

TEKTONIKA MASYWU CZERWONYCH WIERCHÓW W ŚWIETLE OBSERWACJI Z JASKIŃ

Jerzy Grodzicki¹ & Rafał M. Kardaś²

¹ *Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk,*

Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

² *Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk o Ziemi,*

ul. Nowowiejska 6, 00-649 Warszawa

Grodzicki, J. & Kardaś, R. M., 1989. Tektonika masywu Czerwonych Wierchów w świetle obserwacji z jaskiń. Tectonics of the Czerwone Wierchy (Massif Tatra Mts.) in the light of observations in caves. (In Polish, English summary). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 59: 275–293.

Abstract. The paper presents the results of geological studies in the caves of the Czerwone Wierchy Massif. A new Wielka Litworowa tectonic unit was distinguished on the basis of the data from the Wielka Litworowa Cave. The unit is built of southward dipping Triassic, Jurassic and Lower Cretaceous strata in normal position. The collected data provided ground for a revised structural interpretation of the Czerwone Wierchy Fold, involving duplexes in the massif structure.

Key words: Tatra Mts., Czerwone Wierchy, tectonics, caves.

Manuscript received March 17, 1988; revised accepted June 10, 1988

Abstrakt. W pracy przedstawiono wyniki badań geologicznych wykonanych w jaskiniach masywu Czerwonych Wierchów. Na podstawie danych z Jaskini Wielkiej Litworowej wyróżniono nową jednostkę tektoniczną, nazwaną jednostką Wielkiej Litworowej. Jest ona zbudowana z utworów triasu, jury i dolnej kredy, znajdujących się w normalnym położeniu i zapadających ku południowi. Zestawienie zebranych danych umożliwiło nową interpretację budowy fałdu Czerwonych Wierchów w stylu tektoniki dupleksów i przedstawienie nowego obrazu budowy masywu.

WSTĘP

Ze względu na znaczenie dla poznania budowy serii wierchowej Tatr, a w konsekwencji dla interpretacji tektoniki gmachu tatrzańskiego, masyw Czerwonych Wierchów był od początków naszego stulecia obszarem badań licznych geologów. W latach międzywojennych szczególne zasługi dla poznania budowy Czerwonych Wierchów położył Rabowski (1959), a z początkiem lat sześćdziesiątych szczegółowy obraz budowy tego masywu przedstawił Kotański (1961, 1963). Syntetyczny przegląd ewolucji poglądów na budowę Czerwonych Wierchów został niedawno przedstawiony w pracy Bac-Moszaszwili, Jaroszewskiego i Passendorfera (1984) wraz z nieco odmienną interpretacją

budowy masywu i krytyczną analizą tektogenezy tego obszaru przedstawionej w pracach Kotańskiego (1961, 1963).

Wszystkie dotychczas opublikowane interpretacje budowy masywu Czerwonych Wierchów opierały się niemal wyłącznie na obserwacjach czynionych na powierzchni terenu. Niniejsza praca jest próbą szerszego wykorzystania w tym celu obserwacji zebranych w jaskiniach. Badania geologiczne w głębszych i rozległych jaskiniach tego typu obszaru prowadzone były od 1965 r. przez pierwszego autora (JG), a w ostatnich 3 latach wspólnie przez obu autorów.

OBSERWACJE Z JASKIŃ

W masywie Czerwonych Wierchów grupują się najrozleglejsze i najgłębsze jaskinie Tatr (Fig. 1). Jaskinie usytuowane powyżej 1400 m npm. powstawały wraz z rozwojem morfologii glacialnej i z reguły stanowią pionowo rozwinięte systemy typu gouffre lub ich zachowane fragmenty. Poziomo rozwinięte, piętrowe systemy rozległych jaskiń są usytuowane pomiędzy rzędnymi 1100–1400 m npm. i powstawały u schyłku trzeciorzędu w odmiennych warunkach klimatycznych.

Jaskinia Wielka Śnieżna (Fig. 1, 2, 5C) stanowi rozległy system, w skład którego wchodzi dwie jaskinie — Śnieżna (1701 m npm.) i Nad Kotlinami (1875 m npm.). Całość systemu osiąga głębokość 776 m, a długość obecnie znanych korytarzy wynosi około 8560 m. Jaskinia utworzyła się w obrębie odwróconych warstw triasu dolnego i środkowego jednostki Żdziarów fałdu Czerwonych Wierchów, wykorzystując powierzchnie stratyfikacji i pionowe powierzchnie ciosowe.

Do rzędnej 1300 m npm. korytarze jaskini utworzyły się w odwróconej serii ciemnych wapieni i dolomitów robaczkowych anizyku. Upady tej serii zmieniają się od 60°N przy otworze (1875 m npm.) do 75°S na rzędnej 1300 m npm. (Fig. 2). Biegi warstw są w przybliżeniu zgodne z kierunkiem W–E. Na wysokości ok. 1300 m npm. znajduje się kontakt sedymentacyjny między utworami anizyku i górnego kampilu. Od tego punktu korytarze przebiegają zgodnie z nachyleniem warstw wśród czarnych łupków, cienkoławicowych wapieni i dolomitów nadmyophoriowych. Upady warstw stopniowo maleją — od 53°S na wysokości 1273 m npm. do 25°E w najniższym osiągniętym punkcie jaskini (1100 m npm.) przy jednoczesnym stopniowym skręcaniu biegów z 48° do 170° (Fig. 2).

Trzeba tu odnotować, że istnieje wyraźna różnica pomiędzy profilem widocznym w jaskini, a opisywanymi z powierzchni terenu. Otóż wapień i dolomity w tej serii są jasne, prawie białe, podczas gdy opisywane z odsłoneń na powierzchni terenu są czarne i ciemne (Grochocka-Rećko, 1963). Niemniej jednak są to na pewno warstwy nadmyophoriowe — świadczy o tym ich sedymentacyjny kontakt z utworami anizyku, a także spotykane w płytkach cienkich szczątki mikrofauny.

