

Brzeg Karpat¹

Łuk Karpat, zarysowujący się tyloma pięknymi formami na swojej wielkiej przestrzeni, na brzegu zewnętrznym nie zawsze posiada wyraźne granice. Szczególnie w Karpatach Zachodnich niekiedy zacierają się granice pomiędzy brzegiem karpackim a bezpośrednio przylegającym Przedgórzem, jak to jest np. w okolicach Cieszyna i Wadowic. Natomiast wschodni odcinek brzegu od Przemyśla aż po Czeremosz morfologicznie odcina się bardzo wyraźnie od przedpola.

Ściślejsza analiza układu warstwicowego wykazuje, że na wielkiej przestrzeni od doliny Beczwy na Morawach aż po Przemyśl, tj. na przestrzeni wynoszącej ok. 350 km, brzeg Karpat utrzymuje się na poziomie mniej więcej ok. 300 m, jedynie nieznacznie odchylając się w jednym lub drugim kierunku; w rzadkich przypadkach, jak np. za Olzą, napotykamy tu poziom 280 m. Natomiast od Przemyśla ku wschodowi w kierunku Dobromila wzniesienia brzegu sięgają już poziomu blisko 400 m, od Dobromila poprzez Starą Sól, Borysław do Bolechowa — 400 m, pomiędzy Bolechowem a Doliną — 450 m, od Delatyna aż po Czeremosz znajdujemy najwyższe wzniesienia brzegu ok. 500 m.

Studia na brzegu karpackim ułatwione są przez fakt, że starsze formacje Karpat przylegają tam do młodszego układu Przedgórz. Pośród warstw karpackich występują tu różnorodne serie — od skał egzotycznych starszych zaczynając napotykamy w szczególności utwory kredy i paleogenu, w niektórych jednak przypadkach także i neogen; szczególnie neogen starszy bierze udział w fałdowaniach karpackich. Na Przedgórzu kontaktującym z Karpatami dostrzegamy już wyłącznie tylko miocen. Jednakowoż jaskrawe różnice pomiędzy dwoma układami są często zatarłe, albo przez przykrycie terenu pokrywą dyluwialną, albo w niektórych przypadkach przez transgredujący młodsi neogen, jak np. w Karpatach Zachodnich, gdzie ten ostatni sięga niekiedy daleko ku południowi poza brzeg nasunięcia karpackiego.

¹ Referat niniejszy był przedstawiony na posiedzeniu Pol. Towarzystwa Geologicznego dn. 13. XII. 48 r. w U. J. w Krakowie.

Borysław. — Już w r. 1909 Edward Süß w swoim dziele „Oblicze Ziemi“ (7) wspomniał, że brzeg Karpat w Borysławiu należy do najlepiej poznanych brzegów górskich w Europie. Od tego czasu nie tylko wiedza o łańcuchach górskich w ogóle posunęła się znacznie naprzód, ale i u nas studia na brzegu karpackim poczyniły pewne postępy.

W Borysławiu, położonym na samym brzegu Karpat, mieliśmy do dyspozycji liczne wiercenia głębokie, które umożliwiły dokładne poznanie struktury brzeżnej. W ten sposób Borysław zajmuje pod tym względem kluczową niejako pozycję, dlatego też od niego zaczniemy analizowanie tektoniki zewnętrznej strefy karpackiej.

W Borysławiu zaznacza się z całą wyrazistością istota tzw. fałdu wgłębnego. Nie wchodząc tu w zbytne szczegóły geologiczne tematu możemy ująć element wgłębny jako wielki leżący fałd obalony i przesunięty ku płn. wschodowi. W jądrze jego znajdujemy wszystkie formacje brzeżnej strefy karpackiej — od górnej kredy aż po oligocen, ponadto czoło fałdu otulone jest miocenijskimi warstwami solnymi starszego piętra (przejście od warstw krośnieńskich — polanickich do warstw solnych, p. rys. 1 i 9 na tabl. I, p. niżej).

Zajmuje nas szczególnie zagadnienie podłoża, na którym spoczywa element wgłębny, oraz stosunek tego elementu do nadległej pokrywy brzeżno-karpackiej. Przed czołem elementu wgłębnego rozpościera się szeroka strefa starszej formacji solnej Przedgórze, widocznie tego samego typu, co i osłona czołowej partii fałdu wgłębnego; ten ostatni jest nasunięty na warstwy solne Przedgórze. Liczne głębokie wiercenia przebijały cały element wgłębny i dochodziły znowu do warstw solnych. Czołowa strefa fałdu wgłębnego przechodzi w zredukowane odwrócone skrzydło zapadające już ku płd. zachodowi.

Ze wszystkich uzyskanych tu danych tektonicznych wynika niezbicie, że element wgłębny został oderwany od swojego podłoża bezpośredniego, że na to podłożu jest on nasunięty z płd. zachodu na płn. wschód. Aby jednak w pełni ocenić charakter fałdu wgłębnego, należy równocześnie rozpatrzyć jego stosunek do nadległych mas brzeżno-karpackich. W historii badań geologicznych Borysławia to zagadnienie było wielokrotnie dyskutowane. Na powierzchni obserwowano, że np. łupki menilitowe strefy brzeżnej spoczywają bezpośrednio na warstwach solnych płd. skrzydła elementu wgłębnego. Ten nienormalny stosunek tłumaczono początkowo istnieniem podłużnego uskoku, następnie — po stwierdzeniu, że w elemencie wgłębnym w jego płd. skrzydło znajdują się także łupki menilitowe — przyjmowano bliskie powiązanie się łupków menilitowych górnych i dolnych przez synklinę wygiętą ku płd. Gdy wiercenia południowe wy-

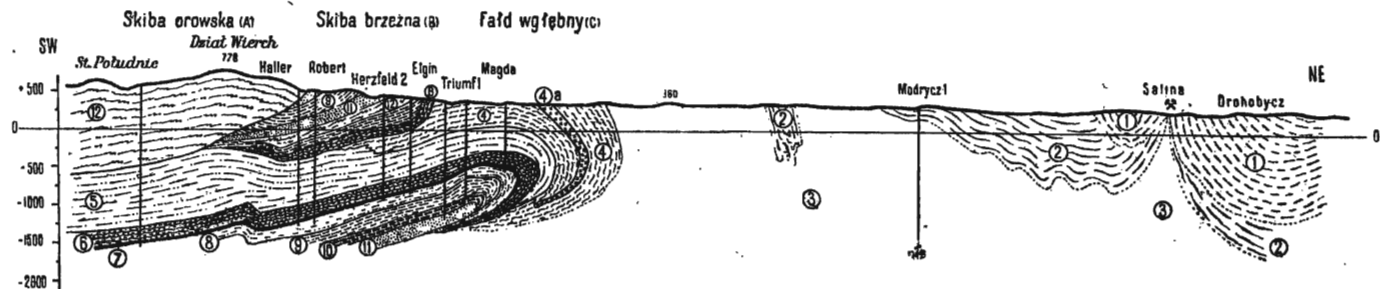


Fig. 1

Profil poprzeczny przez Borysław

1. torton młodszy; 2. warstwy stebnickie (dolny torton); 3. warstwy solne Przedgórze; 4. warstwy solne fałdu; 4a. zlepniec egzotyczny; 5. warstwy polanickie; 6. łupki menilitowe; 7. rogowce; 8. warstwy popielskie (górnny eocen); 9. warstwy hieroglifowe (dolny eocen); 10. czerwone łupki; 11. piaskowiec jamneński (górnna kreda); 12. warstwy inoceramowe (górnna kreda)

Transversal section through Borysław

1. younger Tortonian; 2. Stebnik layers (Lower Tortonian); 3. Foreland salt layers; 4. depth fold salt layers; 4a. exotic conglomerate; 5. Polanica layers; 6. menilite shales; 7. hornstone; 8. Popiele layers (Upper Eocene); 9. hieroglyphic beds (Lower Eocene); 10. red shales; 11. Jamna sandstone (Upper Cretaceous); 12. Inoceramus beds (Upper Cretaceous)

kazały, że takiego powiązania nie ma i że skrzydło płd. fałdu wgłębnego ucieka gdzieś daleko pod masy nasunięte, łupki zaś menilitowe w spągu tych ostatnich niekiedy nawet zupełnie się wyklinowują, należało poprzednie zapatrywania poddać gruntownej rewizji.

Dziś na podstawie bogatego materiału, jakim dysponujemy, należy przyjąć, że borysławski element wgłębny jest oderwany zarówno od swojego podłoża młodszego jak i od nadległych mas brzeżno karpackich — acz bardzo spokrewniony z tymi ostatnimi. Tworzy on odrębny element wielkich wymiarów; stwierdzono tu jego miąższość do przeszło 2000 m. Zasięg elementów nasuniętych na fałd wgłębny udowodniono na przestrzeni do ok. 10 km ku płd. od czoła mas brzeżnych, przy czym nie zauważono jeszcze żadnych objawów łączenia się brzeżnego nasunięcia z elementem wgłębnym. Brzeżny nasunięty element został odkluty od fałdu wgłębnego a ich wzajemnego powiązania należało by szukać gdzieś znacznie dalej ku płd. To samo można powiedzieć i o stosunku fałdu wgłębnego do jego podłoża z tym zastrzeżeniem, że różnice w porównaniu z podłożem są bardziej zasadniczego charakteru, gdyż nie napotkano tu na razie innych elementów poza formacją solną ze zlepieńcami egzotycznymi. Uzasadnione jest więc przypuszczenie, że w Borysławiu stopień nasunięcia fałdu wgłębnego czyli tzw. skiby brzeżnej na Przedgórzu jest znacznie większy.

Przedstawiony wyżej tektoniczny charakter brzeżnych elementów karpackich w Borysławiu odpowiada naszym dzisiejszym teoretycznym poglądom na strukturę łańcuchów górskich, ponadto uzyskaliśmy w tej miejscowości niezmiernie ważne dane doświadczalne, — wnoszą one tu wiele precyzji rzadko spotykanej w badaniach innych okolic na brzegu Karpat.

A więc w Borysławiu zarysowuje się szczególnie wyraźnie *zjawisko w większym stylu nasuwania się fliszowych mas karpackich na młodsze Przedgórze*. To nasuwanie się przybiera wszelkie cechy *plaszczowiny*. Płaszczowinowe masy nasunięte rozpadają się na poszczególne elementy nazwane *skibami*, jak skiba borysławska, brzeżna, orowska i in. (8).

