

## DEFORMACJE POKRYSTALIZACYJNE W KARPATACH ŚRODKOWYCH

Niniejszy artykuł jest częścią sprawozdania wynikowego, wchodzącego w zakres czynności służb geologicznych zakładów terenowych P.G.P.N. Dzięki pracy w Przedsiębiorstwie, które prowadzi szeroki wachlarz prac poszukiwawczych ropy i gazu, możemy nie tylko rozwijać i pogłębiać wiadomości o budowie Ziemi, lecz również wyciągać wnioski, które byłoby trudno uzyskać bez tego rodzaju prac.

Główny geolog P.G.P.N. prof. dr. A. Tokarski oraz główny geolog C.Z.P.N. dr St. Wdowiarz zachętili mnie do zamieszczenia poniższej próby syntetycznego ujęcia jednego z problemów geologii Karpat. Za cenne uwagi i konsultacje udzielane w serdecznej atmosferze składam im podziękowania.

### WSTĘP

Badając rdzenie z odwiertów, jak również obserwując skały w terenie okolicy Zmięrodu, spotkałem się ze zjawiskiem wtórnego zdeformowania tektonicznego żył kalcytowych. Obserwacje miałem możliwość poczynić na szeregu odwiertów w obrębie fałdów dukielskich, w miejscu, gdzie zanurzają się pod płaszczowinę magurską lub na jej przedpolu.

Deformacje wtórne wiążą się z późniejszym fałdowaniem skał, które poprzednio uległy już sfałdowaniu i zeszywnieniu. Kompleksy skalne objęte zasięgiem nowej fazy górotwórczej nie fałdują się plastycznie, lecz ulegają spękaniom i poprzemieszczaniom na miarę mikro- do megaskopowych amplitud.

O „tektonice sztywnej“ w rejonie Jasła, a dotyczącej także fałdów dukielskich pisze w swej pracy prof. dr A. Tokarski, jako o ramowym fałdowaniu.<sup>1</sup>

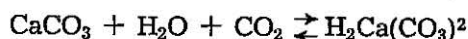
Spostrzeżenia moje dotyczą tektoniki wspomnianych „fałdów“.

### OBSERWACJE DEFORMACJI TEKTONICZNYCH

W odwiercie geologicznym w głębokości 332 — 334 m znalazłem wtórnie zdeformowane warstwy krośnieńskie dolne. Deformacje polegają na poprzesuwnaniu żył kalcytowych względem siebie o kilkanaście milimetrów wzdłuż pewnych płaszczyzn. Na ryc. 1 jaśniejsza smuga oznacza żyłę kalcytową, szara barwa — to piaskowiec krośnieński przekątnie warstwowany. Z fotografii widać żyłę rozerwaną (która niegdyś tworzyła jedną całość) przez ruchy górotwórcze i przesu-

niętą o 25 mm. Zjawisko to tłumaczę w ten sposób, że podczas fałdowania serii dukielskich oraz osadów płaszczowiny śląskiej skały w tych jednostkach uległy plastycznemu sfałdowaniu lub mogły się utworzyć deformacje nieciągłe, jak: uskoki, szczeliny, spękania, w których z biegiem czasu począł krystalizować węglan wapnia.

Jak wiadomo, w skałach przebiegają procesy rozpuszczania i ługowania ich przez wody zakwaszone kwasem węglowym. W takich warunkach węglany obojętne przechodzą w znacznie łatwiej rozpuszczalne węglany kwaśne (dwuwęglany) według wzoru:



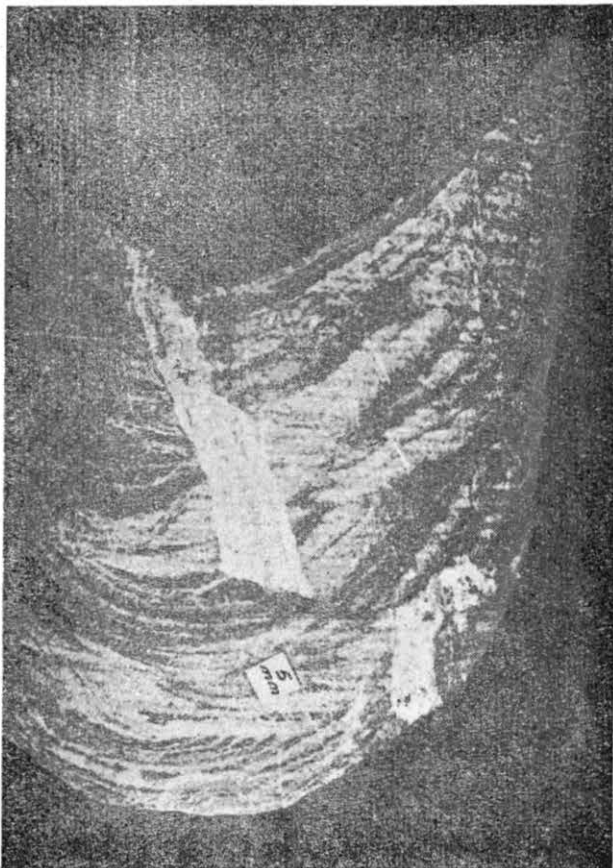
Dzięki temu węglany, a zwłaszcza  $\text{CaCO}_3$ , mogą być łatwo uruchamiane przez wody wgłębne lub powierzchniowe. Ulegają więc one ustawicznemu i dalekim nieraz wędrówkom, a w okolicznościach sprzyjających utracie  $\text{CO}_2$ , mogą być z powrotem wtórnie wytrącane jako wypełnienia szczelin i próżni skalnych (żyły kalcytowe). Okolicznością sprzyjającą są zatem szczeliny, w których panuje mniejsze ciśnienie od ciśnienia w skałach. Rozpuszczalność zaś  $\text{CO}_2$  w wodzie wzrasta z ciśnieniem, które utrzymuje węglan wapnia w postaci rozpuszczalnej. Zmniejszenie ciśnienia powoduje ulatnianie dwutlenku węgla i wytrącanie się  $\text{CaCO}_3$  (krystalizacja), w takich warunkach węglan wapnia krystalizuje we wszystkich szczelinach i spękaniach dopasowując się do ich kształtu.

Podczas jednego fałdowania wytwarzają się deformacje, (uskoki, szczeliny itp.) o pewnym kierunku zgodnym z działaniem sił górotwórczych, wytwarzając pewien system. Przemieszczenie żył widoczne na ryc. 1 nie może pochodzić z jednej fazy górotwórczej, lecz z dwóch. Pierwsza faza doprowadziła do powstania szczelin, w których wykrył się kalcyt, druga faza doprowadziła do poprzemieszczania żył w kierunku prawie prostopadłym do poprzedniej szczeliny.

Istnienie pierwszej fazy ustalę, zgodnie z przyjętym wiekiem fałdowań Karpat zewnętrznych, na okres po osadzeniu się warstw krośnieńskich górnych, czyli po oligocenie, względnie na górny oligocen (faza sawska systemu fałdowania Alpidów).

Na tak sfałdowane i zeszywniałe elementy przychodzi druga faza górotwórcza w górnym tortonie (attycka), która zaznaczyła się nieplastycznym fałdowaniem starszych utworów. Do tej fazy należy odnieść porozrywanie żył kalcytowych. Przykładów wtórnej deformacji znalazłem kilka.

<sup>1</sup> A. Tokarski: Ramowa tektonika fałdów jasielskich. P.A.U. nr 7, Kraków 1947 r.



Ryc. 1

Adam Tokarski z tortońską fazą wiąże wytworzenie się lokalnej swoistej tektoniki ramowej fałdów jasielskich, która została nałożona na pierwotnie sfałdowany rejon.