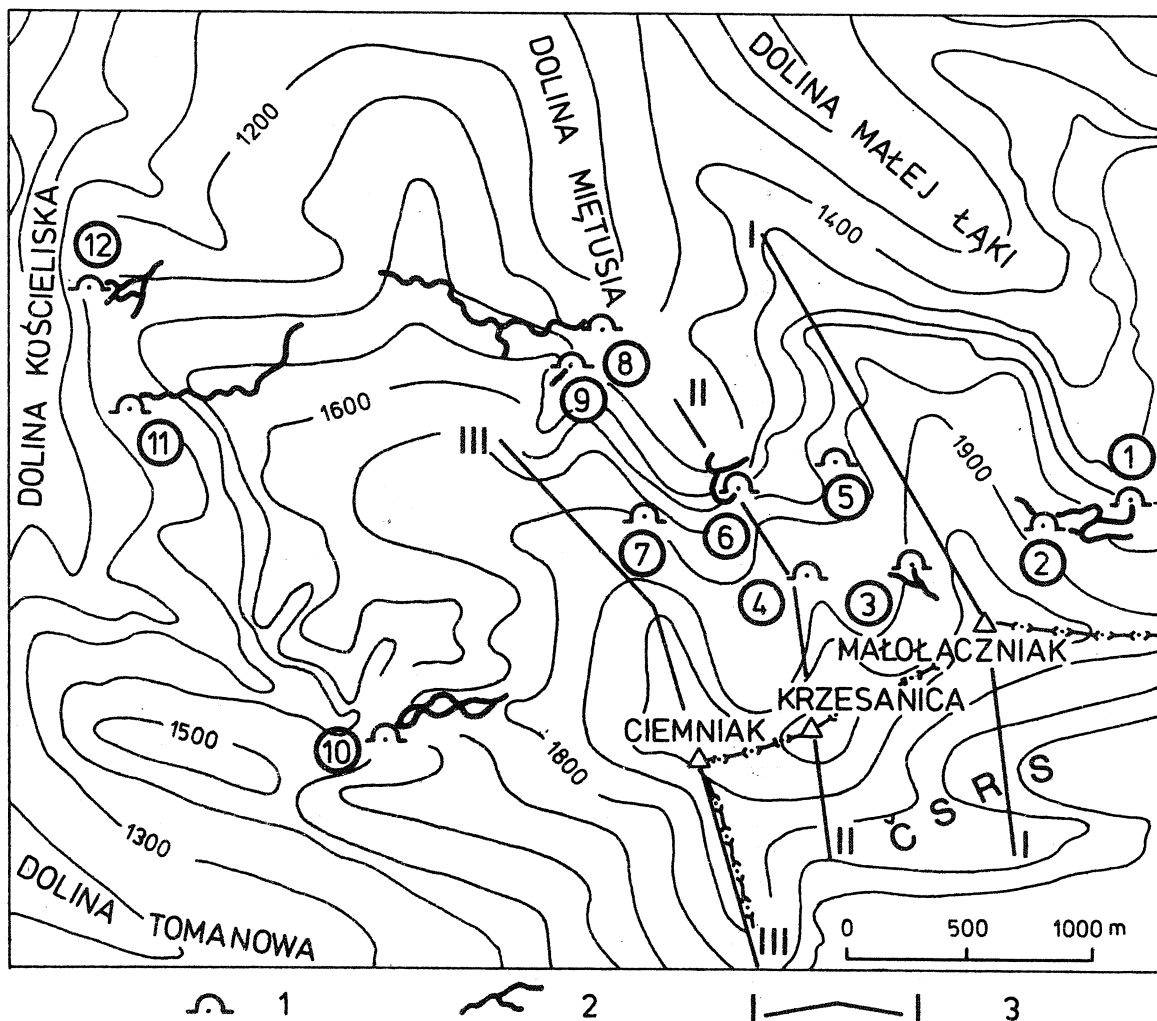


Fig. 1. Mapa rozmieszczenia jaskiń w masywie Czerwonych Wierchów. 1 – otwór jaskini; 2 – przebieg korytarzy jaskini; 3 – linia przekroju; *liczby w kółkach*: 1 – Jaskinia Śnieżna, 2 – Jaskinia Nad Kotlinami, 3 – Jaskinia Wielka Litworowa, 4 – Jaskinia Kozia, 5 – Jaskinia Pod Wantą; 6 – Jaskinia Ptasia Studnia, 7 – Jaskinia Marmurowa; 8 – Jaskinia Miętusia, 9 – Jaskinia Miętusia Wyznia, 10 – Jaskinia Wysoka, 11 – Jaskinia Czarna, 12 – Jaskinia Zimna

Fig. 1. Map showing location of caves in the Czerwone Wierchy Massif. 1 – cave entrances; 2 – course of cave galleries; 3 – cross-section lines. *Encircled numbers denote caves*: 1 – Śnieżna, 2 – Nad Kotlinami, 3 – Wielka Litworowa, 4 – Kozia, 5 – Pod Wantą, 6 – Ptasia Studnia, 7 – Marmurowa, 8 – Miętusia; 9 – Miętusia Wyznia, 10 – Wysoka, 11 – Czarna, 12 – Zimna

Jaskinia Wielka Litworowa (Fig. 1, 5C), znajdująca się w zachodnim zboczu Małołęczniaka nad Kotłem Litworowym, stanowi silnie rozgałęziony, pionowo rozwinięty system o głębokości 361 m i długości korytarzy ponad 4340 m. Otwór jaskini znajduje się na wysokości 1906 m n.p.m. w obrębie wapieni robaczkowych i dolomitów anizyku, należących według Kotańskiego (1961; Fig. 5A) do jednostki Żdziarów, a zgodnie z interpretacją Bac-Moszaszwili *et al.* (1984) – wchodzących w skład elementu Koziego Grzbietu. W myśl tych interpretacji, korytarze jaskini powinny przebiegać wśród wapieni i dolomitów anizyku oraz utworów kampilu. Pobrana w jaskini przez M. Burkackiego próba z głębokości około 123 m okazała się odłamkiem różowe-