Brzeg wschodni od Borysławia po Czeremosz. — Ukazywanie się elementu wgłębnego na powierzchni w rejonie Borysławia uwarunkowane jest wypiętrzeniem poprzecznym znacznych rozmiarów. Ta kulminacja poprzeczna obejmuje szereg skibowych elementów karpackich, w szczególności skiby brzeżną i orowską, jak również i płd. strefę Przedgórza. Wystarczy tu nadmienić, że w obrębie np. skiby orowskiej ukazuje się świetnie wykształcony i zachowany fałd schodnicki; na Przedgórzu zaś

strefa solna przylegająca do Karpat znacznie się rozszerza. Zawdzięczając kulminacji poprzecznej wgłębny fałd borysławski posiada swe bogate złoża bitumiczne.

Przy dalszym śledzeniu losów brzegu Karpat można było już teoretycznie przewidzieć, że zjawisko płaszczowinowe tej miary, jak ono zaznacza się w Borysławiu, będzie miało regionalne znaczenie na wielkich przestrzeniach zewnętrznego brzegu Karpat i że poszczególne elementy tej płaszczowiny łącznie z fałdem wgłębny będą również rozpościerały się daleko na wschód i zachód od Borysławia. Pod tym względem zdjęcia szczegółowe i różne prace doświadczalne w ubiegłych kilku dziesiątkach lat dostarczyły nam bardzo wiele wartościowego materiału.

Brzeg karpacki na wschód od Borysławia ulega różnym zmiennym kolejom. Śledząc dane zjawisko w tym kierunku musimy tu z konieczności ograniczyć się do elementu wgłębego oraz skiby brzeżnej i bezpośrednio przylegającej do niej strefy Przedgórze. Na całej tej przestrzeni wschodniego odcinka dostrzegamy szereg kulminacyj i depresyj poprzecznych, które decydująco wpływają na zachowanie się elementu brzeżnego i wgłębego.

Na wschód od Borysławia na szczególne wyróżnienie zasługuje kulminacja Majdanu, gdzie wylaniają się na powierzchnię wgłębne elementy Majdanu, Rypnego, Bitkowa. Skiba brzeżna w tym rejonie znacznie rozszerza się i tworzą się tu pewnego rodzaju półokna tektoniczne. Styl elementu wgłębego jest inny niż w Borysławiu. Wówczas gdy w tym ostatnim mamy do czynienia z jednolitą potężną bryłą (nie mówiąc na razie o możliwościach innych fałdów wgłębnych), to w rejonie Majdanu—Bitkowa element wgłębny uległ już komplikacjom tektonicznym rozdzielając się tam na szereg fałdów mniejszych.

Jeszcze większe różnice napotykamy w Karpatach Pokuckich. Jesteśmy tu w obrębie wielkiej regionalnej kulminacji podolsko-karpackiej. Cały otaczający kraj uległ tu widocznie wielkiemu wydzwignięciu. Na pld. brzegu płyty podolskiej ukazuje się paleozoikum; w obrębie Karpat brzeżnych skiba brzeżna cofa się o kilkanaście km od brzegu karpackiego ku pld., gdzie zachowała się jedynie w wąskich fragmentach, na jej zaś niejako miejsce wylania się swoisty *górotwór Karpat Pokuckich, które nie są niczym innym, jak tylko sfałdowanym elementem wgłębny ukazującym się tu na powierzchni.*

Z podanych powyżej założeń teoretycznych wynika, że całe Karpaty Pokuckie logicznie muszą być także elementem nasuniętym na Przedgórze. Pogląd ten znajduje swoje potwierdzenie przy dalszym studiowaniu, a w szczególności na profilu Kosowa, gdzie strefa solna przylegająca do

brzegu Karpat uległa bardzo wielkiemu wygnieceniu i zachowała się jako wąska jedynie smuga, zapadająca pod brzeg fliszowy.

Mówiąc o strukturze brzeżnego rejonu na kulminacji podolsko-karpackiej nie można pominąć wielkiego elementu Słobody Rungurskiej. Od brzegu Karpat Pokuckich oddziela się jakby potężne ramię wybiegające ku płn. zachodowi; jest to fałd Słobody Rungurskiej, składający się z paleogenu w jądrze, otulonego potężnym płaszczem zlepieńców egzotycznych. Zlepieńce egzotyczne w dolinie Łuczki zasębiają się stratygraficznie z warstwami solnymi i prawdopodobnie częściowo je zastępują; przechodzą one ku górze w warstwy dobrotowskie, te zaś w różowe margle stebnickie tortonu (9).

Na przykładzie Słobody Rungurskiej zaznacza się wyraźnie, iż fałdowanie objęło tu elementy fliszowe brzeżne otulone nie tylko formacją solną ale i młodszą stebnicką. W ogóle *w kierunku płd. wschodnim procesy fałdujące obejmują coraz to młodsze piętra geologiczne.*

Fakty zebrane na brzegu Karpat Wschodnich od Borysławia po Kosów mówią dobitnie, że cała brzeżna strefa karpacka łącznie z elementami wgłębnymi jako bryła wyższej miary została odkłuta od podstawy normalnej i siłami tkwiącymi głęboko gdzieś na południu pchnięta ku północnemu wschodowi na młodsze Przedgórze.

Borysław-Przemysł. — Na zachód od Borysławia na dużej przestrzeni ok. 70 km aż po Przemysł brzeg Karpat ulega różnym kolejom. Najpierw napotykamy tu wielką depresję Popiel, która oddzielona jest od kulminacji Borysławia wyraźną dyslokacją poprzeczną. Skiby brzeżna i orowska wysuwają się w kierunku północy, element wgłębny zapada w głąb; otwory wykonane w danym rejonie na brzegu do głęb. ok. 1000 m nie wyszły z warstw solnych. Dopiero na zachód od Popiel na terenie Jasienicy Solnej—Nahujowic zaznacza się ponowne wypiętrzenie brzegu Karpat. Znajduje ono swój wyraz w wydźwignięciu wgłębnego fałdu w Nahujowicach. Wiercenia udowodniły, że fałd ten, podobnie jak w Borysławiu, jest nasunięty na podłoże solne. Trudno jest odpowiedzieć z całą pewnością na pytanie, czy fałd nahujowicki jest dalszym ciągiem fałdu borysławskiego, czy też stanowi on jedno z jego odgałęzień. W każdym przypadku element nahujowicki należy do typu elementów wgłębnych zanurzających się pod skibę brzeżną.

Na szczególną uwagę zasługują okolice Starego Sambora. Brzeżny element karpacki rozszerza się tu bardzo wybitnie. Wówczas gdy w Borysławiu szerokość jego wynosi 2,3 km, to w rejonie samborskim liczy on już ok. 5 km, przy czym długość rozszerzonego elementu brzeżnego sięga

ponad 25 km. Odpowiednio do rozszerzonego elementu brzeźnego cofają się ku płd. zachodowi kredowe nasunięcia wyższe. W podobnych warunkach można oczekiwać, że i element wgłębny zostanie tu również dźwignięty wyżej. Być może, że w stosunku do borysławskiego okaże się tylko bardziej cofnięty ku płd.

Zaczynając od Chyrowa strefa solna gwałtownie się zwęża. Smugą zaledwie na kilkadziesiąt m szeroką ciągnie się ona jeszcze poprzez Dobromil, Hujsko i zanika dalej, natomiast różowe margle stebnickie zbliżają się już bezpośrednio do brzegu Karpat. Koło Przemyśla zaś cała strefa stebnicka kryje się pod Karpatami, co znamionuje większą amplitudę nasunięć w tym kierunku. Bezpośrednie śledzenie elementu wgłębego w rejonie brzeźnym Przemyśla w tych warunkach staje się już niemożliwe i wymaga zastosowania innych metod badawczych.

Wyniki naszych studiów na wschodnim odcinku brzegu Karpat na przestrzeni ok. 250 km pomiędzy Przemyślem a Czeremoszem wskazują, że brzeg ten ulegał ciągłym falowaniom w związku z nasuwaniem się elementów wgłębnych i brzeźnych na młodsze Przedgórze. Kulminacje kolejno zmieniają się z depresjami. Spomiędzy nich dominujące znaczenie ma kulminacja podolsko-karpacka na wschodzie.

Tektonika Przedgórze Wschodniego. — Omawiając borysławski fałd wgłębny wspominaliśmy, że ten fliszowy fałd otulony jest starszą formacją solonośną i nasunięty na solne warstwy Przedgórze podobnego charakteru. Solna strefa Przedgórze przylegająca bezpośrednio do brzegu Karpat ukazuje się na płd. od Przemyśla i rozpościera się nieprzerwanie ku wschodowi aż daleko poza Czeremosz. Te warstwy są bardzo zdyslokowane. Wszędzie gdzie tylko możemy je obserwować, dostrzegamy cechy wielkich zaburzeń tektonicznych. W obrębie tej serii solnej istnieją wprawdzie partie wykazujące charakter zlepieńców sedymentacyjnych, ale niezależnie tworzyła się tu w wielu przypadkach *brekcja tektoniczna* jako skutek olbrzymich procesów dyslokacyjnych. Wiercenia głębokie, dokonywane tu do 1000—1700 m, tej serii nie przebiły. Dane pomiarów grawimetrycznych każą także przypuszczać, że przed czołem fałdu borysławskiego seria solna sięga do kilku tys. m w głąb.

Warstwy solne przykryte są wielkim kompleksem różowych margli stebnickich, których miąższość wynosi miejscami ok. 1500 m. Są one w stosunku do podścielających warstw solnych o wiele łagodniej sfałdowane. Mielibyśmy więc tu przypadek ułożenia niezgodnego, a co za tym idzie — przykład odradzających się ruchów młodszych, tortońskich. Niezgodność ułożenia pomiędzy warstwami solnymi i stebnickimi na poszcze-

gólnych profilach nie zaznacza się wszędzie wyraźnie. Należy jednak pamiętać o ciągłości zjawiska sedymentacji, która zachodziła w danych epokach. W regionalnym przecieciu ujęciu niezgodność wymieniona zarysowuje się bardzo jaskrawo.

Zewnętrzna strefa stebnicka przylega do potężnego kompleksu młodszego — warstw daszawskich, tworzących wyższy poddział tortonu o ułożeniu niemal poziomym. Zagadnienie stosunku wzajemnego obu wymienionych serii, tj. stebnickiej i daszawskiej, to równocześnie jeden z ciekawszych rozdziałów w zakresie badań geologicznych na Przedgórzu Karpat Wschodnich. Już dawno wiadomo było, że sfałdowana seria stebnicka przylega na płn. wschodzie do bardziej spokojnie ułożonych warstw młodszych, ale pierwsze spostrzeżenia Cizancourt'a o nasunięciu warstw stebnickich — szczególnie gdybyśmy temu nasunięciu mieli nadać większe znaczenie — wydawało się mało prawdopodobne (3). W miarę jednak posuwania się naprzód badań i prac kartograficznych na Przedgórzu zebrałiśmy w tej dziedzinie wiele niezwykle cennego materiału, szczególnie w związku z rozwijającymi się tu robotami wiertniczymi.

