

## Przekrój geologiczny przez nieckę podhalańską i jej podłoże na podstawie danych sejsmicznych i wiertniczych; implikacje dla geotermii

Józef Wieczorek\*, Antoni Barbacki\*\*

Historia przekrojów geologicznych przez nieckę podhalańską liczy ponad 150 lat, począwszy od przekroju Murchisona (1849) opublikowanego po wycieczce z L. Zejsznerem, poprzez przekroje Lugeona, Uhliga i Limanowskiego opracowane na początku tego wieku (por. Birkenmajer, 1958) aż po przekroje oparte o dane nie tylko geologii powierzchniowej, ale także o dane wiertnicze i sejsmiczne przedstawione w ostatnim ćwierćwieczu (Połtowicz, 1974; Sikora, 1980; Birkenmajer, 1985, 1986; Lefeld & Jankowski, 1985; Sokołowski [W:] Biedrzycki i in. 1985; Sokołowski, 1992, 1993; Kotański, 1995). Nieco wcześniej Sokołowski (1973) przedstawił przekrój na linii Kasprowy–otwór Zakopane IG 1 interpretując budowę wgłębną południowej części niecki. Ten fragmentaryczny przekrój był wykorzystywany w późniejszych przekrojach przez całą nieckę. Przekrój Połtowicza (1974) jest usytuowany na kierunku SE–NW, przechodząc przez wiercenie Zakopane IG 1, Ostrysz i Kotlinę Nowotarską. Autor sugeruje występowanie w podłożu niecki (mniej więcej do linii Ostrysza) jednostek wierzchowych (?) przykrytych jednostkami regłowymi. Przekrój Sikory (1980) stanowiący fragment przekroju Zakopane–Kraków przechodzi na linii S–N przez wiercenie Zakopane IG 1, a dalej przez projektowany wówczas otwór Bańska IG 1 i Maruszyne. Przekrój ten sugeruje dalekie ku południowi rozprzestrzenienie warstw szafarskich nie dochodzących jednak do otworu Zakopane IG 1. W podłożu niecki jednostki regłowe są znaczone aż do pasa skałkowego, a jednostki wierzchowe wykraczają poza część osiową niecki, nie dochodząc jednak do Bańskiej. W rejonie Bańskiej jest znaczone prawdopodobne występowanie jednostek przejściowych między jednostkami wierzchowymi a jednostkami pasa skałkowego. Istnienie takich jednostek w podłożu niecki postulował wcześniej Kotański (1961, 1963) na podstawie analizy jednostek wierzchowych Tatr i jednostek Pienin. Koncepcja Sikory zakładała obecność struktur pasa skałkowego w głębokim podłożu niecki podhalańskiej. Wiercenia Bańska IG 1 (por. Sokołowski 1992) i Maruszyzna IG 1 (Chowaniec & Sokołowski, 1985) pozwoliły skorygować nieco ten przekrój. Wiercenie Bańska IG 1 potwierdziło występowanie jednostek regłowych w podłożu niecki niemal aż do granicy z pasem skałkowym. Rezultaty wiercenia Maruszyzna IG 1, wykonanego na terenie pasa skałkowego, sugerują raczej jego pionowe lub niemal pionowe ustawienie w tej strefie.

Modyfikację przekroju Kraków–Zakopane po wykonaniu wierceń Bańska IG 1 i Maruszyzna IG 1 przedstawił Birkenmajer (1985, 1986). Na tym przekroju w podłożu niecki podhalańskiej mają występować trzy podjednostki płaszczowiny krizniańskiej podścielone zruszczonymi fałdami wierzchowymi oraz krystalinikiem Tatr (wraz z jego autochtoniczną pokrywą osadową) ciągnącym się niemal do samego pasa skałkowego. W strefie przyskałkowej, w podłożu jest sugerowana obecność jednostki manińskiej i jednostek pokrewnych

oraz jednostki myjawskiej, której fragment w postaci łuski maruszyńskiej ukazuje się na powierzchni.

Uproszczony przekrój przez nieckę podhalańską stanowi fragment przekroju opublikowanego przez Lefeldą i Jankowskiego (1985) poprowadzonego mniej więcej na linii Zakopane–Kraków i opartego na interpretacji danych geofizycznych (ciepło Ziemi, mapa anomalii grawimetrycznych Bougera, rezultaty głębokich sondowań sejsmicznych oraz badań geomagnetycznych i geoelektrycznych) i geologicznych. Na tym przekroju masyw krystaliczny Tatr jest traktowany jako masyw allochtoniczny podścielony nierozpoznanymi do tej pory skałami osadowymi. Masyw ten wraz z pokrywą osadową na przekroju sięga do pasa skałkowego. Podłoże niecki jest pocięte uskokami, które zaznaczają się również w utworach paleogeńskich.

Allochtoniczność masywu krystalicznego Tatr na podstawie interpretacji danych geofizycznych postulowali także Leško i in., (1980).