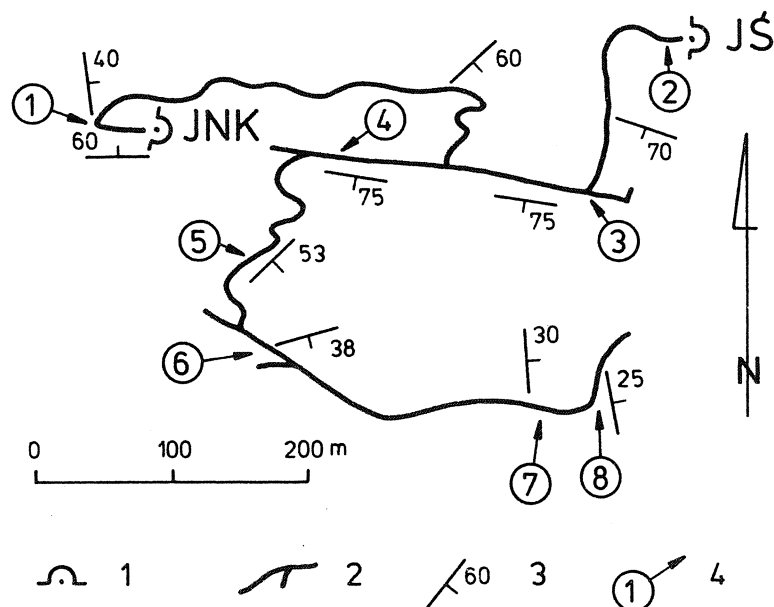


Fig. 2. Uproszczony plan Jaskini Wielkiej Śnieżnej. 1 – otwory jaskini: JNK – Jaskini Nad Kotlinami; JS – Jaskini Śnieżnej; 2 – przebieg głównych korytarzy jaskini; 3 – położenie warstw; 4 – miejsca pobrania prób

Fig. 2. Schematic plan of Wielka Śnieżna Cave. 1 – entrances (JNK – Nad Kotlinami Cave, JS – Śnieżna Cave); 2 – course of main galleries; 3 – attitude of strata; 4 – sites of sample collection

go, grubokrystalicznego wapienia krynowidowego wieku jurajskiego. Dokładne badania (m. in. mikroskopowe płytek cienkich) utworów, w obrębie których rozwinęły się korytarze jaskini, ujawniły obecność następującego, opisanego niżej profilu (Fig. 3).

Do głębokości około 25 m (1890 m npm.) występują ciemne wapień triasu środkowego zapadające dość stromo ku południowi ($130/65^{\circ}\text{S}$). Poniżej prawie poziomej powierzchni nieciągłości występują stromo nachylone ku S dolomity komórkowe kampilu, znajdujące się w odwróconym położeniu i kontaktujące na N z utworami triasu środkowego. Na głębokości 79 m (1827 m npm.) stromo ku N nachylona powierzchnia nieciągłości (uskoku?) oddziela utwory triasu środkowego (wapień ciemny z algami i *Spiridina* sp. – próba 7) od zapadających ku południowi ciemnych wapieni malmu. Są to drobne brekcje ze szczątkami cienkoskorupowych małży (próba 8) oraz beżowe wapień mikrytowe z globochetami i cienkoskorupowymi małżami (m. in. *Bositra buchi* – próby 11, 12, 13, 18) wieku kelowej–oksford. Nieco niżej, na głębokości 118–130 m znajduje się wyraźnie widoczny kontakt sedymentacyjny jury i triasu środkowego w postaci pięknie rozwiniętych klastycznych żył wypełnionych czerwonymi i różowymi wapieniami z krynowidami bajosu i batonu w obrębie ciemnych wapieni triasu środkowego. Kontakt obu serii ma bieg i upad około $100/27^{\circ}\text{S}$. Nieco niżej przebiega lekko nachylona ku N powierzchnia nieciągłości, pod którą występują jasnobieżowe wapień i brekcje z *Globocheta alpina* (walanżyn–berias?), zapadające dość stromo ($65/66^{\circ}\text{S}$) ku południowi (próby 20 i 23). Podobne utwory występują do

głębokości 290 m, tj. około 1610 m n.p.m. (próby 26, 27, 30, C₂, 32, 33, 34). Są to brązowe i ciemnobrązowe wapienie mikrytowe ze szczątkami aptychów i otwornic. Kolejna powierzchnia nieciągłości oddziela tę serię od ciemnoszarych wapieni mikrytowych zawierających szczątki małży gruboskorupowych sugerujących urgońską fację tych utworów (próba 37). Niżej i ku północy ponownie występują nieco starsze utwory – ciemne i ciemnobrązowe wapienie malmoneokomu (próba C₄ – około 1555 m n.p.m.). Charakterystyczne dla