Gazonośna strefa w Daszawie i Oparach ograniczona jest od południa warstwami stebnickimi. Otwory założone w ich obrębie przebijały serię stebnicką i uzyskiwały produkcję z daszawskich warstw młodszych. Otwory głębokie wywiercone w gazonośnej strefie w rejonie Daszawy i Opar dochodziły do serii anhydrytowej podścielającej miocen. Stwierdzono tu więc dwa fakty o niezmiernie doniosłym znaczeniu — po pierwsze fakt, że pomiędzy serią stebnicką i daszawską istnieje anormalny kontakt tektoniczny na wielkiej przestrzeni, po drugie — że na płn. od powyższej granicy warstwy stebnickie w ogóle się nie zaznaczają. Dane powyższe zilustrowane są na przedstawionych mapach i przekrojach (por. rys. 2). Ścisłejszy przebieg granicy pomiędzy warstwami stebnickimi a serią gazonośną w Oparach ustalał także P. Parachoniak stosując płytkie wiercenia rdzeniowe.

W Baliczach i Bołochowie wiercenia „Gazoliny“ na brzegu strefy stebnickiej przebijały ją i także sięgały warstw daszawskich w podobnej sytuacji geologicznej jak w Daszawie i Oparach. Tu mamy zestawienie profilu dokonane przez H. Teisseyre'a (p. rys. 3).

Wiercenia kopalni soli potasowych w okolicy Kałusza wielokrotnie przebiły nasunięty brzeg masy stebnickiej osiągając młodsze podłoże składające się z ilów pokuckich, które są odpowiednikiem warstw daszawskich. Niektóre z otworów, jak Tesp 2 i 4, doszły do gipsów i anhydrytów, pod którymi Tesp 2 nawiercił głębiej kwarcyty — być może, paleozoiczne. Warstw stebnickich nigdzie tam nie napotkano pod nasunięciem (2).

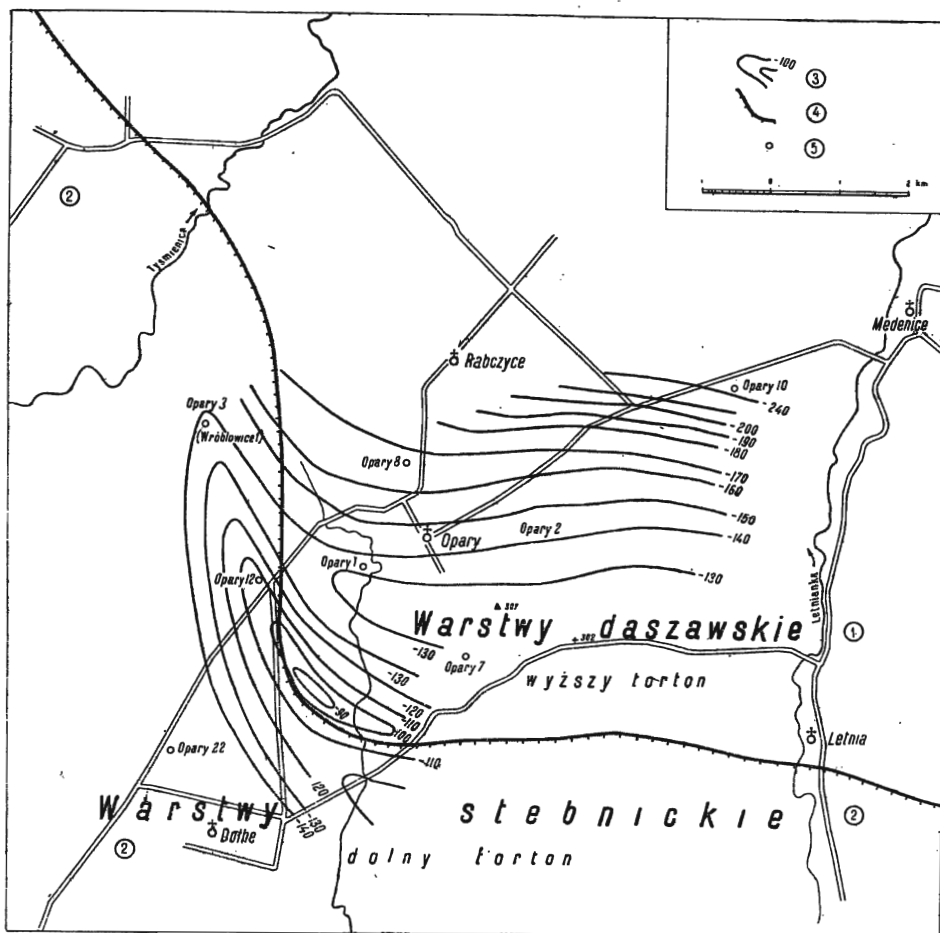


Fig. 2

Mapa pola gazowego w Oparach (wg zdjęć P. Parachoniaka)

1. warstwy daszawskie (wyższy torton); 2. warstwy stebnickie (dolny torton); 3. warstwie pierwszego horyzontu gazowego; 4. granica nasunięcia płaszczowiny stebnickiej; 5. otwory gazowe

The map of the gas field in Oparach (after P. Parachoniak)

1. Daszawa beds (Upper Tortonian); 2. Stebnik beds (Lower Tortonian); 3. the isohyps of the first gas horizon; 4. the limit of the Stebnik nappe; 5. gas wells

Do zagadnienia, którym się zajmujemy, wiercenia w Bohorodczanach dostarczyły zadziwiająco pięknego materiału. Okazało się mianowicie, że otwór umieszczony zaledwie 150 m ku płd. od granicy nasunięcia warstw stebnickich na serię daszawską — do głęb. 732 m tych pierwszych

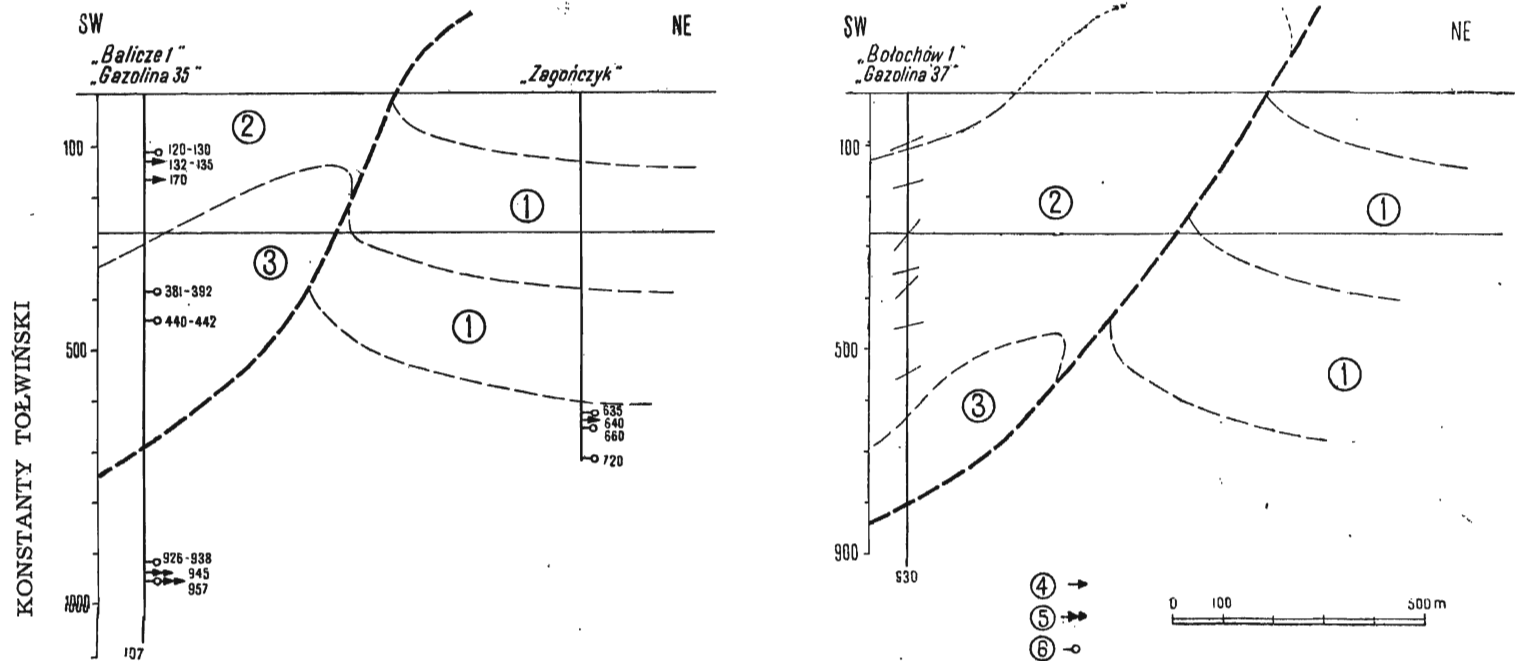


Fig. 3

Profile geologiczne Balicze-Bołochów (wg H. Teisseyre'a i Z. Librowicza)

1. warstwy daszawskie (wyższy torton); 2. warstwy balickie (dolny torton); 3. warstwy stebnickie (dolny torton); 4. ślady gazu; 5. horyzonty gazowe; 6. solanka

Transversal section through Balicze-Bołochów (after H. Teisseyre and Z. Librowicz)

1. Daszawa beds (Upper Tortonian); 2. Balice beds (Lower Tortonian); 3. Stebnik beds (Lower Tortonian); 4. gas seepage; 5. gas horizons; 6. salt water

nie przewiercił. Płaszczyzna więc dyslokacyjna przebiega tu bardzo stromo. Podkreślamy, iż nie chodzi tu bynajmniej o uskoki. Płn. blok młodszy nie jest zapadnięty, gdyż stebnickich warstw w głębi wcale nie zawiera, ale południowa bryła stebnicka jest wyparta pod ciśnieniem ku górze, a *dyslokacja pomiędzy obydwoma seriami jest wielką płaszczyzną dyslokacyjną nasunięcia warstw stebnickich na przedpole*. Profil przytoczony w Bohorodczanach studiowali B. Bujalski, H. Teisseyre i inni (por. rys. 4).

