tectonics of the substrata and autochthonous Miocene and its relation to the overthrust Flysch series are the subject of vivid discussion.

On the basis of borehole profiles the author prepared map of the base of the overthrust for a belt about 30 km wide on the west and up to 15 km wide on the east and 300 km long, in the scale 1:200 000. The map is also based on several geological section. On these sections there are also presented the zone of folded Miocene, autochthonous Miocene and basement versus structural map of the top surface of the basement, as revealed by the geophysical surveys of the oil industry.

Analysis of these data has shown that the depth of overthrust plane generally depends on position of the substrata and that the plane appears to be independent of dislocations in the substrata. Autochthonous Miocene deposits are deeply tectonically "eroded" at the contact with the Carpathians or the folded Miocene and they as a rule lay flat with some uplift towards the Carpathians at shallower depths and sloping under the Carpathians at greater depths. A structural map of the surface of overthrust of Flysch deposits in the scale 1:500 000 and some cross-sections are enclosed.

РЕЗЮМЕ

За последнее 20-летие во внутренней части флишевой зоны Карпат на территории Польши были пройдены многочисленные буровые скважины, которыми, как правило, пробуривали флишевую толщу, подстилающие ее породы смятого и автохтонного миоцена и вскрывали верхний интервал палеомезозойского или докембрийского основания. Среди геологов ведется полемика по проблемам тектоники основания и автохтонного миоцена и связи этой тектоники с надвинутыми флишевыми толщами. Используя разрезы буровых скважин автор составил карту подошвы надвига в масштабе 1:200 000, охватывающую участок длиной в 300 км. Карта дополнена рядом геологических разрезов, на которых показана также зона смятого миоцена, а также автохтонный миоцен и основание в увязке со структурной картой кровельной поверхности основания, составленной коллективом геофизиков нефтяной промышленности.

Из анализа всех данных следует, что при общей зависимости глубины залегания поверхности надвига от основания, в деталях эта поверхность проявляет независимость от тектоники основания. Породы автохтонного миоцена на контакте с Карпатами или со смятым миоценом сильно тектонически „эродированы” и как правило залегают полого с небольшим поднятием в приповерхностном интервале и погружением под Карпаты в более глубинном интервале. К статье приложена структурная карта поверхности надвига флишевых пород масштаба 1:500 000 и несколько разрезов.