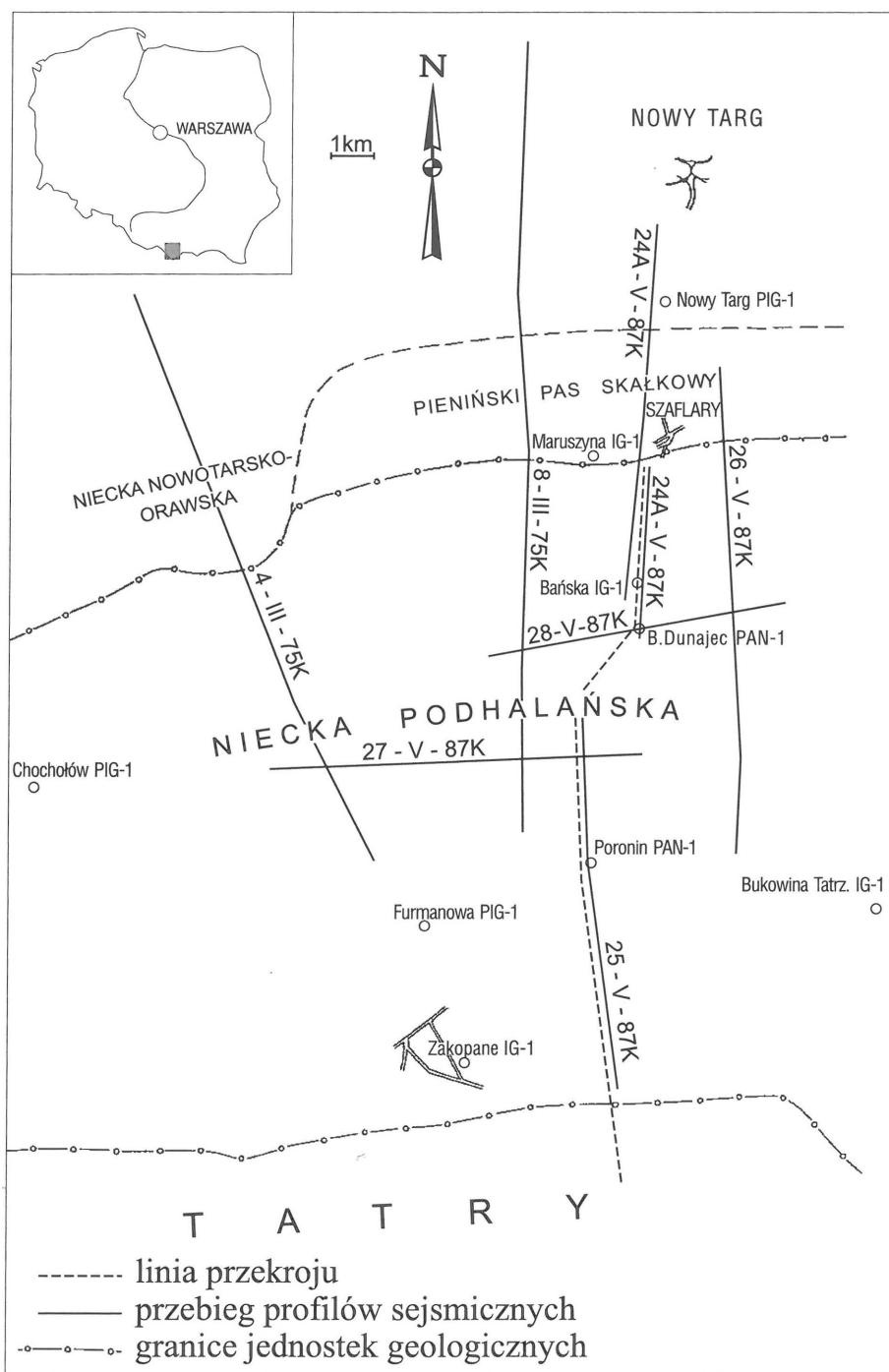
Wiele przekrojów przez nieckę podhalańską i jej podłoże opracował J. Sokołowski. Przekrój geologiczny z 1981 r. ([W:] Biedrzycki i in., 1981) na linii Zakopane–Bańska–Maruszyzna uwzględnia rezultaty wiercenia Bańska IG 1. Sokołowski wyróżnia na swoich przekrojach jednostkę bańskiej, o nieustalonej do tej pory przynależności tektonicznej. Autor zakłada niezwykłą, jak na stosunki panujące w rejonie tatrzańskim, ciągłość nie tylko głównych jednostek tektonicznych, ale i poszczególnych kompleksów skalnych je budujących. Nowe wiercenia Poronin PAN 1, Biały Dunajec PAN 1 oraz Furmanowa IG 1 przyniosły nowe dane na temat budowy niecki, ale przekrój J. Sokołowskiego został tylko w niewielkim stopniu skorygowany (Sokołowski, 1992, 1993).

### Lokalizacja opracowanego przekroju

Nasz przekrój jest zlokalizowany (ryc. 1) na linii Jaszczurówka–Poronin–Bańska–Szafłary. Umożliwiło to bezpośrednie nawiązanie sejsmicznego przekroju 24A–25–V–87 K do otworów wiertniczych: Poronin PAN 1, Biały Dunajec PAN 1, Bańska IG 1. Otwór Zakopane IG 1 znalazł się poza linią przekroju oddalony od niej ok. 3 km na zachód. W kierunku Tatr przekrój został poprowadzony przez Kopieniec na Żółtą Turnię (ryc. 2). Przekrój znajduje się w centralnym sektorze niecki podhalańskiej w sumie najlepiej poznanym wierceniami i badaniami sejsmicznymi i najczęściej uwzględnianym na dotychczasowych przekrojach przez nieckę. Sektor ten charakteryzuje się podniesieniem podłoża mezozoicznego niecki w stosunku do sektora zachodniego położonego na zachód od uskoku Siodła i jego przedłużenia, i w stosunku do sektora wschodniego położonego na wschód od uskoku Białej Wody i jego przedłużenia. Te uskoki ogólnie popaleogeńskie (Bac-Moszaszwili, 1995) mogą mieć starsze założenia. Badania powierzchniowe (Bac-Moszaszwili, 1995; Graniczny i in., 1989; Mastella, 1975; Mastella & Koisar, 1975) sugerują istnienie wielu dyslokacji wgłębnych przecinających również sektor centralny, które mogą utrudniać korelacje danych wiertniczych i sejsmicznych. Sektor wschodni niecki jest słabiej poznany.

\*Geotermia Podhalańska S.A. ul. Szymony 17a, 34-500 Zakopane,

\*\*CPPGSMiE PAN, ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków



Ryc. 1. Lokalizacja analizowanego przekroju i profili sejsmicznych

Nawet interpretacja wiercenia Zakopane IG 1, położonego blisko brzegu Tatr natrafiała na znaczne trudności.