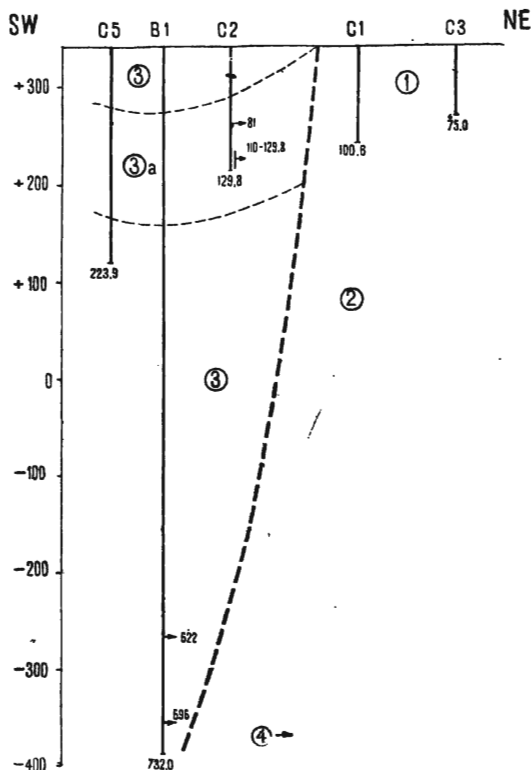
Fig. 4

Profil przez Bohorodczany
(wg B. Bujalskiego)

1. ility pokuckie (torton); 2. warstwy daszawskie (torton); 3. warstwy stebnickie (dolny torton); 4. ślady gazu

Transversal section through Bohorodczany (after B. Bujalski)

1. Pokutie loams (Tortonian); 2. Daszawa beds (Tortonian); 3. Stebnik beds (Lower Tortonian); 4. gas seepage



Dla uwypuklenia tektonicznego charakteru zjawiska, o którym mowa, należy jeszcze wspomnieć, że w danym rejonie na granicy serii gazonośnej daszawskiej i stebnickiej ukazują się tu i ówdzie zaklinowane warstwy solne.

W rejonie przed czołem środkowych Karpat Wschodnich strefa stebnicka posiada ok. 20 km na szerokość, gdy tymczasem w Kosowie zwęża się do kilkuset m. Przylega ona do ility pokuckich młodszeo wieku, które następnie wraz ze zlepieńcami i piaskowcami budują dalej ku płn. wschodowi cały rejon Przedgórze aż po Płytę Podolską. Otwór Hucuł 1,

położony w Wierzbowcu na pñ. wschód od Kosowa, wiercił w piaskowcach oraz łach pokuckich, w głębokości zaś 1360 m napotkał ciekłą warstwę soli i gipsów czy też anhydrytów sejsmicznie śledzonych aż po Podole. Niżej zaznaczały się warstwy przypuszczalnie górno-kredowe. Ułożenie było płaskie, niemal poziome. *Warstw stebnickich tu nigdzie nie napotkano.*

Badania sejsmiczne wykonane przez geofizyków Miterę, Wyrobka, Kisłowa wykazały, że horyzont anhydrytowy stwierdzony na otworze Hucul 1 nawiązuje się na pñ. do Płyty Podolskiej wznosząc się w tamtym kierunku stopniowo coraz to wyżej; ku pñd. zaś zapada on znacznie, tak iż na brzegu Karpat zaznacza się dopiero na głębokości 1700 m poniżej poziomu morza.

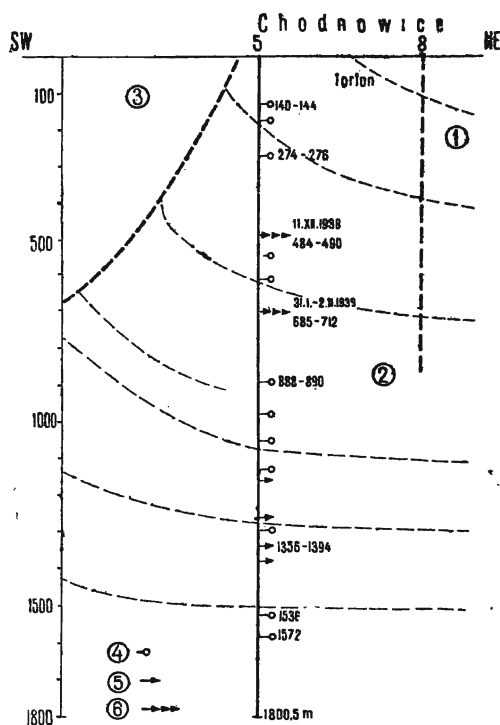


Fig. 5

Profil przez Chodnówice
(wg H. Teisseyre'a)

1. ility pokuckie (torton);
2. warstwy daszawskie (torton);
3. warstwy stebnickie (dolny torton);
4. solanka;
5. ślady gazu;
6. horyzont gazowy

Transversal section through Chodnówice
(after H. Teisseyre)

1. Pokucie loams (Tortonian);
2. Daszawa beds (Tortonian);
3. Stebnick beds (Lower Tortonian);
4. salt water;
5. gas seepage;
6. gas horizon

Prace geologiczne i wiertnicze wykonane na zachód od Drohobycza w Chodnówicach dowiodły również, że warstwy stebnickie są nasunięte na serię gazonośną, w której wiercono do głęb. 1800 m nie dochodząc do jej spągu. W ostatnim okresie badania wykonali tu H. Teisseyre i Z. Obuchowicz (por. rys. 5).

Na podstawie więc licznego i bardzo różnorodnego materiału doszliśmy do wniosku, że *wielka masa Przedgórze wypełniona głównie warstwami stebnickimi (starszy torton) jest w całości swojej nasunięta na warstwy daszawskie (młodszy torton)*. Zjawisko to mogło zachodzić jedynie pod wpływem równoczesnego przesuwania się całego brzegu łańcucha Karpat z pld. zachodu na pln. wschód.

Główne ruchy w obrębie Karpat brzeżnych przebiegały po utworzeniu się warstw solnych starszych, a więc były to fałdowania pohelweckie. Przesuwanie się zaś całego brzeżnego łańcucha, które spowodowało nasunięcie warstw stebnickich na daszawskie, należy już zaliczyć do epoki młodszej potortońskiej. Jest to wspaniały przykład kolejnego odradzania się sił fałdujących i dyslokujących w granicach jednego i tego samego masywu górskiego łącznie z jego przedgórzem.

Zarysowuje się więc przed nami w pełni zjawisko zupełnego odkłucia pokrywy stebnickiej oraz znacznego jej przesunięcia na kompleks warstw młodszych. Lekkie sfałdowania serii stebnickiej, to tylko nieznaczne powierzchniowe zmarszczki, ale główna dyslokacja oddziela olbrzymią bryłę z warstwami stebnickimi i częściowo młodszymi oraz solnymi na skutek działania potężnych sił mających swe siedlisko daleko w głębi na południu. Bryłę tę możemy nazwać *plaszczowiną stebnicką*. Jesteśmy tu niejako u początku wielkiego ruchu plaszczowinowego, który będzie odradzał się w epokach dalszych deformując coraz to więcej przesuwane masy (por. rys. 6).

Należy podnieść, iż w bryle stebnickiej znajdujemy nie tylko same warstwy stebnickie; szczególnie na wschodnim jej odcinku przebijają się tu smugi i soczewki warstw solnych. Na zewnętrznym brzegu, np. w Kałuszu i okolicy, występują sole potasowe; również na granicy serii stebnickiej i daszawskiej, jak zaznaczaliśmy, ukazują się niekiedy zaklinowane soczewki solne. Na zachodzie na północ od Drohobycza wielka synklina w obrębie serii stebnickiej wypełniona jest młodszymi warstwami (Nowa Wieś) tortonu; to samo pomiędzy Chyrowem i Chodnowicami na pld. wschód od Przemyśla.

Ruch nasuwający odbywał się — jak w naszym przypadku — na sprawdzonej przestrzeni co najmniej kilkuset km długości. Teoretycznie można przewidzieć, iż miał on naturalnie o wiele większy zasięg w obydwu podłużnych kierunkach. Strefa stebnicka wraz z warstwami solnymi Przedgórze odgrywała bierną rolę w stosunku do Karpat brzeżnych. Te ostatnie były elementem czynnym: pod ich bezpośrednim wpływem fałdowało się i przesuwało „en bloc“ całe Przedgórze młodsze.