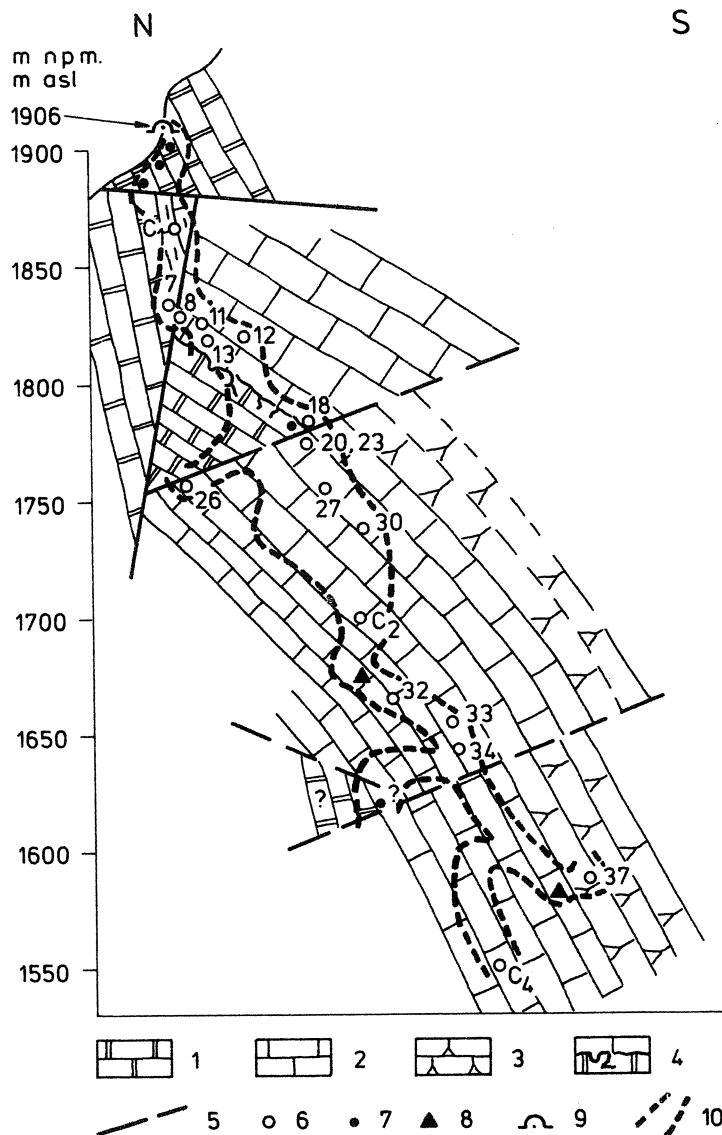


Fig. 3. Profil geologiczny przez Jaskinię Wielką Litworową. 1 – wapienie i dolomity triasu środkowego; 2 – wapienie malmoneokomu; 3 – wapienie urgonu; 4 – kontakt sedimentacyjny z żyłami klasycznymi; 5 – nieciągłości tektoniczne; 6 – miejsca pobrania prób na płytki cienkie z podanym numerem próby; 7 – miejsca, w których stwierdzono występowanie utworów triasu środkowego; 8 – miejsca, w których stwierdzono występowanie utworów malmoneokomu; 9 – otwór jaskini; 10 – strefa objęta obserwacjami w jaskini

Fig. 3. Geological cross-section through Wielka Litworowa Cave. 1 – Middle Triassic limestones and dolomites; 2 – Malmo-Neocomian limestones; 3 – Urgonian limestones; 4 – sedimentary contact with clastic dykes; 5 – tectonic discontinuities; 6 – sites of thin-section sample collection with sample number; 7 – sites with Middle Triassic rocks; 8 – sites with Malmo-Neocomian rocks; 9 – entrance; 10 – limits of the zone covered with observations

całego profilu od triasu środkowego do urgonu jest normalne ułożenie warstw, nie znane dotychczas z fałdów wierchowych.

Jaskinia pod Wantą (Fig. 1, 5C) jest położona we wschodnim zboczu dolinki Litworowej, na wysokości 1795 m npm. i do głębokości 151 m jest rozwinięta w wapieniach i dolomitach anizyku jednostki Żdziarów. Upady początkowo ku N ($45/60^{\circ}$ N) stają się poniżej południowe i na rzędnej około 1650 m npm. osiągają wartość 65° przy biegu około 90° .

Jaskinia Kozia (Fig. 1, 6C), której otwór znajduje się na wysokości 1870 m npm. w Kozim Grzbiecie, rozwinęła się w obrębie odwróconej serii wapieni i dolomitów anizyku jednostki Żdziarów. Jest ona pionowo rozwiniętym systemem osiągającym głębokość 376 m. Jej korytarze opadają ku południowi wzdłuż pionowych pęknięć ciosowych. Biegi i upady do rzędnej około 1800 m npm. wynoszą $100/25^{\circ}$ S, następnie upady wzrastają do wartości około 75° S przy biegu 67° na rzędnej 1550 m npm.

Jaskinia Ptasia Studnia (Fig. 1, 6C) jest dwuotworowym, pionowo rozwiniętym systemem, usytuowanym w Progu Mułowym. System ten ma 351 m głębokości, długość jego korytarzy wynosi ponad 3000 m. System jest rozwinięty w obrębie utworów budujących jednostkę Organów, jedynie przyotworowe partie Jaskini Ptasiej Studni (1620 m npm.) rozwinęły się powyżej powierzchni nasunięcia, dzielącej jednostkę Organów od jednostki Żdziarów. Powierzchnia ta, widoczna we wstępnej studni na głębokości około 15 m, ma niewielki (około 15°) upad ku południowi.

Poniżej korytarze jaskiń przebiegają w obrębie odwróconych utworów triasu środkowego jednostki Organów. Do rzędnej około 1450 m npm. warstwy zapadają ku południowi pod kątem około 45° przy biegu wynoszącym około 110° . Niżej upady stromieją i przechodzą w północne ($138/30^{\circ}$ N). Na głębokości 220 m (1400 m npm.) pojawiają się jasne i beżowe, brekcjowate wapienie z przewarstwieniami szarozielonawych wapieni łupkowatych. W badaniach mikroskopowych nie udało się znaleźć w pobranych próbach żadnych szczątków fauny. Jest jednak wysoce prawdopodobne, że są to wapienie malmu; problem ten będzie można rozstrzygnąć po przeprowadzeniu dalszych szczegółowych badań w tej rozległej i bardzo trudnej jaskini.