### Omówienie przekroju (dane wiertnicze i sejsmiczne)

Południowy „tatrzański” fragment przekroju jest oparty na danych powierzchniowych prezentowanych na mapach geologicznych (Bac-Moszaszwili i in., 1979; Nemčok i in., 1995), ale w rejonie Jaszczurówki zgodnie z pracą Guzika & Kotańskiego (1963) zaznaczono jednostkę Małej Świnicy, która na mapie Bac-Moszaszwili i in. (1979) jest wyróżniona jako jednostka Czarnej Turni. Dla interpretacji zasadniczej „podhalańskiej” części przekroju wykorzystano dane wiertnicze (Jaromin i in., 1992a, b; Sokołowski, 1992) i sejsmiczne.

### Dane z otworów wiertniczych

**Poronin PAN 1.** Otwór osiągnął głębokość 3003 m. Rozpoznano w nim (Jaromin i in., 1992 b):

- utwory paleogenu do głębokości 1768 m; w tym:

- warstwy zakopiańskie górne — miąższość 451 m,
- warstwy zakopiańskie dolne — miąższość 1136 m,
- warstwy szaflarskie — miąższość 176 m,
- utwory podłoża mezozoicznego w interwale 1768–3003 m,

- dolomity triasu środkowego — miąższość 87 m, należące do jednostki (?) krizniańskiej,

- margle kredy górnej(?), miąższość 39 m, należące do małej łuski (?) oderwanej być może od niżej ległej jednostki bańskiej,

- dolomity triasu środkowego, miąższość 23 m, należące do jednostki(?) krizniańskiej,

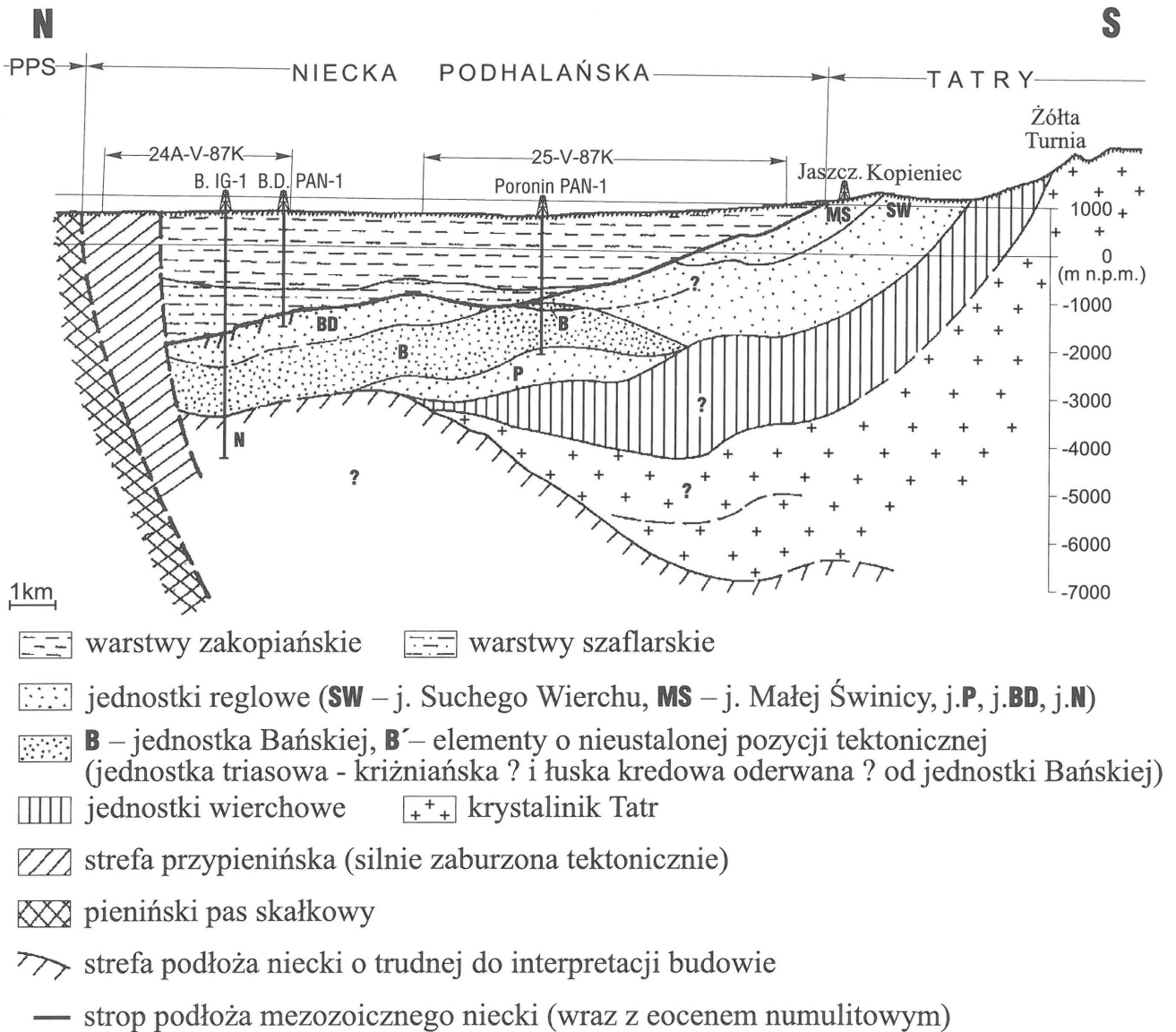
- margle z interkalacjami siliciklastycznych turbidytów, wiek: alb-turon oraz wapienie ziarniste z kalpionellami dolnej kredy i być może najwyższej jury, miąższość 970 m, mimo pewnych różnic (brak górnokredowych zlepieńców, brak facji maiolica) prawdopodobna przynależność do jednostki bańskiej wyróżnionej w otworze Bańska IG 1,

- utwory kajpru karpackiego, miąższość 7 m oraz dolomity i wapienie triasu(?) środkowego o miąższości 109 m.