Fig. 6

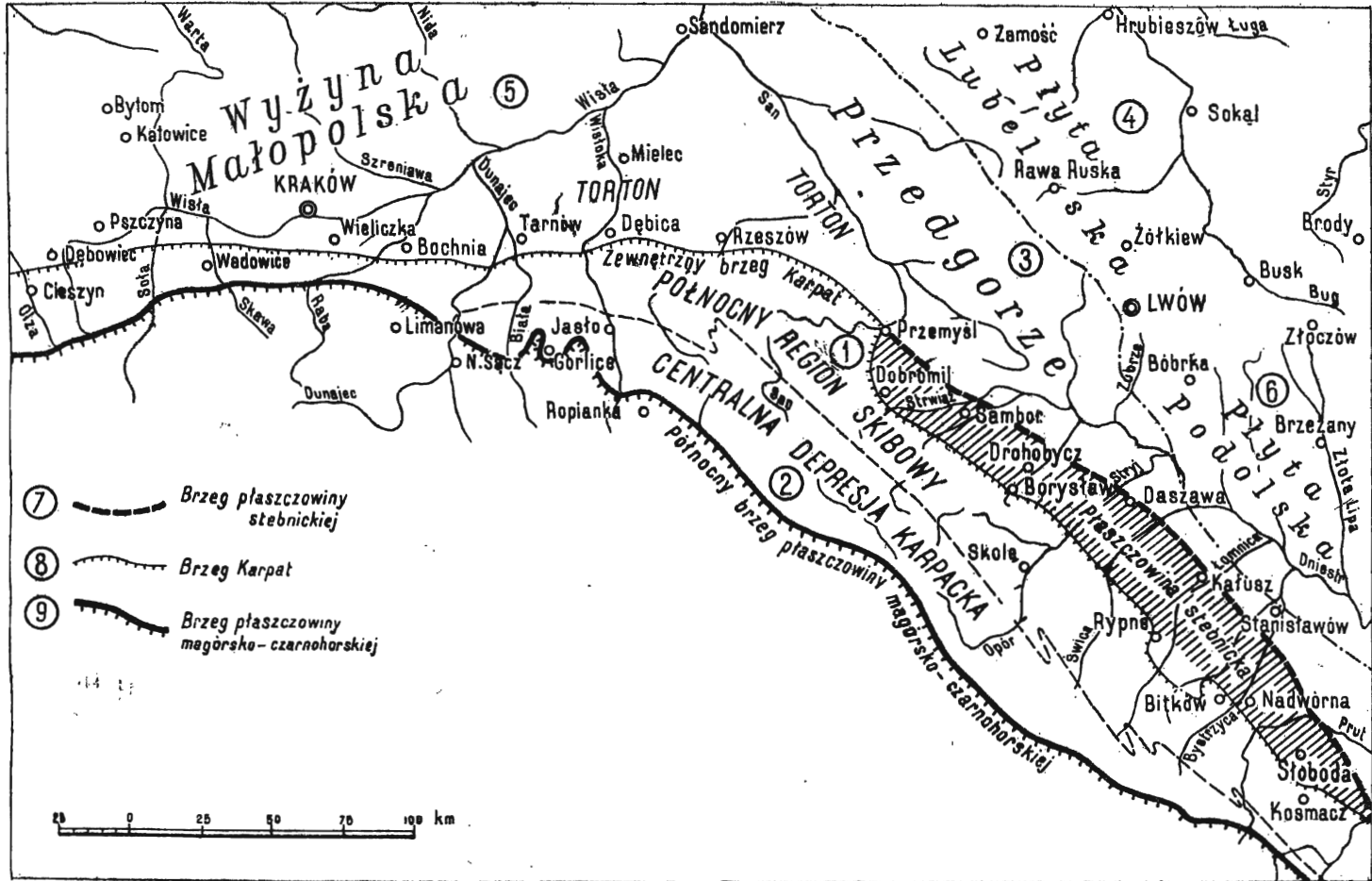


Fig. 6

Płasczowina stebnicka w Karpatach Wschodnich

1. północny region skibowy; 2. Centralna Depresja Karpacka; 3. Przedgórze; 4. Płyta Lubelska; 5. Wyżyna Małopolska; 6. Płyta Podolska; 7. brzeg płasczowiny stebnickiej;
8. brzeg Karpat; 9. brzeg płasczowiny magórskiej i czarnohorskiej

Stebnik nappe in the Eastern Carpathians

1. Northern Skiba Region; 2. Central Carpathian Depression; 3. Foreland; 4. Lublin Plateau; 5. Małopolska Upland; 6. Podolian Plateau; 7. border of the Stebnik nappe;
8. edge of the Carpathians; 9. border of the Magóra and Czarnohora nappes

Rozwija się w ten sposób dynamika zaczątków nowej młodszej płaszczowiny — *plaszczowiny stebnickiej*. Z podobnym zjawiskiem spotykamy się nie tylko w Karpatach Wschodnich.

Przemyśl-Bochnia. — Na odcinku Karpat brzeźnych pomiędzy Przemyślem a Bochnią nie mamy bezpośrednich danych, które by na podstawie np. wierceń pozwoliły nam bliżej zapoznać się z nasunięciami fliszu na młodsze przedpole. Brzeg ten jest tu dobrze zakryty. Warstwy stebnickie zapadają widocznie pod nasunięciami brzeźnymi, na powierzchni znajduje się tylko młodsza seria tortonu, niekiedy wkracza ona transgredując na sfałdowane Karpaty brzeźne. W niektórych przypadkach zalewy morza tortońskiego sięgały nawet stosunkowo głęboko w Karpaty, jak to np. było w dolinie Dunajca, gdzie osady tortonu znane są koło Starego Sącza. Nie ma żadnych wątpliwości, że utworzyły się one tam transgredując już na gotowym gmachu karpackim. Wiemy również, że brzeg karpacki na wspomnianym odcinku został poprzecinany dyslokacjami poprzecznymi. Na podstawie zdjęć sejsmicznych można także wnioskować, że w niektórych przypadkach spąg miocenu zapada tu głęboko do przeszło 2500 m.

Bochnia. — Górnicze roboty wykonywane od szeregu wieków na salinie bocheńskiej dostarczyły olbrzymiego materiału geologicznego dotyczącego zarówno samych złóż soli, jak i warstw otaczających. Materiał ten jednak dopiero w ostatnich latach uzyskał należyłą interpretację pod względem stratygraficznym i tektonicznym.

Badania geologiczne, wykonane ostatnio w rejonie Bochni przez Poborskiego, Chlebowskiego i Kucińskiego z uwzględnieniem poprzednich zdjęć Bukowskiego i studiów Niedźwiedzkiego, wykazały tu istnienie fałdu z jądrem fliszowym, acz bardzo zaburzonym tektonicznie. To jądro otulone jest warstwami solnymi; samo eksploatowane złożo solne znajduje się w północnym obalonym skrzydle fałdu. Warstwy solne obydwu skrzydeł otulone są łupkami chodenickimi starszego tortonu².

Fałd bocheński zanurza się ku płd. pod brzeźne nasunięcie karpackie, a więc można go ująć do pewnego stopnia jako element wgłębny. Do szczególnych zjawisk brzeźnego rejonu Bochni należy fakt niezgodnego

² Moje ostatnie spostrzeżenia pozwalają jednak inaczej interpretować strukturę brzeźnej strefy karpackiej w rejonie Bochni. Flisz stanowi tu nie jądro fałdu otulonego normalnie neogenem na obu skrzydłach, lecz raczej jest podstawą elementu wgłębego. Flisz podścielający razem z młodszą pokrywą został w danym przypadku oderwany jako skiba i nasunięty na neogen Przedgórze. Tym się tłumaczy niezwykle zdyslokowany charakter fliszu leżącego w spągu skiby bocheńskiej (*przyp. Autora w grudniu 1949*).

przykrycia elementu wglębnego przez kompleks warstw grabowieckich, należących do wyższej serii tortonu. Te warstwy jedynie w strefie kontaktu z warstwami chodenickimi fałdu Bochni są lekko zdyslokowane i nachylone ku płn., dalej zaś w tym kierunku posiadają układ niemal poziomy (przynajmniej w strefie leżącej bezpośrednio ku N).

Przedgórze przylegające bezpośrednio do brzegu Karpat tworzy pomiędzy Przemyślem a Bochnią widocznie głębokie zapadlisko, co umożliwiło tworzenie się wglębnych fałdowań w czołowej strefie nasunięć brzeżnych. Z powyższym teoretycznym wnioskiem, popartym doświadczeniami w Boryslawiu na wschodzie, a w Bochni na zachodzie, wiąże się i nasze przypuszczenie o prawdopodobieństwie istnienia nie tylko elementów wglębnych w oznaczonej strefie, ale i złóż bitumicznych w niektórych jej partiach. W podobnych warunkach elementy wglębne nie są zjawiskiem lokalnym; rozpościerają się one na wielkich przestrzeniach w kierunku podłużnym — jeśli założymy, że istnieje wielka depresja u czoła nasunięć brzeżnych wypełniona, jak w naszym przypadku, warstwami neogenu. Na kulminacjach elementów wglębnych mogą być napotkane większe złoża bitumiczne.

Bochnia-Wieliczka. — Pomędzy Wieliczką a Bochnią zachodzą bardzo szczególne zjawiska. W Bochni, jak widzieliśmy, mamy jeszcze sfałdowania wglębne, prawdopodobnie w związku z wielkim zapadliskiem przed czołem nasunięć karpaccich, natomiast w rejonie Wieliczki na nieznacznej głębokości zbliża się już ku brzegowi Karpat sztywna płyta z wapieniami jury będąca południowym obrzeżeniem Wyżyny Małopolskiej. Wiercenia w Baryczu koło Wieliczki, jak dawno już wiadomo, napotykają wapienie jury w głęb. ok. 300 m.

Rejony Bochni i Wieliczki przedziela rozległa, wyginająca się łukiem ku płd. zatoka Gdowa, wypełniona warstwami tortonu. Gdzie znajduje się granica dzieląca różne ich podłoża i jaki jest dokładny charakter tej granicy, nie możemy na razie przewidzieć. Tu oczekujemy wskazówek od geofizyki. Badania grawimetryczne K. Maryniaka wykazują istotnie walne obniżanie się mas wglębnych od Wieliczki ku wschodowi.

Wieliczka, jak wiadomo, jest jedną z najstarszych i najbardziej słynnych kopalń na kuli ziemskiej, ale i tutaj w ostatnich dopiero latach zbliżamy się do właściwego interpretowania budowy geologicznej. Masy solne Wieliczki są, opierając się na najnowszych badaniach A. Gawła, sfałdowaniami formacji solnej wygniecionymi spod brzeżnych nasunięć karpaccich. Pomędzy nasuniętym brzegiem Karpat a sztywnym podłożem, jak było już zaznaczone, nie pozostawało wiele wolnej przestrzeni i dlatego elementy fliszowe wglębne albo wcale się tu nie tworzyły, albo

musiały pozostać znacznie dalej ku pld.; natomiast plastyczne iły solne mogły wędrować daleko przed czołem nasuwających się karpackich elementów brzeżnych. Te elementy posiadają tu przypuszczalnie strukturę płaskiej bryły nasuniętej z dalszego południa na neogen. Gdzie znajdują się tzw. „korzenie“ danego elementu, pozostaje pytaniem czekającym na odpowiedź.

Wieliczka-Cieszyn. — Sztywne podłoże najwidoczniej towarzyszy nieprzerwanie brzegowi Karpat na zachód od Wieliczki — daleko jeszcze poza Olzę. Jednak już w okolicy Skawiny stwierdzono karbon produktywny, który podściela w głębi brzeg Karpat w kierunku na Cieszyn i Frydek. W wymienionej strefie już przed kilkudziesięciu laty wykonano liczne wiercenia poszukiwawcze celem zbadania pokładów węglowych. Według notatek zachowanych w literaturze pod brzegiem karpackim miano napotkać paleogen.

Wiercenia poszukiwawcze, rozpoczęte w r. 1946 w Dębowcu i okolicy, zdobyły materiał, który rzuca nowe światło na strukturę brzegu Karpat w tej miejscowości. Przede wszystkim po przebiciu nasuniętych mas cieszyńskich napotkano szarą serię łupków marglistych i piaskowców, które, według spostrzeżeń Trnobraskiego i Pituly, wykazywały duże podobieństwo do tortonu w Daszawie. Wkrótce znalazła się także makro i mikrofauna (otwory Dębowiec 1, 2, 4, Simoradz 1a) określone przez Czarnockiego, Kowalewskiego i Pożaryskiego, które pozwalają istotnie zaliczyć pokłady pod brzeżnym nasunięciem Karpat Cieszyńskich do *dolnego tortonu*. W ten sposób stwierdzono fakt o bardzo doniosłym znaczeniu, że młodszy neogen sięga tu — i to, jak zobaczymy dalej, na znaczną odległość — popod Karpaty Zachodnie. Paleontolog Horcica z Hodonina oznaczył mikrofaunę z głębszych poziomów otworu Dębowiec 5 (554—633 m). Autor powyższy zalicza badany poziom już do *helwetu*.