Jaskinia Marmurowa (Fig. 1, 7C) znajduje się we wschodnim zboczu Gładkiego Uplaziańskiego nad Wielką Świstówką na wysokości 1770 m npm. Według publikowanych przekrojów (Kotański, 1961; Bac-Moszaszwili *et al.*, 1984), cała jaskinia licząca 126 m głębokości winna być rozwinięta w utworach triasu środkowego jednostki Żdziarów. Badania geologiczne przeprowadzone w tej jaskini wykazały, że grubo- i średnioławicowe wapienie robaczkowe i dolomity triasu środkowego występują tylko do głębokości około 60 m (1710 m npm., por Fig. 4). Na tej głębokości ścina je powierzchnią nieciągłości o biegu 90° i upadzie 59° S. Poniżej tej powierzchni występują prawie czarne, drobno laminowane wapienie z cienkimi ilastymi przewarstwieniami. Wapienie te, o biegu $94/35^{\circ}$ S, zawierają liczne szczątki skamieniałości, w tym kalpionelle, co wskazuje na ich przynależność do górnej jury – dolnej kredy. Na głębokości

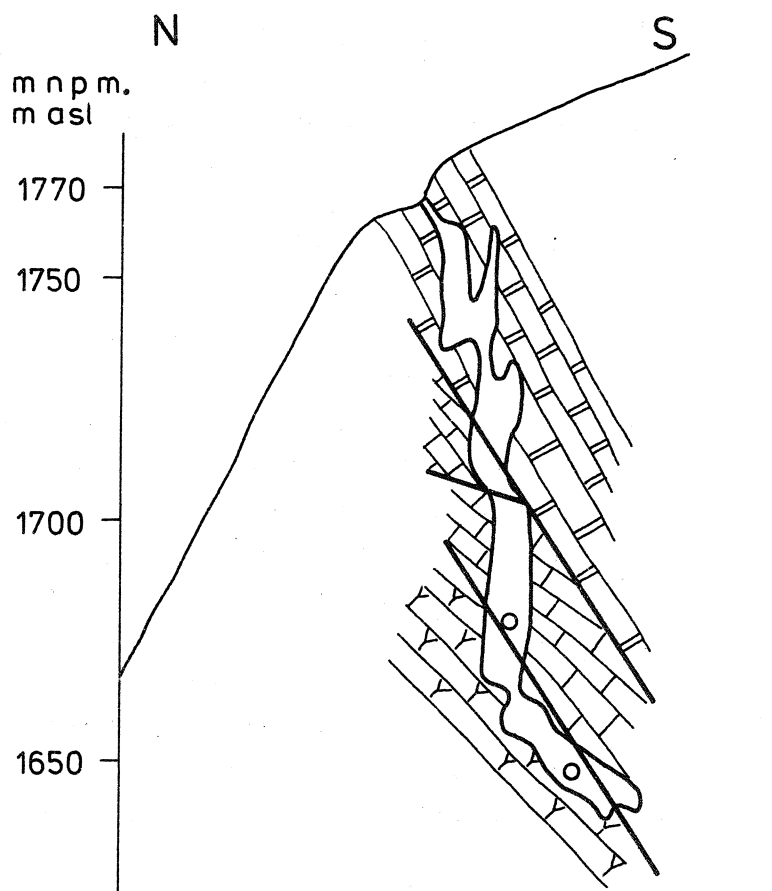


Fig. 4. Profil geologiczny przez Jaskinię Marmurową. Objasnienia jak na Fig. 3

Fig. 4. Geological cross-section through Marmurowa Cave. Explanations as for Fig. 3

około 88 m serię tę ogranicza od dołu powierzchnia nieciągłości tektonicznej prawie zgodna ze stratyfikacją (84/55°S), poniżej której występują szare wapienie dolnokredowe z wulkanicznym kwarcem, kalpionellami i szczątkami małży gruboskorupowych.

Warto wspomnieć o nowych danych uzyskanych z obszaru Doliny Kondratowej i Bystrej — w Jaskini Bystrej (Fig. 8). Obserwowany tam profil przedstawia utwory urgonu, neokomu i malmu, kontaktujące wzdłuż pionowej powierzchni nieciągłości z serią wapieni i dolomitów triasu środkowego. Seria ta przechodzi sedymentacyjnie w utwory najwyższego kampu wykształcone w postaci jasnych i białych wapieni dolomitycznych i dolomitów przewarstwionych czarnymi łupkami, a następnie w dolomity komórkowe. Jest to profil podobny do obserwowanego w najniższych partiach Jaskini Wielkiej Śnieżnej. Wskazuje to, jak się wydaje, że jest to ta sama jednostka — jednostka Żdziarów. Porównanie przekroju Rabowskiego (1959) przez Kalacką Turnię (Fig. 8, IV—IV; Fig. 9A) z uzyskanymi danymi wykazuje, że Kalacką Turnię budują dwie jednostki tektoniczne (Fig. 9B). Górna jednostka o budowie antyklinalnej jest nasunięta wzdłuż lekko ku N nachylonej powierzchni nieciągłości na dolną, utworzoną z dwóch elementów. Południowy element jest utworzony z utworów górnego kampu i dolnego anizyku, znajdujących się w pozycji odwróconej, o niewielkim, około 20°, upadzie ku południowi.

Element ten kontaktuje wzdłuż prawie pionowej powierzchni nieciągłości z nachylonymi nieco bardziej stromo ku S odwróconymi utworami malmu, neokomu i urgonu, podścielonymi marglami albu-cenomanu.

INTERPRETACJA

Większość danych geologicznych, które uzyskane zostały w omówionych wyżej jaskiniach, dotyczy jednostki Ździarów. Dane odnoszące się do jednostki Organów zostały przedstawione wcześniej w pracy Grodzickiego (1978), podsumowującej wyniki badań geologicznych w Jaskini Miętusiej, Miętusiej Wyżniej, Zimnej i Czarnej. Wszystkie te jaskinie występują w masywie Organów, pomiędzy Doliną Kościeliską i Doliną Miętusią (Fig. 1). Te poziomo rozwinięte, piętrowe systemy powstawały u schyłku trzeciorzędu w obrębie utworów triasu środkowego, malmu i kredy dolnej jednostki Organów. Wykonane w tych jaskiniach szczegółowe zdjęcie geologiczne wykazało, że jednostka Organów składa się z dwóch elementów tektonicznych (Grodzicki, 1978). Górny element, zwany synkliną Organów, kontaktuje wzdłuż kopulasto wygiętej powierzchni z elementem niższym, zwanym antyklina Uplazu Miętusiego.