W otworze nie stwierdzono eocenu numulitowego. Profil podłoża mezozoicznego jest trudny do jednoznacznej interpretacji ze względu na nieciągłe profilowanie. Prawdopodobna jest obecność

Na jego terenie jest zlokalizowany jedynie jeden głęboki otwór wiertniczy Bukowina Tatrzańska PIG 1. Podobnie na terenie sektora zachodniego jest zlokalizowany tylko jeden głęboki otwór Chochółów PIG 1 (Chowaniec & Poprawa, 1995).

Rozpoznanie wiertnicze sektora centralnego jest zdecydowanie lepsze, tym bardziej, że oprócz wymienionych głębokich wierceń u podnóża Tatr wykonano kilka płytszych wierceń, tj. Staników Żleb, Hruby Regiel, Skocznia a także Jaszczurówka (profil tego wiercenia jest praktycznie nieznan). Brzeg Tatr na przedłużeniu sektora centralnego budują jednostki regłowe-krizniańskie, tzw. regli zakopiańskich, które charakteryzują się małą rozciągłością lateralną (por. Guzik & Kotański, 1963; Bac-Moszaszwili i in., 1979; Nemčok i in., 1995). Również w podłożu niecki należy się spodziewać obecności jednostek o ograniczonej rozciągłości, które jednak trudno jest korelować, z rzadkimi wyjątkami, z jednostkami na powierzchni.



Ryc. 2. Przekrój przez nieckę podhalańską i jej podłoże

jednostki bańskiej charakteryzującej się m.in. dużą miąższością utworów marglistych kredy o wieku alb-turon (i ewentualnie młodszych). Jednostka ta w otworze Bańska IG 1 nie zawiera utworów triasowych. Zatem jest możliwe, że niżej leżące utwory triasu w otworze Poronin PAN 1 należą do innej jednostki (jednostka P — na naszym przekroju). Powyżej jednostki bańskiej w otworze Poronin PAN 1 przekładają się kompleksy dolomitów triasowych i margli kredowych (element B na naszym przekroju) należące zapewne do różnych jednostek tektonicznych co przypomina sytuację z otworu Zakopane IG 1, gdzie w najniższej części profilu przekładają się elementy o nieustalonej pozycji tektonicznej (regłowe i ? wierchowe), a także sytuację z rejonu Przełęcz Sywarowej, gdzie przekładają się regłowe i wierchowe jednostki tektoniczne (Zawidzka, 1967).

**Białe Dunajec PAN 1.** Otwór osiągnął głębokość 2394 m przewiercając (Jaromin i in. 1992 r.): utwory paleogenu do głębokości 2125 m, w tym:

- warstwy zakopiańskie górne — miąższość 968 m,
- warstwy zakopiańskie dolne — miąższość 599 m,
- warstwy szaflarskie górne — miąższość 183 m,
- warstwy szaflarskie środkowe — miąższość 175 m,
- warstwy szaflarskie dolne — miąższość 183 m,
- eocen mumulitowy (zlepieńce) — miąższość 12 m,
- utwory mezozoiczne w interwale 2125–2394 m reprezentowane głównie przez dolomity, wapienie dolomityczne i wapienie(?) środkowotriasowe jednostki regłowej(?) krizniańskiej? chociażńskiej (jednostka BD na naszym przekroju).

**Bańska IG 1.** Otwór osiągnął głębokość 5261 m przewiercając (Sokołowski, 1992):

- utwory paleogenu do głębokości 2656,5 m, w tym:
- warstwy zakopiańskie górne — miąższość 861 m,
- warstwy zakopiańskie dolne — miąższość 592 m,
- warstwy szaflarskie górne — miąższość 462 m,
- warstwy szaflarskie środkowe — miąższość 280 m,
- warstwy szaflarskie dolne — miąższość 360,5 m,
- eocen węglanowy (wapienie i zlepieńce) — miąższość 96 m,
- utwory mezozoiczne w interwale 2656,5–5261 m należące do kilku jednostek, w tym:

- jednostki regłowej wyższej (krizniańskiej? chociażńskiej?) zbudowanej z utworów triasu środkowego i górnego o miąższości 670,5 m,
- jednostki bańskiej, w której stwierdzono: 83 m — zlepieńce z otoczkami skał węglanowych i ilowców, 5,5 m — anhydryty, uważane przez Sokołowskiego za kredowe? turońskie, (raczej są to anhydryty triasowe wciśnięte w utwory kredowe), 336,6 m — margle z interkalacjami piaskowców, wieku alb-turon (może nawet niższe senon), 170 m — wapienie dolnokredowe, ziarniste i radiolariowe, 108 m wapienie tytonu-beriasu z kalpionellami, 84 m — utwory wapienno-margliste, jury środkowej i górnej z radioliami. Sumaryczna miąższość utworów mezozoicznych jednostki bańskiej wynosi 787,1 m,

- jednostki regłowej niższej, w której stwierdzono: utwory kredy (margle ciemnoszare i wapienie z radioliami), jury (wapienie, ilowce ciemnoszare) i triasu (anhydryty, piaskowce, ilowce i zlepieńce

wiśniowoczerwone — kajper karpacki) o sumarycznej miąższości 1131 m. Nie można wykluczyć przynależności najniższego ogniwa do dolnego triasu wierchowego (sugestia Prof. Z. Kotańskiego).

### Dane sejsmiczne

Autorzy dysponowali profilami sejsmicznymi (ryc. 3) wykonanymi w 1975 i 1987 r., które po przetworzeniu w systemie OMEGA (wykonawca Zakład Geofizyka Kraków, PGNiG) poddali analizie w ścisłym powiązaniu z nowymi danymi z wierceń. Istotnym elementem przetwarzania było wykorzystanie danych z otworu Poronin PAN 1 w celu kalibracji głębokościowej sekcji czasowej wzdłuż profilu 25-V-87 K łącznie z konstrukcją sejsmogramu syntetycznego (wykonawca Zakład Geofizyka Kraków, PGNiG). Pozwoliło to na uściślenie przebiegu granicy sejsmicznej reprezentującej spąg kompleksu paleogeńskiego fliszu podhalańskiego (por. również — Barbacki, 1996). Przeprowadzona analiza wskazuje, że podwójny czas przebiegu  $2T = 100$  ms odpowiada w kompleksie fliszowym ok. 200 m w skali głębokościowej. Ponieważ jednak w obrębie podłoża mezozoicznego podwójny czas przebiegu  $2T = 100$  ms odpowiadał ok. 300–350 m w skali głębokościowej, obraz strukturalny tego kompleksu jest nieadekwatny do rzeczywistego. W celu przeprowadzenia koniecznej korekty dokonano przeniesienia obrazu sejsmicznego z domeny czasu do domeny głębokości. Mimo, że oszacowanie to jest jedynie przybliżone, umożliwia otrzymanie obrazu bliższego rzeczywistości.