Z poczynionych fragmentarycznych obserwacji nie mogę wywnioskować, czy tortońska faza miała charakter nacisków stycznych (tangencjalnych), czy też działała jako siła wypiętrzająca (en bloc), ponieważ w terenie te dwie siły zaznaczyły się jakby łącznie. Niektórzy geolodzy wiążą tortońskie ruchy tektoniczne z wypiętrzaniem en bloc. Stanisław Wdowiarz w pracy pt. „Budowa geologiczna Karpat brzeżnych na południe od Rzeszowa“ (str. 34 i 35) precyzuje fałdowanie tortońskie jako siłę działającą w kierunku pionowym ku górze.

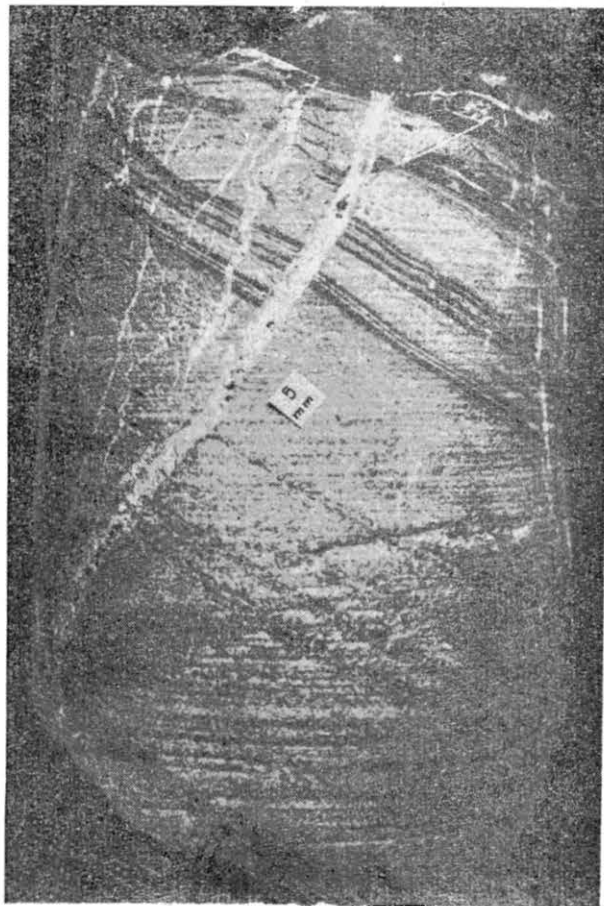
Z poczynionych obserwacji w strefach pobliskich płaszczowiny magurskiej<sup>2</sup> można wnioskować, że kierunki działania sił szły od południa i działały tangencjalnie, co jest zgodne z kierunkiem fałdowania Karpat. Wytworzenie się ramowej tektoniki łączy się również ze stycznym działaniem sił tektonicznych, nakładanych na poprzednio wytworzony już system fałdowy. Jednakże siły wypiętrzające obszar ku górze mogły nastąpić później (po nasunięciu płaszczowiny mag.) jako izostatyczne wyrównanie gór fałdo-

<sup>2</sup> Nasunięcie się pł. mag. na centralną depresję karpacką przyjmuję jako górno tortońskie. Warstwy centralnej depresji ulegały od oligocenu do tortonu denudacji, następnie częściowo zostały przykryte przez płaszczowinę magurską.