Jedne i drugie dane uzyskane w jaskiniach stanowią podstawę próby nowej interpretacji budowy masywu Czerwonych Wierchów pomiędzy Doliną Tomanową i Doliną Małej Łąki.

Zasadnicze znaczenie dla tej interpretacji ma przekrój przez Małołączniak (Fig. 5). Powodem tego jest występowanie w bezpośredniej bliskości linii przekroju dwóch dużych, stosunkowo dobrze zbadanych geologicznie jaskiń — Wielkiej Śnieżnej i Wielkiej Litworowej, a także położonej nieco dalej na północ Jaskini pod Wantą.

Jedynym opublikowanym dotychczas przekrojem geologicznym przez Małołączniak jest przekrój zamieszczony przez Kotańskiego (1961; por. Fig. 5A). Obie jednostki tworzące fałd Czerwonych Wierchów przedstawione są w postaci synklin kontaktujących wzdłuż powierzchni nasunięcia nachylonej ku S. Jądro jednostki Ździarów utworzone jest z wyciągniętych daleko ku południowi utworów malmoneokomu, sięgających rzędnej 1200 m npm. Podgięcie ku północy południowego, obalonego skrzydła tej jednostki widzi Kotański (1961) na rzędnej 800 m npm. dla kontaktu triasu środkowego z podścielającym go kampilem. Ku południowi jednostka ta tworzy drugorzędną synklinę z triasem środkowym w jądrze, otuloną utworami albu-cenomanu i leżącą pod nasunięciem wstecznego fałdu Stolów. Bac-Moszaszwili *et al.* (1984) w tej drugorzędnej synklinie widzą element Koziego Grzbietu, wyróżniony nieco dalej na zachód na Kozim Grzbiecie przez Sygowskiego (1973).

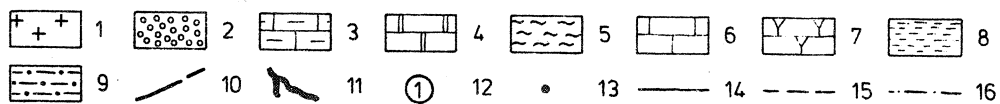
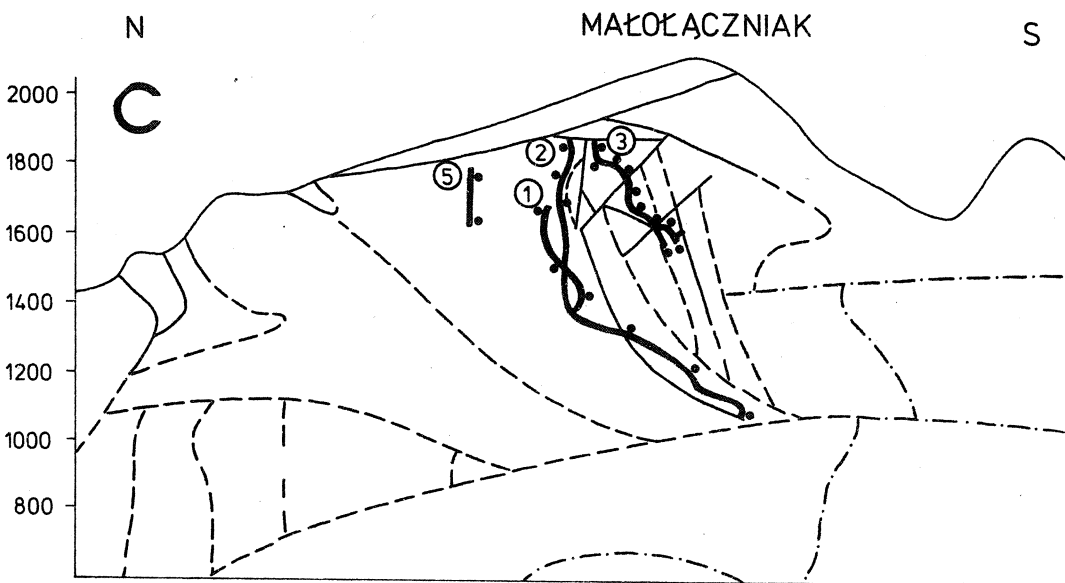
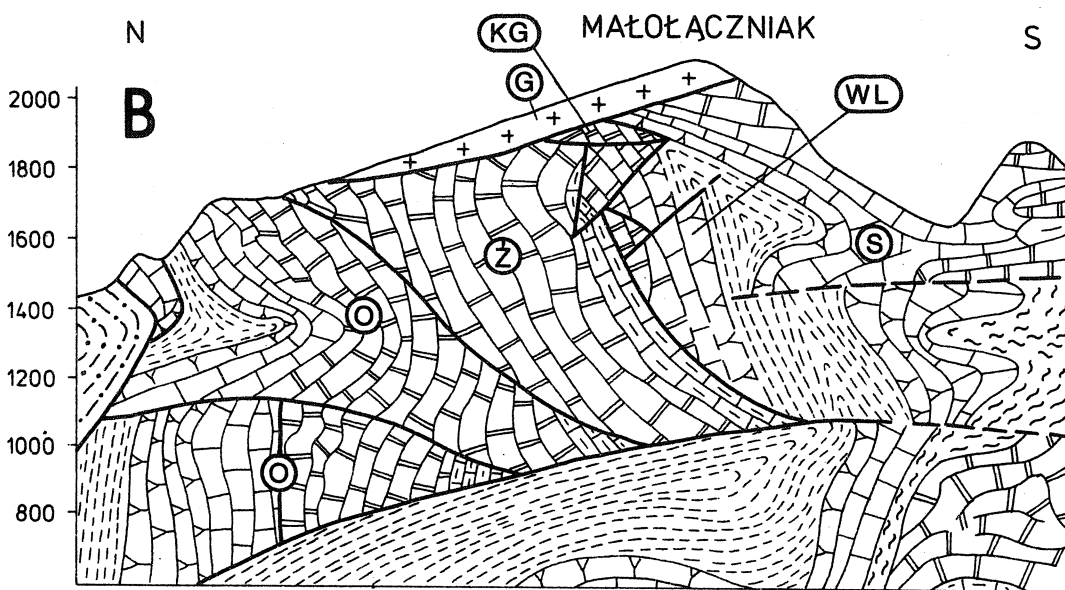
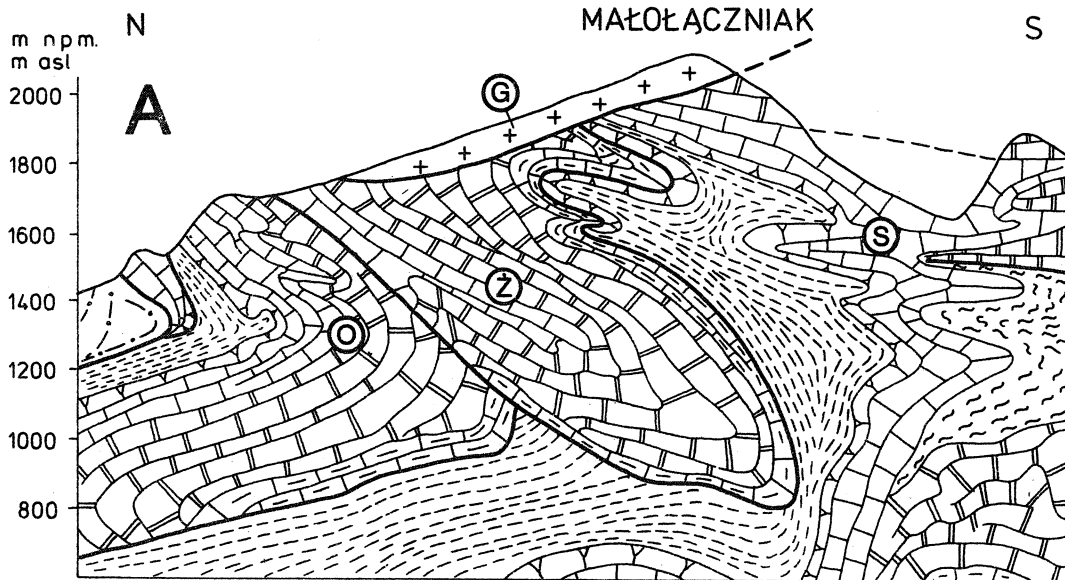
W świetle obserwacji z Jaskini Wielkiej Śnieżnej w obrębie utworów triasu środkowego i nadległego kampu rysuje się całkowicie inny obraz. Południowe upady warstw, początkowo strome, około 70°, stają się coraz łagodniejsze,