Dane sejsmiczne w korelacji z danymi wiertniczymi umożliwiły poznanie stropu podłoża mezozoicznego i rozpozniowanie utworów paleogeńskich. Z interpretacji wynika wyklinowywanie się warstw szafarskich nieco na południe od Poronina.

Eocen węglanowy rozpoznany w otworach wiertniczych jest stosunkowo cienki i w obrazie sejsmicznym traktowany jest razem z utworami mezozoicznymi.

Interpretacja danych sejsmicznych sugeruje, że jednostka

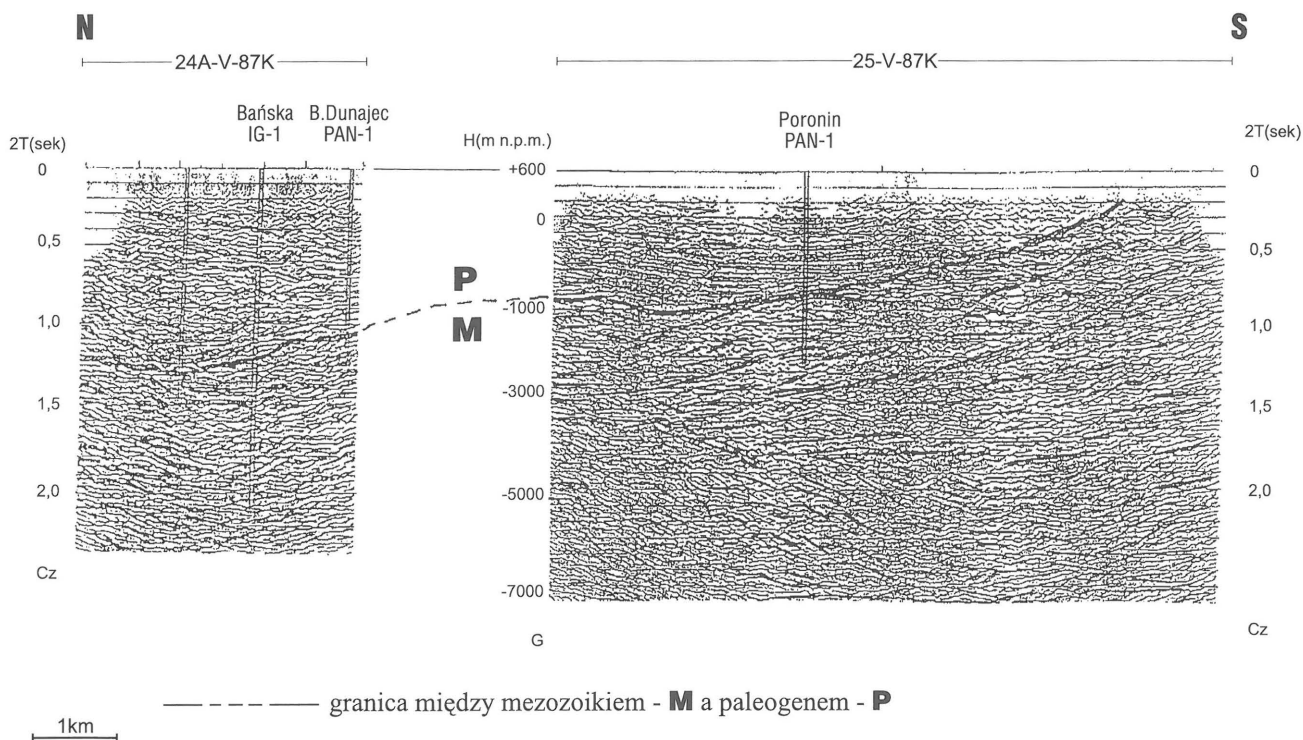
regłowa zbudowana z utworów triasowych (trias środkowy) stwierdzona w podłożu niecki w otworach Bańska IG 1 i Biały Dunajec PAN 1 (jednostka BD) ciągnie się w kierunku południowym nie dochodząc do Poronina. Miąższość utworów tej jednostki osiąga do 700 m. Obraz sejsmiczny pozwala sprecyzować zasięg jednostki bańskiej (B), rozpoznanej w otworach Bańska IG 1 i Poronin PAN 1.

Poniżej jednostki bańskiej zdają się występować jednostki typu krizniańskiego, co jednocześnie implikuje allochtoniczny charakter jednostki bańskiej.

Obraz sejsmiczny sugeruje, że kompleks krystaliczny Tatr (wraz z jego pokrywą osadową) ciągnie się w podłożu niecki nieco na północ od Poronina nie dochodząc do pasa skałkowego. Krystalinik na głębokości poniżej 7 km może być podścielony utworami osadowymi. Trudne do interpretacji jest wglębne podłoże (poniżej 3–4 km) na odcinku na północ od Poronina. W obrazie sejsmicznym zaznacza się garb o niejasnej budowie. W ten garb weszło wiercenie Bańska IG 1 przebijając mezozoiczne utwory jednostki krizniańskiej (jednostka N na naszym przekroju) o nieznanym do tej pory rozprzestrzenieniu.