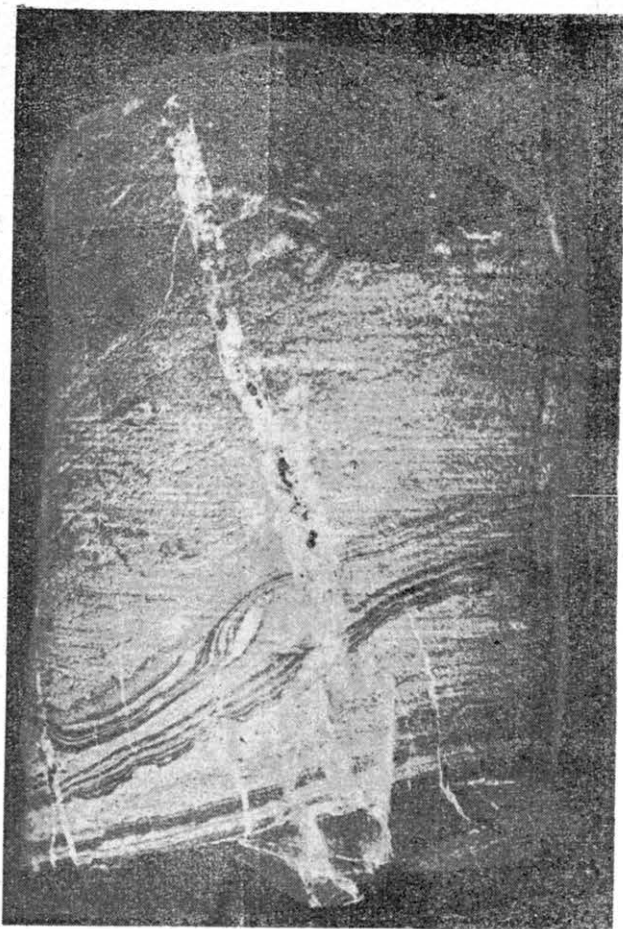
wych, spowodowane denudacją Karpat fliszowych. Wyrównanie siły ciężkości, a co za tym idzie podnoszenie się warstw lżejszych, nie odbywało się zbyt nagle i, być może, deformacje pionowe pochodzą z tego wydzwignięcia (ryc. 2 i 3).

#### OBSZAR OBJĘTY PRZEZ „SZTYWNĄ TEKTONIKĘ“

Przytoczone obserwacje odnoszą się nie tylko do fałdów dukielskich, lecz również do pogranicza płaszczowiny śląskiej z magurską. Tortońska faza (attycka) wytworzyła silny system uskoków poprzecznych o biegu SW—NE oraz podłużnych o biegu NW—SE powodując charakter ramowej tektoniki (A. Tokarski). Rzecz jasna, że na kontakcie płaszczowiny śląskiej nasuwająca się olbrzymią swą masą płaszczowina magurska wytworzyła silniejsze zaburzenia. Uwydatnia się to tym bardziej w fałdach dukielskich, które tworzą element o wiele mniejszy od płaszczowiny śląskiej. Wtórному zdeformowaniu uległy w facji dukielskiej znane mi piaskowce cergowskie, należące do eocenu, łupki menilitowe (g. eocen) oraz warstwy krośnieńskiej (g. eocen, oligocen). Szczególnie uwydatniają się deformacje w seriach piaskowcowych, a w łupkach menilitowych zaznaczają się bardziej w interwałach marglisto-krzemionkowych lub piaskowcowych (serie sztywniejsze).



Ryc. 2



Ryc. 3

Ze względu na ubóstwo łupków menilitowych pod względem węglanu wapnia żyły kalcytowe pochodzą z daleko płynących wód przesyconych  $\text{CaCO}_3$ . Zdarzają się również konkrecje i nacieki alunowe. Nasuwanie się płaszczowiny magurskiej na centralną depresję karpacką wykorzystano istniejącą erozję i denudację terenu, której ład ulegał od oligocenu do tortonu, dopasowując się do istniejących już form morfologicznych. Zaleganie warstw jednostki magurskiej na śląskiej jest niezgodne (dyskordantne). Dyskordantne zaleganie zostało dokładnie zbadane wierceniami w kilku miejscowościach. Niezgodnie zalegająca płaszczowina magurska na śląskiej posiada jednak wspólne cechy wtórnego fałdowania już po nasunięciu. Odbija się to np. w dyslokacjach, które przecinają element śląski i magurski. Są jednak i takie dyslokacje, które zaznaczają się w płaszczowinie śląskiej i fałdach dukielskich, zaś w magurskiej nie mają oddźwięku. Świadczyłoby to, że przed nasunięciem płaszczowiny magurskiej w jednostce śląskiej wytworzony został oddzielny system tektoniczny niezależny od późniejszego. Problem ten jest szeroko poruszany przez różnych autorów, a pierwszy zwrócił na to uwagę K. Konior<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> K. Konior: Z badań geologicznych w Karpatach środkowych między Gorlicami i Sanokiem, „Rocz. PTG” T. IX, 1933.