osiągając na wysokości 1100 m npm. wartości 24–26°E, co powoduje na linii przekroju prawie poziomy przebieg warstw. Świadczy to o rozciąganiu się tej struktury ku południowi, bez śladów tendencji do podwijania się ku północy (Fig. 2, 5B). Wyklucza to możliwość interpretowania jednostki Żdziarów jako synkliny.

Znany też jest fakt odpływu wód z końcowego syfonu Jaskini Wielkiej Śnieżnej do Lodowego Źródła, położonego w Dolinie Kościeliskiej na kontakcie jednostki Organów i serii reglowej (Dabrowski & Rudnicki, 1967), około 5 km dalej na NW i 130 m niżej. Stosunkowo krótki czas przepływu, wynoszący 7 dni, pozwala przypuszczać, że jest to płytki system krążenia, tym bardziej że jego retencja jest niewielka. Można sądzić, że istnienie głęboko zalegających skrasowiałych mas wapiennych znacznie zwiększyłyby retencję i wydłużyło czas przepływu. Fakt tego przepływu świadczy ponadto o prostej strukturze kontaktu pomiędzy jednostką Żdziarów i jednostką Organów, umożliwiającą bezpośredni przepływ z jednostki do jednostki poniżej rzędnej 1100 m npm. Rysowane przez Kotańskiego (1961) fałdowe podgięcie jednostki Organów (Fig. 5A), powodujące bezpośredni kontakt obu jednostek powyżej rzędnej 1200 m npm., musi być zatem zakwestionowane. Wynikający z bezpośrednich obserwacji styl budowy jednostki Żdziarów wyklucza także dalszy niż przedstawiony na Fig. 5B zasięg malmoneokomu ku południowi. Potwierdzają to obserwacje dokonane w Jaskini pod Wantą. Pomierzone tam biegi i upady utworów triasu środkowego są znacznie stromsze niż dopuszcza to interpretacja Kotańskiego (1961). Taki ich przebieg nie pozostawia miejsca na utwory malmoneokomu nad powierzchnią dzielącą obie jednostki.

Dla interpretacji stosunku jednostki Żdziarów do struktur znajdujących się na południe od niej istotne znaczenie mają obserwacje dokonane w Jaskini Wielkiej Litworowej. Jak już wspomniano (p. 279), występuje tam seria utworów triasu, jury i kredy w położeniu normalnym, zapadająca ku południowi. Występuje ona na S od południowej powierzchni nasunięcia jednostki Żdziarów, pod nasunięciem elementu Koziego Grzbietu i na północ od nasunięcia wstecznego fałdu Stołów. Jest to monoklinalna płyta, zdeformowana lekko nachylonymi ku N uskokami, przylegająca do powierzchni ograniczającej od S jednostkę Żdziarów i wyginająca ją ku północy (Fig. 5B). Ta nieznana dotychczas jednostka nie może być uważana za element jednostki Żdziarów, nie można jej też przypisać do fałdu Stołów. Pomijając fakt normalnego ułożenia warstw (nie spotykanego nigdzie w fałdach wierchowych), jest ona ścięta od góry przez najbardziej południowy element jednostki Żdziarów (element Koziego Grzbietu), który oddziela ją od leżącego bardziej na południe (w sensie pozycji tektonicznej) fałdu Stołów. W tej sytuacji wydaje się celowe wydzielenie jej jako odrębnej jednostki Wielkiej Litworowej.