### Dyskusja

Opracowany przekrój przez nieckę podhalańską i jej podłoże niewątpliwie może budzić kontrowersje. Dane wyjściowe z otworów wiertniczych nie są jednoznaczne. Stopień komplikacji tektonicznych i trudności w nawiązaniu do geologii Tatr sprawiają, że trzeba go traktować jako jedną z propozycji, która może i musi podlegać modyfikacjom przy napływie nowych danych, zarówno wiertniczych, jak i geofizycznych. W porównaniu z dotychczasowymi przekrojami nasz przekrój wnosi wiele nowych elementów. Na przekroju w podłożu niecki staraliśmy się zaznaczyć granice jednostek tektonicznych, podczas gdy wydzielenie poszczególnych kompleksów litostratygraficznych i ich wzajemna korelacja na podstawie dostępnej sekcji sejsmicznej jest praktycznie niemożliwa. Przekrój wskazuje na ograniczoną rozciągłość jedno-



Ryc. 3. Sejsmiczne przekroje czasowe przez nieckę podhalańską

stek tektonicznych w podłożu niecki, czym zasadniczo nawiązuje do stylu tektonicznego Tatr. Przekrój wskazuje jednak na istotną różnicę budowy podłoża niecki w porównaniu ze strukturą geologiczną Tatr. Jednostki tektoniczne wyróżnione w podłożu są nachylone jedynie nieznacznie w kierunku północnym, gdy natomiast większość jednostek w Tatrach, szczególnie na ich brzegu, silnie jest nachylona w tym kierunku. Wskazuje to na późniejsze, tj. mające miejsce już po ruchach nasuwczych „wystromienie” jednostek na brzegu Tatr. Można je wiązać z okresem wynoszenia masywu Tatr począwszy od późnego miocenu, znacznie silniejszego na południu niż na północy (por. Bac-Moszaszwili, 1995), wskutek czego masyw ten stanowi duży blok nachylony silnie w kierunku północnym. Jednostki podłoża niecki, podobnie jak jednostki położone w głębi masywu tatrzańskiego (jednostka Gładkiego Uplazińskiego), zachowały nachylenia bardziej zbliżone do pierwotnego z okresu ruchów nasuwczych.

Przekrój nasz sugeruje allochtonizm masywu krystalicznego Tatr, czym nawiązuje do prac: Leško i in., (1980), Lefeld & Jankowski (1985), Tomek i in. (1989), Tomek (1993).

Na przekroju trudno wskazać miejsce na kordyliery Andrusova, która albo została jeszcze silniej pograżona (trudno to wytłumaczyć) albo jej w ogóle nie było, przynajmniej na tym odcinku. W podłożu niecki nie stwierdzono do tej pory również ewentualnych jednostek „autochtonicznych” położonych na północ od jednostek wierchowych, których można byłoby się spodziewać w podłożu niecki podhalańskiej (Kotański, 1993), ani też jednostek które można by wiązać z pokrywą osadową dna oceanu Vahicum, który mógł istnieć w tym sektorze Karpat w interwale środkowa jura–górną kreda (por. Plašienka, 1995; Wieczorek, 1995, 1996). Nie można wykluczyć istnienia takich osadów na jeszcze większych głębokościach, być może pod nasuniętym krystalinikiem tatrzańskim (por. Plašienka, 1995).

W podłożu niecki na linii analizowanego przekroju zaznaczono jednostkę bańską o nieustalonej do tej pory przynależności tektonicznej. Jednostka ta jak wskazują dane wiertnicze rozciąga się przynajmniej od otworu Bańska IG 1 do otworu Poronin PAN 1, co potwierdzają dane sejsmiczne sugerujące obecność tej jednostki także ok. 1,5 km na północ od otworu Bańska IG 1 i ok. 3 km na południe od otworu Poronin PAN 1.

Jednostka ta charakteryzująca się dużymi (kilkaset metrów) miąższościami margli kredowych (alb–dolny senon) z interkalacjami siliciklastycznych turbidytów, zróżnicowanymi facjami dolnej kredy (facja maiolika w otworze Bańska IG 1, wapienie ziarniste z kalpionellami — otwór Poronin PAN 1), co różni ją od typowych jednostek krizniańskich. Do jednostki bańskiej w profilu otworu Bańska IG 1 Sokołowski (1992) zaliczył także znacznej miąższości (83 m) górnokredowy kompleks zlepieńców.

Należy zaznaczyć, że w profilach typowych jednostek krizniańskich nie znane są ogniwa młodsze od cenomanu (Mahel, 1986; Mello & Wieczorek, 1993), a najmłodsze (wieku alb–dolny cenoman) warstwy porubskie na ogół nie przekraczają 100 m miąższości. Jest mało prawdopodobne, aby różnice między typowymi jednostkami kirzańskimi, a jednostką bańską były spowodowane erozją najmłodszych utworów we wszystkich do tej pory rozpoznanych jednostek kirzańskich w Karpatach Wewnętrznych. Warto zwrócić uwagę, że utwory kredowe w otworze Poronin PAN 1 wykazują pewne podobieństwa litologiczne do utworów kredy wierchowej (najniższa kreda w facji wapieni ziarnistych z kalpionellami, alb–turon w facji margli z turbidytami siliciklastycznymi), ale ich przynależ-

ność do jednostek wierchowych jest raczej mało prawdopodobna ze względu na stosunkowo płytkie występowanie niemal bezpośrednio pod fliszem podhalańskim.

Profile jednostki bańskiej wykazują natomiast wiele podobieństw do profili jednostek manińskich, charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem facji węglanowych niższej kredy — od facji platform do facji basenowych (por. Mahel, 1986; Michalik, 1994), obecnością dużej miąższości margli sięgających od albu po górną kredę (Marschalko & Kysela, 1980; Mahel, 1986).