Płaszczowina magurska wywarła zdecydowany swój wpływ tektoniczny w ościennym obszarze, tworząc szereg dyslokacji, które powstały przy nasileniu fałdowania. Oprócz tego widzimy w skałach małe przemieszczenia od kilku milimetrów do kilku centymetrów, jakby odbicie wygasającej fazy czy też odbicie fałdowania en bloc o czym wspominałem wyżej. Tektonika ta musiała też wywrzeć duży wpływ na konsolidację warstw, doprowadzając je do silniejszego usztywnienia. Konsolidacja tektoniczna piaskowców może mieć np. wpływ na zmniejszenie porowatości, co również spotykam na kontakcie piaskowców cergowskich z warstwami płaszczowiny magurskiej.

Omówione deformacje tektoniczne są oczywiste. Załączone ryc. 2 i 3 przedstawiają zdeformowanie partii piaskowcowej warstw krośnieńskich, laminowanych łupkiem czarnym. Szczelina wypełniona jest kalcytem, w którym istnieją widoczne komory. Komory te często wypełnione są śladami ropy. Okaz pochodzi z warstw krośnieńskich, fałdów dukielskich, na południe od Żmigrodu.

### ROPONOŚNOŚĆ A TEKTONIKA

Nasunięcie się płaszczowiny magurskiej na centralną depresję karpacką jest dla dzisiejszego problemu ropo-gazonośnego korzystne z powodu dobrej izolacji niżejleżących warstw od powierzchni. Dlatego erozja nie dotarła do fałdów pod płaszczowinę. Samo zaś nasuwanie płaszczowiny magurskiej wytworzyło silny system dyslokacji na przedpolu zarówno w fałdach dukielskich, jak i w jednostce śląskiej.

Horyzonty ropne (piaskowce) uległy spekaniu, wytwarzając system szczelin, który ułatwił migrację węglowodorów do miejsc o mniejszym ciśnieniu. Oczywiście tymi miejscami mogła być i powierzchnia, co jest najgorsze dla nas, lub partie płytsze, co powodowało i powoduje wycieki ropy i gazu. Część węglowodorów, która uległa przystawieniu dyslokacyjnemu oraz posiadała rodzaj izolacji przez przystawiający blok, przetrwała do dnia dzisiejszego i jest niejednokrotnie obiektem eksploatacji.

Ropy występujące w terenie silnie zdyslokowanym charakteryzują się zazwyczaj: niższą temperaturą, ciemniejszą barwą i zawierają także niski procent parafiny. Często jest to oznaką kontaktu z wodą infiltrującą z powierzchni bądź okalającą ze spodu. Złoża takie, znajdujące się pod naporem wód, produkują początkowo znaczną ilość ropy i wydają stosunkowo duży jej procent. Jest to eksploatacja w naturalnej marnotracie.

Ważnym problemem sztywnej tektoniki jest zawodnienie horyzontów ropnych, które uległy silniejszemu zaburzeniu, a więc bliższych powierzchni, ponieważ siły tangencjalnie działające powodują większe zaburzenie w stropowych partiach niż w podłożu. Zawodnienie górnych

horyzontów, np. pierwszego piaskowca ciężkowickiego, drugiego, albo pierwszego cergowskiego, zostało niejednokrotnie stwierdzone wierceniami.