Bliższe przyjrzenie się materiałowi skalnemu pod nasunięciem karpackim w okolicy Dębowca pozwala również wnioskować, że mamy tu do czynienia raczej z neogenem niż z paleogenem. Na wszystkich dziesięciu wierconych tu dotąd otworach pod nasunięciem stale zaznacza się podobna formacja geologiczna: są to szare, mało zwarte mikowe margliste łupki z nieregularnymi przewarstwieniami jasno szarych, drobnoziarnistych piaskowców, mających raczej soczewkowaty charakter. Warstewki piaskowców są cienkie, jedynie tu i ówdzie miąższość ich wzrasta do kilku metrów. Wydobyte rdzenie wykazują ułożenie poziome lub bardzo łagodne nachylenie. *Pod nasuniętym więc brzegiem Karpat Śląskich znajduje się neogen.*

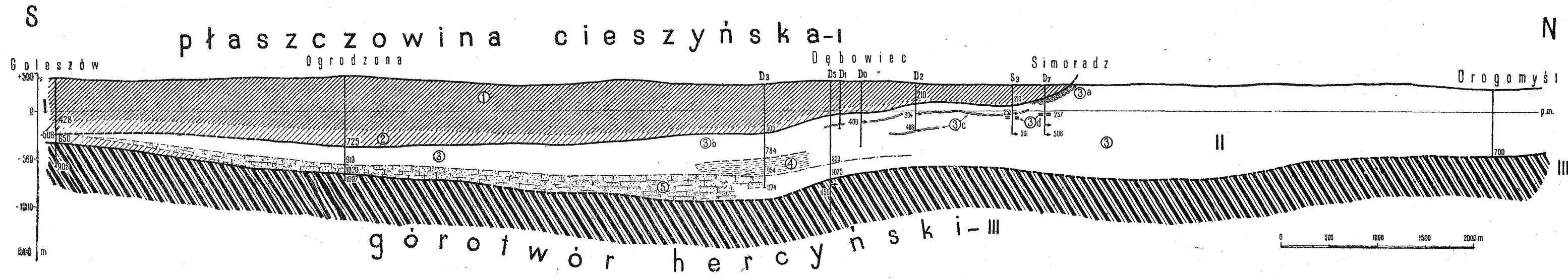


Fig. 7

Profil poprzeczny przez Dębowiec

I. Płaszczowina cieszyńska: 1. dolna kreda cieszyńska; 2. pstre łupki (górną kredą: paleogen). — II. Miocen Przedgórza: 3. torton: a. zlepieńce, b. łupki i piaskowce, c. złoża gazowe, d. solanka; 4. helwet (?); 5. warstwy dębowieckie (dolny miocen (?)). — III. Górotwór hercyński (karbon)

Transversal section through Dębowiec

I. Cieszyn (Teschen) nappe: 1. Cieszyn Lower Cretaceous; 2. variegated shales (Upper Cretaceous: Palaeogene). — II. The Foreland Miocene: 3. Tortonian: a. conglomerate, b. shales and sandstone, c. gas reservoirs, d. salt water; 4. Helvetian (?); 5. Dębowiec beds (Lower Miocene (?)). — III. Hercynian basement (Carboniferous)

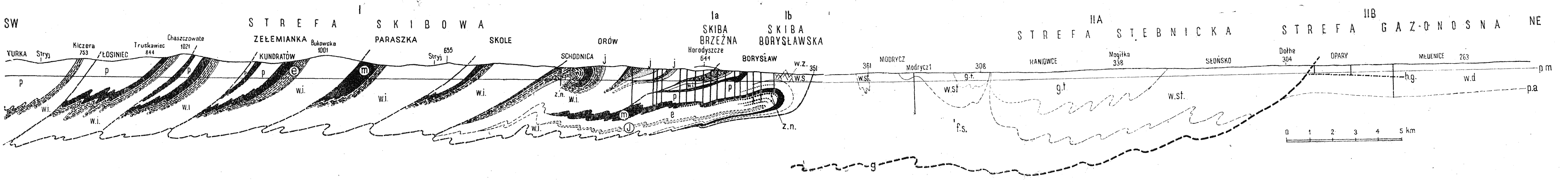


Fig. 9

Profil poprzeczny przez strefę skibową Karpat fliszowych i Przedgórze

I. Strefa skibowa Karpat Fliszowych: Ia. skiba brzeźna; Ib. skiba borysławska; w. s. warstwy solne; p. warstwy polanickie; m. łupki menilitowe; e. eocen; j. piaskowiec jamneński (górną kredą); w. i. warstwy inoceramowe (górną kredą); w. z. wosk ziemny; z. n. złoża naftowe; p. m. poziom morza. — II. Przedgórze: A. stefa stebnicka; g. t. górny torton; w. st. warstwy stebnickie (dolny torton); f. s. formacja solna; g. granica nasunięcia płaszczowiny stebnickiej; B. stefa gazonosna: w. d. warstwy daszawskie; h. g. horyzont gazowy; p. a. poziom anhydrytowy

Transversal section through the Flysch Carpathian Skiba Zone and the Foreland

I. Flysch Carpathian Skiba Zone: Ia. border skiba; Ib. Borysław skiba; w. s. salt beds; p. Polanica beds (Oligocene); m. menilite shales; e. Eocene; j. Jamna sandstone (Upper Cretaceous); w. i. Inoceramus beds (Upper Cretaceous); w. z. ozokerite; z. n. oil fields; p. m. sea level. — II. Foreland: A. Stebnik zone; g. t. Upper Tortonian; w. st. Stebnik layers (Lower Tortonian); f. s. salt formation (Lower Miocene); g. boundary of the Stebnik nappe; B. gasiferous zone; w. d. Daszawa beds; h. g. gas horizon; p. a. anhydrite horizon

Brzeźna strefa Karpat Śląskich zbudowana jest, jak wiadomo, z warstw dolno kredowych — cieszyńskich. Nie będziemy tu ich opisywali; są to dobrze znane czarne łupki, wapienie, piaskowce, tu i ówdzie nieregularnie rozrzucone gniazda i soczewki cieszynitów; niemal wszędzie liczne bardzo spękania i żyły kalcytu. Całość niezwykle zaburzona tektonicznie.

Na uwagę zasługuje dolna partia warstw cieszyńskich napotkana wierceniami na profilu poprzecznym liczącym ok. 7 km od Simoradza — Dębowca na północy aż po Ogrodzoną na południu (por. rys. 7). W spągowej partii nasunięcia zaznacza się tu niekiedy szczególna bardzo seria pokładów intensywnie zgniecionych i zdyslokowanych; są to różowe i ciemne łupki i różnorodne piaskowce — całość przybiera niekiedy charakter zlepieńca tektonicznego. Seria ta została wyróżniona przez Trnobranskiego jako pstra seria. Pochodząca stąd mikrofauna według oznaczenia Pożaryskiego pozwala powyższe pokłady zaliczyć przypuszczalnie do eocenu i górnej kredy. Mielibyśmy więc pod neokomem cieszyńskim młodszą odwróconą niejako serię warstw, która podściela tu brzeźne nasunięcie Karpat. Korzenie jej są gdzieś daleko na południu, ku północy zaś pstra seria wyłania się aż na samym brzegu karpackim i ukazuje się tam w postaci różnorodnych rozrzuconych fragmentów na dużej przestrzeni przed czołem zachodniego odcinka Karpat. Wszystkie one nie mają jednak korzeni w głębi, tylko *tworzą rozarte podłoże wielkiej płaszczowiny cieszyńskiej*. Rzecz naturalna, że na pewnym szczeblu studiów w tym regionie były one brane za zjawiska autochtoniczne, dziś jednak, na podstawie nowych doświadczeń zdobytych szczególnie przy pomocy wierceń, nie mamy już wątpliwości co do ich pochodzenia jako mas przesuniętych z południa a podścielających płaszczowinę cieszyńską (por. rys. 8 i 9).

Stare wiercenia poszukiwawcze dawno już stwierdziły, że pod brzegiem karpackim znajduje się karbon produktywny. Dopiero jednak nowe głębsze otwory wykonane w okolicy Dębowca pozwoliły zapoznać się dokładniej z pokrywą formacji węglowej. Wracamy znowu do poprzecznego profilu Ogrodzona-Dębowiec (rys. 7). Napotkano tu pod helwetem (850—950 m) grubą serię jasnych gruboziarnistych piaskowców przechodzących miejscami w zlepieńce z materiału kwarcowego. Seria ta na północy posiada ok. 200 m. miąższości, ku południowi jest cieńsza. Na razie nie ma żadnych danych, aby można było bliżej określić jej wiek. Piaskowce te mogą tworzyć jedno z dolnych pięter miocenu. Ze względu na to, że formacja powyższa jest bardzo charakterystyczna i odgrywa widocznie wielką rolę w spągowej partii miocenu, nazwaliśmy ją *warstwami dębowieckimi*.