Jednostka bańskiej, którą podścielają zapewne jednostki krizniańskie a przykrywają jednostki krizniańskie i ewentualnie chociażby, jest jednostką allochtoniczną nasuniętą z południa, podobnie jak jednostki reglowe. Nie wyklucza to możliwości jej przynależności do jednostek manińskich, których pierwotna pozycja jest kontrowersyjna (Kozur & Mock, 1996). Na przykład na rekonstrukcjach paleogeograficznych Andrusova (1959) i na przekrojach Birkenmajera (1985, 1986) strefa manińska umiejscawiana jest na północ od strefy wierchowej. Natomiast Mahel (1978, 1986), a także Plašienka (1995) postulują allochtoniczny charakter jednostek manińskich sytuowanych w rekonstrukcjach palinspastycznych, na północnych obrzeżeniach strefy krizniańskiej. Mahel (1978, 1985) w rejonie Gór Strażowskich sugeruje przełażowanie jednostek krizniańskich i manińskich rozpoznanych w otworach wiertniczych.

Warto zaznaczyć, że przekładanie się różnych jednostek tektonicznych, mające zapewne miejsce w podłożu niecki podhalańskiej, nie jest czymś niezwykłym dla regionu tatrzańskiego. W rejonie Przełęczy Sywarowej w Tatrach (między Doliną Miętusią a Doliną Małej Łąki) przekładają się reglowe i wierchowe jednostki tektoniczne (Zawidzka, 1967). Nie oznacza to oczywiście, że występujące wśród jednostek reglowych jednostki wierchowe w rekonstrukcjach palinspastycznych należy umieszczać na południe od jednostek krizniańskich. Również z występowania jednostki bańskiej wśród jednostek krizniańskich nie należy przesądzać o jej pierwotnej pozycji na południe od typowych jednostek krizniańskich. Można natomiast stwierdzić, że nowe dane o budowie podłoża niecki podhalańskiej mogą nieco zmienić poglądy na tektogenezę regionu tatrzańskiego, która nie do końca jest poznana. Na przykład występowanie w podłożu niecki podhalańskiej allochtonicznej jednostki bańskiej, bez względu na jej przynależność tektoniczną, może mieć konsekwencje dla określenia wieku i charakteru ruchów nasuwczych w regionie tatrzańskim. Jeśli datowania najmłodszych utworów jednostki bańskiej na senon zostaną potwierdzone, wówczas rola poturońskich ruchów płaszczowinowych w tym regionie może okazać się znacząca, podobnie jak w innych regionach Karpat Wewnętrznych (por. Mišik, 1994).

### Implikacje dla geotermii

Utwory paleogenu numulitowego, a przede wszystkim utwory podłoża mezozoicznego niecki podhalańskiej stanowią ważny kolektor wód geotermalnych. Dla rozważań dotyczących poszukiwań i eksploatacji wód geotermalnych korzystano do tej pory (Biedrzycki i in., 1985; Gładysz, 1992; Kępińska, 1995; Sokołowska & Sokołowski, 1991) z przekrojów opracowanych przez J. Sokołowskiego. Nasz przekrój niewątpliwie przedstawia bardziej złożone stosunki geologiczne w podłożu niecki. Z ograniczonego zasięgu jednostek w podłożu niecki można wnioskować, że warunki geologiczne kolektora wód geotermalnych są bardziej skomplikowane. Co więcej, dane z wierceń wskazują, że

poziom eocenu numulitowego (zlepienie i wapienie numulitowe), uważany wcześniej za główny kolektor wód geotermalnych, jest nieciągły. Brak go np. w otworze Poronin PAN 1. Jest to sytuacja, która była łatwa do przewidzenia na podstawie analizy eocenu numulitowego na brzegu Tatr, gdzie poziom ten wykazuje znaczne różnice miąższości, a lokalnie zanika (por. Roniewicz, 1969). Nasz przekrój wskazuje, że również utwory triasowe, na ogół spotykane w otworach wiertniczych pod eocenem numulitowym i traktowane wspólnie z eocenem numulitowym jako kolektor wód geotermalnych, należą zapewne do różnych jednostek tektonicznych o ograniczonym zasięgu lateralnym (zarówno na kierunku N-S jak widać na przekroju, jak i na kierunku E-W). Wstępna analiza profilu 4-III-75 K położonego w zachodniej części niecki oraz profilu 26-V-87 K położonego we wschodniej części niecki wskazuje, że budowa podłoża mezozoicznego w tych strefach wykazuje istotne różnice z budową sektora centralnego przedstawioną na przekroju. Ma to niewątpliwie poważne konsekwencje dla migracji wód geotermalnych. Można sądzić, że drogi migracji wód od obszaru zasilania w strefie Tatr do głównego kolektora w strefie Bańskiej-Białego Dunajca są bardziej skomplikowane niż dotychczas przypuszczano. W centralnej części niecki szczególne znaczenie ma jednostka bańskiej (margle kredowe!) która stanowi poziom uszczelniający (przynajmniej częściowo) od dołu główny kolektor wód. Nieco na północ od otworu Poronin PAN 1 jednostka ta zdaje się występować bezpośrednio pod warstwami szafarskimi, przdzielając połączenie kolektorów wód geotermalnych między otworami Poronin PAN 1 a Biały Dunajec PAN 1. Na trudności w hydraulicznej komunikacji między otworem Poronin PAN 1 a otworami położonymi bardziej na północ (Biały Dunajec PAN 1 i Bańska IG 1) wskazują też przeprowadzone testy hydrodynamiczne (Długosz & Nagy).

Autorzy dziękują Prof. Z. Kotańskiemu — recenzentowi artykułu — za wnikliwe uwagi, które zostały częściowo uwzględnione w ostatecznej wersji pracy.