Wyciągam z tego wniosek, że system deformacji wytworzonych przez nasuwającą się płaszczowinę magurską jest destruktywny dla złóż ropy. Szczeliny i dyslokacje były jakby formą drenażu, którymi ropa i gaz mogły swobodnie opuścić zbiorniki ropne. Rozwiercanie takich pól przynosi szereg niespodzianek w formie wybuchów ropy na jednych odwiertach, sąsiednie zaś mogą być negatywne albo produkować wodę. (Np. jeden z odwiertów początkowo produkował ropę samoczynnie, sąsiedni z tego horyzontu ropę z wodą przez pompowanie, inny znów był negatywny w tym horyzoncie). Wymieniony przykład świadczy o polu naftowym znajdującym się w silnie zaburzonym obszarze.

W jednostce dukielskiej piaskowce cergowskie znajdujące się poza zasięgiem płaszczowiny magurskiej zawierają ślady ropy i piaskowce ropne, lecz nie wszędzie są produktywnie. Zjawisko to tłumaczę tym, że występująca w tych piaskowcach i tworząca niegdyś zasobne złoża ropa przez „dotknięcie“ sztywnej tektoniki musiała wyemigrować powstałymi szczelinami i uskokiemi, a pozostała tylko w złożu ropa adhezyjnie związana z ziarnami piaskowca. Z biegiem czasu, już po wyemigrowaniu ropy ze złoża, szczeliny zostały wypełnione żyłami kalcytowymi. Ciśnienie w szczelinach jest natomiast mniejsze od panującego w złożu, co ułatwia wypychanie pozostałej ropy w szczeliny. Podczas wiercenia w tych rejonach spotyka się całe kompleksy zaropionych żył kalcytowych w piaskowcach krośnieńskich i cergowskich, a horyzonty są płonne. Jest to dowodem zniszczenia złóż przez tektonikę. Oczywiście wśród tych elementów mogą pozostać złoża ropne uchronione jako „relikty“. Fałdy dukielsko-michowskie w tych okolicach, gdzie są przykryte przez płaszczowinę

magurską, a szczególnie przez warstwy dobrze izolujące jak pstre łożupki, są dobrymi zbiornikami ropy, dały też produkcję i powinny być przedmiotem dalszych intensywnych poszukiwań pod płaszczowiną magurską.

Nie wiadomo, czy partie piaskowców cergowskich nieobjętych zasięgiem płaszczowiny magurskiej, a przykrytych w korzeniowych swych partiach przez warstwy krośnieńskie o dużej miąższości, są uchronione od zniszczenia ropy przez silną deformację występującą u czoła nasunięcia magurskiego.

Jeśli chodzi o zachowanie zbiorników ropy w jednostce śląskiej na przedpolu płaszczowiny magurskiej, to sytuacja ulega poprawie, ponieważ eocen produktywny w tej części wykształcony jest jako pstre łożupki z kilkoma horyzontami piaskowca ciężkowickiego. Najlepszym zaś, gdyż plastycznym, izolatorem dla złóż ropy są pstre łożupki. Nie mogą one ulegać deformacji nieciągłej, gdyż są ciałem plastycznym. Choć fałd gorlicki uległ sztywnej tektonice na kontakcie z płaszczowiną magurską, to pstre łożupki dostatecznie izolowały niższe horyzonty, nie dopuszczając do migracji ropy przez szczeliny i spekania.

Oddzielny problem stanowią uskoki, przy których złoża uległy zniszczeniu względnie zawodnieniu. Są to również ujemne strony dla złóż ropnych.

Porównując wpływ sztywnej tektoniki w jednostce śląskiej i dukielskiej można zauważyć, że fałdy dukielskie w rejonie, gdzie nie są przykryte przez płaszczowinę magurską, zostały silnie zaburzone, co doprowadziło przy braku izolacji złóż ropnych do ich silnego zniszczenia. W jednostce śląskiej tektonika również zachowuje swój wyraz, lecz ze względu na większe rozmiary oraz specjalnie korzystne pstre łożupki złoża ropne utrzymały się w dużym procencie do dnia dzisiejszego.