1. płaszczowina cieszynska (kreda dolna) na toryonie gazonośnym tworząca brzeg Karpat Zachodnich; 2. torton gazonośny zapadający pod płaszczowinę; 3. element godulski (kreda)

Cieszyn nappe in the Western Carpathians

1. Cieszyn nappe (Lower Cretaceous) over the gasiferous Tortonian forming the edge of the Western Carpathian chain; 2. gasiferous Tortonian which dips under the Cieszyn nappe; 3. Godula element (Cretaceous)

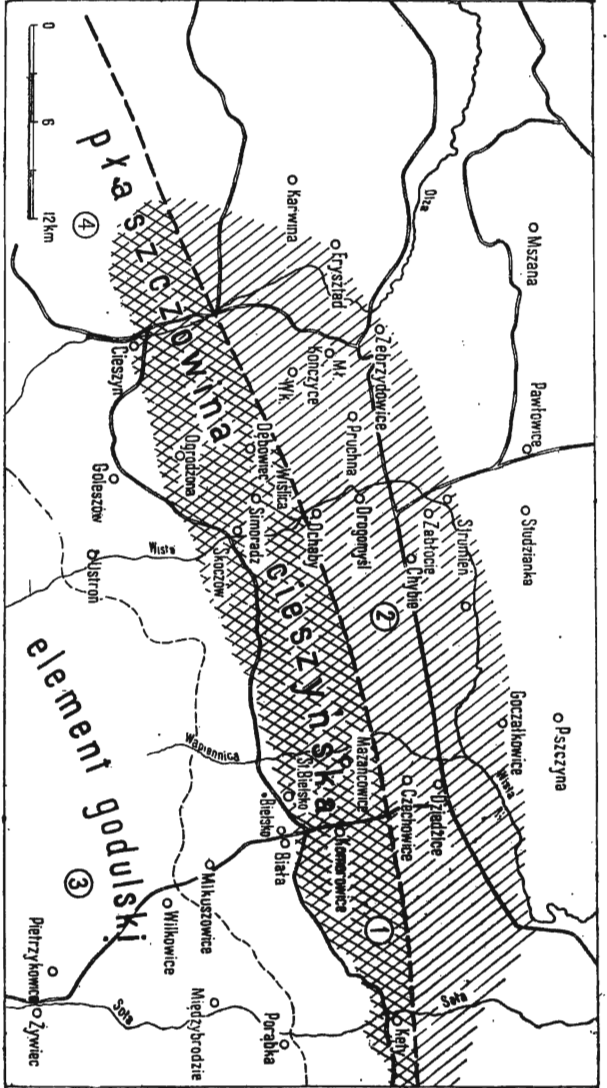


Fig. 8

W ułożeniu warstw dębowieckich dostrzegamy zakłębienia w płd. rejonie Dębowca (Dębowiec 3 — strop 954 m), lekkie stopniowe wznoszenie się ku południowi (Ogrodzona — 910 m) i dość nagle dźwiganie się ku północy (Dębowiec 5—850 m). Zgodnie z wymienionym układem otwory — południowy: Ogrodzona 1 i północny: Dębowiec 5 — przebiły warstwy dębowieckie i doszły do karbonu w głębokości 1020 i 1025 m. Jednak otwór Dębowiec 3, położony w partii synkinałnej, po przewierceniu serii dębowieckiej stwierdził w głęb. 1165—1174 m bardzo szczególne

pokłady, mianowicie ukazywały się tu znowu różowe łupki i zlepieńce. Wypreparowana z nich szczupła mikrofauna, oznaczona przez Syniewską, nie pozwala na zupełnie pewne określenie wieku tego pokładu. Na razie można by przypuszczać, że chodzi tu o górną kredę lub eocen. W synklinie więc dębowieckiej mógł zachować się płat młodszej pokrywy karbonu, niezniszczonej przez erozję.

Karbon został napotkany według powyższego przez dwa otwory, mianowicie Ogrodzona 1 i Dębowiec 5. W Ogrodzonej wiercono udarowo, materiał jest więc stąd bardzo fragmentaryczny. Od głęb. 1020—1097 m powtarzały się wśród łupków i piaskowców ułamki węgla kamiennego; natomiast na otworze Dębowiec 5 rdzeniowy materiał był bardzo dobry. W stropowej partii karbonu nawiercono doskonały *pokład kamiennego węgla o poziomym ułożeniu* (1054,54—1056,40 m). Niżej do głęb. 1195 m ukazywały się czerwone łupki z florą karbońską oraz piaskowce i grube zlepieńce z materiału karbońskiego. Miejscami nachylenie warstw wynosiło 22°. Flora z otworu Dębowiec 5 prawdopodobnie pozwoli na bliższe oznaczenie stratygraficzne charakteru napotykaných warstw.

Rozpoznane formacje napotkane w rejonie Dębowca oraz ich układ nie odnoszą się tylko do jednego profilu pomiędzy Ogrodzoną a Dębowcem, lecz mają one szersze regionalne znaczenie, czego dowodem jest jeszcze podłużny profil ustalony również wierceniami pomiędzy Dębowcem a Skoczowem. Obejmuje on przestrzeń Karpat brzeżnych ok. 6 km na długość. I tutaj widzimy płasko leżącą bryłę warstw nasuniętych tj. kredy cieszyńskiej z podścielającą młodszą pstrą serią, poniżej zaś nasunięcia — wielkie masy tortonu i helwetu, wreszcie warstwy dębowieckie i karbon. Jak z powyższego profilu wnioskować można, podobny układ wzdłuż brzegu Karpat widocznie rozpościera się jeszcze daleko na wschód i zachód od Dębowca.

Przesuwanie się wielkich brył Karpat brzeżnych oraz Przedgórze w neogenie. — Rozważania nasze na temat budowy zachodniego brzegu Karpat wymagają pewnych teoretycznych uzupełnień. Uderza nas zdumiewające zjawisko owej płaskiej bryły cieszyńskiej oderwanej od swego podłoża i nasuniętej na neogen Przedgórze. Mogliśmy ją śledzić, jak to było omówione, zaczynając od brzegu Karpat na odległość ok. 7 km w głąb łańcucha ku płd., ale i tam na południu nie ma jeszcze żadnych oznak, aby masy nasunięte miały gdzieś blisko łączyć się z podłożem. Nasunięcie kredy cieszyńskiej stwierdzono wierceniem również w Goleszowie, tj. przeszło 10 km od brzegu ku południowi. *Bryła cieszyńska jest doskonale odkłuta i oderwana od swojej podstawy.*

Z fragmentów warstw różowych napotkanych nad stropem karbonu w Dębowcu można przypuszczać, iż gdzieś dalej ku płd. ten przypuszczalny paleogen czy kreda rozwija się szerzej jako pokrywa starego masywu hercyńskiego i że stamtąd właśnie pochodzi owa pstra seria podścielająca płaszczowinę cieszyńską. Z jakiej odległości dokładnie — tego nie możemy na razie przewidzieć.

Wiemy, że kreda dolna płaszczowiny cieszyńskiej jest bardzo zdyslokowana. Na przytoczonym np. profilu poprzecznym (por. rys. 9) nie dało się wyróżnić żadnych form specjalnych. Otwory wiertnicze napotykały tu stale wielką zmienność w charakterze i układzie warstw bez możności powiązania ze sobą poszczególnych fragmentów.

Fałdowania kredy cieszyńskiej należą, jak wiemy, do starszych fałdowań karpackich; zachodziły one przed osadzeniem się warstw wierzowskich, niezgodnie przykrywających serię cieszyńską, która fałdowała się w czasie pomiędzy neokomem a barremem. W przeciwieństwie do tego wielkie odkłucie sfałdowanej i już sztywnej bryły cieszyńskiej oraz przesunięcie jej z całym gmachem zostało dokonane w neogenie, jak w danym przypadku — po dolnym tortonie.

Ten ruch bryłowy o wielkim zasięgu ma swoją analogię na Przedgórzu Karpat Wschodnich. Poznaliśmy i tam zjawisko oddarcia całej serii stebnickiej od jej podłoża i przesunięcia jej na układ młodszy — warstwy daszawskie, prawdopodobnie wiekowo zbliżone do tych, jakie podścielają płaszczowinę cieszyńską. Naturalnie na wschodzie działo się to pod ciśnieniem i z przesuwaniem się na zewnątrz całego wschodniego brzegu Karpat.

Wynika więc, że cały nasz brzeżny łuk karpacki w granicach studio- wanych dotąd ściślej, oprócz powszechnie znanych fałdowań, posiada jeszcze dyslokacje innego typu. Są to wielkie bryły odkłuwane i przesuwane pod ciśnieniem mas wglębnych rozmieszczonych dalej na płd. Ten typ przesunięć bryłowych czy też płaszczowinowych obejmuje nie tylko brzeżną strefę Karpat właściwych, ale w niektórych rejonach i Przedgórze młodsze.

Fałdy karpackie popularyzowane u nas często pod nazwą antyklin i synklin są to zjawiska bardziej powierzchniowe, tworzą one jakby architektoniczne ozdoby gmachu o głębokich fundamentach i potężnej głównej konstrukcji. Dopiero jednak owe olbrzymie odkłucia i przesuwania całych brył na wielkie przestrzenie nadają zasadniczy wyraz całości. Do tej drugiej kategorii należą dyslokacje powodujące, że nasz łańcuch karpacki przesuwa się jako zwarta masa ku zewnętrznym peryferiom.

Dyslokacje podobnego rodzaju są dobrze znane w strukturze alpejskiej, ich daleki i głęboki zasięg widoczny jest w wysokich górach bądź na

powierzchni, bądź też wywnioskowany jest tam niekiedy na drodze dedukcji. Nasz techniczny aparat w postaci wierceń głębokich, którym posługujemy się dla celów praktycznych, pozwala nam jednak niekiedy szczególnie dokładnie jakby podpatrzeć bezpośrednio wielkie tajemnice natury. Spomiedzy zjawisk tego rodzaju na szczególną uwagę zasługuje nasunięcie bryły stebnickiej na przedpole Karpat Wschodnich. Jest to rzadko spotykane zjawisko; było ono możliwe dzięki specjalnym warunkom geologicznym, w jakich znalazło się Przedgórze Wschodnie. Decydujące znaczenie miała tu wielka regionalna depresja, wypełniona neogenem pomiędzy sztywnymi płytami na północy, wschodzie i zachodzie.

Przy rozważaniach na temat powyższy nie można nie wspomnieć świetnych mistrzów geologii alpejskiej jak M. Bertranda, Alberta Heima (4), M. Lugeona (5), E. Arganda (1), R. Stauba (6), którzy mieli wspaniały teren dla swoich spostrzeżeń; potrafili oni tak wiele uczynić dla wyjaśnienia genezy Alp, których same formy zdumiewają ogromem zjawisk tektonicznych. Nasze Karpaty przy zachowaniu bardziej skromnej szaty jednak także żyją swoistym życiem Ziemi.

Stare dyslokacje, jakie zachodziły w ubiegłych czasach wewnątrz łańcucha karpackiego, odradzają się z młodzieńczą energią w nowych epokach — na zewnętrznych peryferiach łuku. Opadające fale pobudzają nowe do życia. Dynamika wielkich mas górskich trwa wiecznie.

Zakopane, grudzień 1948

LITERATURA — REFERENCES

1. ARGAND E. La tectonique de l'Asie. Congrès Géol. Int., C.-R. 1924.
2. CHLEBOWSKI T. Spostrzeżenia geologiczne z miocenu Kałusza i Bochni. (Observations géologiques du Miocène de Kałusz et Bochnia). Biul. P. I. G. (Bull., Service Géol. de Pologne), 29, Warszawa 1947.
3. CIZANCOURT H. O budowie przedmurza Karpat Wschodnich (Sur la structure de l'avant-pays de Carpathes Orientales). Stacja Geol., Biul. 12' (Station Géol., Bull.), Borysław 1925.
4. HEIM ALB. Geologie der Schweiz. 1916—1922.
5. LUGEON M. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes. Congrès Géol. Int., C.-R. IX-e Sess. Vienne 1903.
6. STAUB R. Der Bau der Alpen. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, 1924.
7. SUESS E. La face de la Terre, p. 1—111. 1921.
8. TOŁWIŃSKI K. Objaśnienie arkusza Skole (Explication de la feuille Skole). P.I.G. (Service Géol. de Pologne). Warszawa 1937.
9. Karpaty Wschodnie, mapa geologiczna (Karpates Orientales, carte géologique). 1:200.000. Borysław—Lwów 1939.