## L i t e r a t u r a

ANDRUSOV D. 1959 — Geológia Československých Karpat. II: 375. Vyd. SAV. Bratislava  
 BAC-MOSZASZWILI M. 1995 — Folia Quaternaria, 66: 131–144.  
 BAC-MOSZASZWILI M., BURCHART J., GŁAZEK J., IWA-NOW A., JAROSZEWSKI W., KOTAŃSKI Z., LEFELD J., MASTELLA L., OZIMKOWSKI W., RONIEWICZ P., SKUPIŃSKI A. & WESTWALEWICZ-MOGILSKA E. 1979 — Mapa geologiczna Tatr Polskich. 1 : 30 000. Wyd. Geol.  
 BARBACKI A. 1996 — Nafta, 7: 291–301.  
 BIEDRZYCKI W., MALAGA M., POPRAWA D. & SOKOŁOWSKI J. 1985 — Kwart. Geol., 29: 179–192.  
 BIRKENMAJER K. 1958 — Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym. cz. 1: 1–135. Wyd. Geol.  
 BIRKENMAJER K. (ed.) 1985 — Guide to Excursion 2: Main geotraverse of the Polish Carpathians (Cracow–Zakopane). XIII Congress CBGA, Cracow.  
 BIRKENMAJER K. 1986 — Prz. Geol., 34: 293–304.  
 CHOWANIEC J. & POPRAWA D. 1995 — Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 51: 87–89.  
 CHOWANIEC J. & SOKOŁOWSKI J. 1985 — [W:] Birkenmajer

K.(ed.) Guide to Excursion 2: Main geotraverse of the Polish Carpathians (Cracow–Zakopane). XIII Congress CBGA, Cracow: 60–62.  
 DŁUGOSZ P. & NAGY P. 1995 — Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci., 43: 225–242.  
 GRANICZNY M., DOKTÓR S., KIBITLEWSKI S., MARSZCZEK T., KUCHARSKI R. & SOKOŁOWSKI J. 1989 — Tech. Poszuk. Geol., 1: 9–15.  
 GŁADYSZ M. 1992 — Ibidem, 4: 11–29.  
 GUZIK K. & KOTAŃSKI Z. 1963 — Acta Geol. Pol., 13: 387–412.  
 JAROMIN A., KEPIŃSKA B., NAGEL J., SOKOŁOWSKI J. & WIECZOREK J. 1992a — Geosynoptyka i Geotermia, 3: 1–88.  
 JAROMIN A., KEPIŃSKA B., NAGEL J., SOKOŁOWSKI J. & WIECZOREK J. 1992b — Ibidem, 2: 1–121.  
 KEPIŃSKA B. 1995 — Tech. Poszuk. Geol., 6: 3–14.  
 KOTAŃSKI Z. 1961 — Acta Geol. Pol., 11: 187–476.  
 KOTAŃSKI Z. 1963 — Ibidem, 13: 295–308.  
 KOTAŃSKI Z. 1995 — [W:] I Ogólnopolska Konferencja Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego. Zakopane, 6–9 października 1995. Streszczenia: 14.  
 KOZUR H. & MOCK R. 1996 — Mineral. Slovaca, 28: 151–174.  
 LEFELD J. & JANKOWSKI J. 1985 — Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sci., A–16, 175: 71–100.  
 LEŠKO B., BERÁNEK B. & VARGA I. 1980 — Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys., 22: 255–266.  
 MAHEL M. 1978 — Geologický Zborník — Geologica Carpathica, 29: 197–214.  
 MAHEL M. 1985 — Geologická stavba Strážovských vrchov. Geol. Ústav. D. S. Bratislava: 221.  
 MAHEL M. 1986 — Geologická stavba československých Karpat. Palealpínske jednotky, Veda Bratislava, 1: 503.  
 MARSCHALCO R. & KYSELA J. 1980 — Západné Karpaty, sér. Geológia, 6: 7–79.  
 MASTELLA L. 1975 — Ann. Soc. Geol. Pol., 45: 361–401.  
 MASTELLA L. & KOISAR B. 1975 — Kwart. Geol., 19: 861–873.  
 MELLO J. & WIECZOREK J. 1993 — [W:] Vysvetlivky ku geologickej mape Tatier. 1: 50 000. 36–49. Geol. Ústav D.Štúra. Bratislava.  
 MIŠIK M., 1994 — Abstrac Book. IGCP Project, 362 Annual Meeting, Smolenice: 53–56.  
 MICHALIK J. 1994 — Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 111: 263–277  
 MURCHISON R. 1849 — Quart. J. Geol. Soc., 5, 1.  
 NEMČOK J. (ed.), BEZÁK V., BIELY A., GOREK A., GROSS P., HALOUZKA R., JANÁK M., KAHAN S., KOTAŃSKI Z., LEFELD J., MELLO J., REICHWALDER P., RĄCZKOWSKI W., RONIEWICZ P., RYKA W., WIECZOREK J. & ZELMAN J. 1995 — [W:] Regionalne geologicke mapy Slovenska, 1 : 50 000. Geol. Ústav. D. Štúra. Bratislava.  
 PLAŠIENKA D. 1995 — Geol. Carpath., 46: 101–112.  
 POŁTOWICZ S. 1974 — Geof. Geol. naft., 207–208: 51–58.  
 RONIEWICZ P. 1969 — Acta Geol. Pol., 19: 503–608.  
 SIKORA W. 1980 — Przekrój geologiczny Kraków–Zakopane. Wyd. Geol.  
 SOKOŁOWSKA J. & SOKOŁOWSKI J. 1991 — Tech. Poszuk. Geol., 1–2: 15–20.  
 SOKOŁOWSKI J. 1992 — Geosynoptyka i Geotermia, 1: 1–119  
 SOKOŁOWSKI J. 1993 — Tech. Poszuk. Geol., 5–6: 67–80.  
 SOKOŁOWSKI S. 1973 — Biul. Inst. Geol., 265: 5–103.  
 TOMEK C. 1993 — Tectonophysics, 226: 417–431.  
 TOMEK C., IBRMAJERI I., KORÁB T., BIELY A., DVOŘÁKOVÁ L., LEXA J. & ZBOŘIL A. 1989 — Miner. Slovaca, 21: 3–26.  
 WIECZOREK J. 1995 — Geol. Soc. Greece, Sp. Publ. 4: 138–142  
 WIECZOREK J. 1996 — [W:] Riccardi A.C., Advances in Jurassic Research. GeoResearch Forum, 1–2: 397–404.  
 ZAWIDZKA K. 1967 — Acta Geol. Pol., 17: 623–651.