The Carpathian Marginal Region (Summary). — The relation of the Carpathian Flysch Marginal Region to the neighbouring Neogene Foreland has been the subject of consideration and discussion among geologists. Direct studies of the structure of that area were rather difficult owing to the region being covered, and it is no wonder that the conclusions reached were various. The first light on the complicated relations of this Carpathian border zone was thrown by deep oil drillings.

It was proved in Borysław that the Flysch depth fold¹ is overthrust together with so called 'skiba' (great scale or furrow-slice) elements as a great block over the salt beds (Miocene) of the Foreland. This overthrust very probably extends far in the SW direction over an area of many square kilometers. The tectonic elements which cover the Borysław depth fold are also thrust over it. They are composed of a number of structural units which are thrust over one another in a similar way; their importance in the structural pattern of the Eastern Carpathians is considerable. These elements vary in width between a few km and 20 km and are sometimes some hundreds of km long and consists of full Flysch series of the Eastern Carpathian cover. The above units were named 'skibas' by the Polish Carpathian geologists (see Borysław profile, fig. 1 and 9).

The chief overthrust of the Eastern Carpathian border zone on the Foreland took place after the formation of salt beds, i. e. probably during the post-Helvetian age.

Close to the outer border of the Eastern Carpathians and about 50 km wide lies a zone of the Foreland which extends as far as the Podolian Plateau. At the edge of the Carpathians there are first severely disturbed salt beds; close to the outer side of them a wide belt of pink Stebnik marls lies, referred to the Lower Tortonian. They are usually gently folded and most probably transgress upon salt clays. The Stebnik zone is hidden westward under the Carpathians within the Przemyśl neighbourhood and toward the SE becomes considerably narrower forming on the Foreland of the Pokucie Carpathians a crumpled belt only several hundreds meters wide.

The outer margin of the Stebnik formation is of a special importance: it lies close to the greatly developed series of the younger Tortonian, i. e. to the so called Daszawa formation. Gas fields occur within this last formation on the southern margin, near the boundary line with the Stebnik beds. The gas has been exploited for many years in great mines in Daszawa near Stryj and Oparý near Drohobycz; their presence was

¹ Depth fold = a great recumbent fold which is here pushed over toward NE. In its core we find all elements of the Carpathian Border Zone.

also proved eastward, near Kalusz and westward in Chodnowice in a similar geological situation.

Geological observations made on the surface and gas drillings have proved that the Daszawa beds of the younger Tortonian dip under the Stebnik formations of the Lower Tortonian and that, not only in this case, but northward from the border mentioned the Stebnik beds don't occur nowhere under the younger Tortonian. The Daszawa beds are underlain by the anhydrite horizon which covers the formations — probably Mesozoical — belonging to the Podolian Plateau. The Stebnik beds were also sheared off here from the substratum, folded and thrust over the younger Daszawa formation in the NE direction as a large block.

The above is not a local phenomenon and we find a similar tectonic pattern on the extent about 200 km long from Przemyśl up to the Pokutie Carpathians, and eastward from the Czeremosz valley. The Stebnik masses represent a passive element; they were folded and displaced under the pressure of Carpathian border blocks and we may consider here, in consequence, a distinct example of the rejuvenation of tectonic movements. Owing to the above there was formed in the Foreland a great tectonic element that could be named the Stebnik nappe. It can be defined as a nappe in an embryonic stage, but it nevertheless possesses all features of such a structural element. Two different foreland facies: the Stebnik and Daszawa ones are here close to each other; we have to deal here with the fact of a complete shearing off of a great block from its roots and of its dislocation upon a younger formation on a probably great space.

A great number of deep oil drillings in Borysław carried out on the emerged depth element, as well as on its southward prolongation upon the overthrust Flysch border masses, have made possible a recognition of the relations of Carpathian blocks which cover the salt foreland. The geologic structure of the whole area of the border Carpathians between Przemyśl and the Czeremosz valley is not so distinct, of course, but we may observe here also facts which allow us properly to understand the existing relations.

Great masses of the Borysław depth element up to 2000 m of thickness do not disappear directly near Borysław; they are stretched far off east- and westward in the same way as the overlying higher 'skibas'. Further off, eastward, the depth elements sometimes occur on culmination points at the surface owing to the undulation of the longitudinal axis of the mountain chain; we may observe it in Majdan, Rypne, Bitków and at last in the direction of the Czeremosz valley where they form on the surface a whole mountain chain, viz. the Pokutie Carpathians. The depth element has been proved by drillings in Bitków and in Borysław under the

border overthrust, but its shape in Bitków is not uniform but scaled. In the Pokutie Carpathians, however, we may see a number of folds which emerge on the surface from the great depression of the Prut river in the SE direction. The Pokutie Carpathians are also overthrust, of course, upon the salt formation. The anhydrite bottom of this formation dips under the edge of the mountains to the 1700 m in depth in relation to the sea level (proved seismically). The Pokutie Carpathians form in consequence a great regional transversal uplift joined with the uplift of the opposite Podolian Plateau (Carpathian-Podolian culmination).

The depth element or its scale emerges from the Popiele depression in Nahujowice, NW from Borysław, and we do not meet it again anywhere on the surface; we may only conclude from the major culmination of the border element within the neighbourhood of Stary Sambor, that the depth element probably rises up here. The border, as probably the depth fold as well, submerge deeper and deeper towards Przemyśl, and they are hidden under higher overthrusts.

The depth folds do not occur any more on the surface between Przemyśl and Bochnia. The border zone of the mountains is generally concealed in that area and we find here great depressions which have been proved gravimetrically and seismically, but probably in that area there also exist depth folds subject in their transverse culminations and depressions to the same laws as in the east. Only further investigations and test drillings will explain these relations.

We meet, however, in Bochnia a peculiar phenomenon again, viz. on the surface there occurs a depth fold, though with a very irregularly developed and crushed Flysch core, coated with salt beds³. The salt mine in Bochnia is placed on the northern limb of that element and the southern, flat one, dips under the border Carpathians. Drillings carried out lately in the southern zone of the Bochnia fold have proved considerable gas manifestations at a relatively small depth.

Great changes of the character of the deeper substratum occur on the Carpathian Marginal Region between Bochnia and Wieliczka; the zone

³ The author's last observations, however, incline him to another interpretation of the Carpathian Border Zone structure in the neighbourhood of Bochnia. The Flysch does not form here the core of a fold usually coated on its both limbs with the Neogene, but is rather the base of a depth fold. The underlying Flysch together with the younger cover was sheared off and thrust in the form of a 'skiba' over the Neogene of the Foreland. The severely disturbed Flysch formations which lay at the bottom of the Bochnia 'skiba' zone find in this way their explanation (*Author's note of December 1949*).

lies on a thin Miocene bed in the neighbourhood of Wieliczka and directly under this bed there occurs the Upper Jurassic plate which is a prolongation of the Małopolska Upland in the S direction. Drillings have already reached Jurassic in Barycz near Wieliczka at the depth of about 300 m. Salt deposits in Wieliczka represent irregular, considerably crushed folds wedged between the above stiff platy substratum and the overthrust Carpathian border zone within the Lower Tortonian series. The Carpathian overthrust visible here as well, reaches, however, much further southward from Wieliczka.

The boundary which divides the Bochnia profound folding from the platy structure within the Wieliczka substratum probably occurs within the Gdowa gulf, but this may be proved only geophysically as the whole gulf is filled with transgressing younger Miocene (younger Tortonian).

The platy Mesozoic substratum of Wieliczka extends westward under the mountain border zone with the only difference that Carbonian already occurs in that direction between Wadowice and Cieszyn (Teschen) further westward. Gas drillings carried out during the last few years in the neighbourhood of Dębowiec (between Bielsk and Cieszyn) have proved that under the overthrust masses of the Lower Cieszyn Cretaceous Neogene is present, sometimes over 1000 m thick northward on the Carpathian Marginal Region, and somewhat thinner southward. The upper part of this Neogene, under the Cieszyn overthrust, is considered at present as belonging to the Lower Tortonian, the middle one probably to the Helvetian, and the lower (Dębowiec bed) may belong to the lower stages of Miocene; this fact, however, is still to be proved.

Neogene in the neighbourhood of the Carpathian Marginal Region and further on northward contains natural gas which is also known to exist within the underlying Carbonian. The overthrust Cieszyn Lower Cretaceous is underlain (over the Neogene) by a greatly disturbed series or variegated shales and sandstones which probably belong to younger Cretaceous or Palaeogene. Fragments of similar beds were met from time to time in bore holes directly at the top of Carboniferous — under the Neogene.

The Cieszyn block is composed of very irregular folded and sometimes greatly crushed Cretaceous beds (shales, limestones, Cieszyn sandstones with calcite veins, teschenites), but, as a whole, it forms a flat mass, only several hundred meters thick, extending over 10 km from the Carpathian Marginal Region in a transverse southward direction, as was proved by bore holes between Dębowiec-Ogrodzona-Golessów. Neogene (Lower Tortonian) was met everywhere under the overthrust Cretaceous

(Dębowiec-Ogrodzona). We may conclude from the above, that the character of the Cieszyn nappe is that of a block completely sheared off from its substratum. It was overthrust on its outer edge in the post-Lower Tortonian age.

We have already become acquainted with the phenomenon of the overthrust of great masses in the post-Lower Tortonian when studying the Eastern Carpathians Foreland. We have proved there, however, that the dislocation of the whole border Carpathians and the stress over the Foreland masses have caused the shearing off and thrusting of the large Stebnik block over the Daszawa beds. In the Western Carpathians the whole Flysch Carpathian border was somewhat overthrust over the Lower Tortonian beds; this was probably caused by the fact that these beds were not very thick and that they contained at their base a stiff Hercynian Carboniferous plate which was at that time already folded.

The large blocks sheared off from the Carpathian Marginal Region dip, of course, very far southward inside the mountain chain. Dislocations of this kind were already predisposed at the depth in much older ages. Today the youngest tectonic dislocations on the outer Carpathian border zone have been proved and we may consider them as an reflection of a structural pattern of wide extent and remote date.