Jednostka Organów w przekroju Małolączniaka jest przedstawiona w podobnym stylu jak jednostka Żdziarów. Jak już uprzednio wykazano, niemożliwe jest istnienie synklinalnego podgięcia powierzchni ograniczającej od dołu jednostkę Organów. Tak więc powierzchnia nasunięcia obu jednostek na



alb – cenoman musi być wspólna i łagodnie nachylona ku północy. W obrębie jednostki Organów istnieją dwa podrzędne elementy wykazane przez Grodzickiego (1978) około 1 km dalej na zachód. Kontaktują one ze sobą kopulasto wygiętą powierzchnią nasunięcia. Element górny, tj. synklina Organów, ma synklinalną budowę, zgodną z dotychczasowymi interpretacjami. Element dolny, tj. antyklinę Uplazu Miętusiego, tworzą stromo stojące i wtórne zafałdowane utwory triasu, jury i kredy, przy czym kontakt między triasem i jurą jest tektoniczny, podobnie jak kontakt między triasem środkowym i kampilem.

Przedstawiony na Fig. 5B przekrój jest zestawiony z różnych danych – bezpośrednich obserwacji dokonanych w jaskiniach i na powierzchni terenu, wniosków i interpretacji wynikających z analizy tych danych. Stopień prawdopodobieństwa przebiegu generalnych linii kontaktów jednostek tektonicznych i kontaktów litostratygraficznych obrazuje Fig. 5C.

Podać należy, że odwzorowanie korytarzy jaskiń na Fig. 5C i 6C jest silnie zniekształcone geometrycznie. Wynika to z konieczności przenoszenia sytuacji geologicznej wzdłuż biegu warstw na linię przekroju geologicznego zgodnie z zasadami intersekcji. Ponieważ miejsca pomiarów wykonywanych w jaskini są w różnych odległościach od linii przekroju, a biegi warstw są zmienne, zniekształcenie przebiegu korytarzy jest nieliniowe i nieregularne. Zaznaczony na figurach przebieg korytarzy ma znaczenie tylko orientacyjne i obrazuje w przybliżony sposób miejsca wykonywanych pomiarów lub obserwacji.

Następnym ku zachodowi przekrojem jest przekrój przebiegający przez Krzesanicę i Kozi Grzbiet (Fig. 1, przekrój II–II). Interpretacja budowy masywu na linii przekroju jest przedstawiona w pracy Bac-Moszaszwili *et al.*

Fig. 5. Przekrój geologiczny przez Małolączniak: A – według Kotańskiego (1961), uproszczony; B – na podstawie danych z jaskiń; C – stopień prawdopodobieństwa interpretacji granic geologicznych na Fig. 5B. 1 – skały krystaliczne; 2 – piaskowce i łupki seisu; 3 – wapień, dolomity i łupki kampilu; 4 – wapień i dolomity triasu środkowego; 5 – piaskowce wapniste i łupki liasu; 6 – wapień malmoneokomu; 7 – wapień urgonu; 8 – margle albu i cenomanu; 9 – utwory serii reglowej; 10 – główne nieciągłości tektoniczne; O – jednostka Organów; Ż – jednostka Żdziarów; KG – element Kozi Grzbietu; WL – jednostka Wielkiej Litworowej; S – fałd Stołów; G – fałd Giewontu; 11 – uproszczony przebieg korytarzy jaskiń; 12 – numer jaskini jak na Fig. 1; 13 – punkty dokonanych obserwacji; 14 – granice geologiczne stwierdzone; 15 – granice geologiczne wysoce prawdopodobne; 16 – granice geologiczne prawdopodobne

Fig. 5. Geological cross-section through Małolączniak. A – after Kotański (1961), simplified; B – including data collected in caves; C – degree of confidence of geological boundaries in Fig. 5B. 1 – crystalline rocks; 2 – Seisian sandstones and shales; 3 – Campilian limestones, dolomites and shales; 4 – Middle Triassic limestones and dolomites; 5 – Liassic calcareous sandstones and shales; 6 – Malmo-Neocomian limestones; 7 – Urganian limestones; 8 – Albanian and Cenomanian marls; 9 – Subatric series; 10 – main tectonic discontinuities; O – Organy unit; Ż – Żdziary unit; KG – tectonic element of Kozi Grzbiet; WL – Wielka Litworowa unit; S – Stoły Fold; G – Giewont Fold; 11 – simplified course of cave galleries; 12 – cave numbers as in Fig. 1; 13 – observation points; 14 – ascertained geological boundaries; 15 – highly probable geological boundaries; 16 – probable geological boundaries

(1984; Fig. 6A). Przekrój ten obrazuje stosunek między jednostką Ździarów a wyróżnionym przez Sygowskiego (1973) elementem Koziego Grzbietu. Pomiędzy nimi występuje zaklinowany wzdłuż powierzchni nieciągłości (o charakterze ścięcia) strzęp utworów triasu środkowego, otulony od południa blokiem urgonu, związanym z podścielającym fałd Czerwonych Wierchów albem – cenomanem Pisanej. Jednostka Ździarów w tej interpretacji zachowuje wyraźny synklinalny charakter, a jej podgięcie ku północy znajduje się na wysokości około 1450 m npm. Stosunek jednostki Organów do jednostki Ździarów jest podobny do rysowanego przez Kotańskiego (1961) w przekroju Małolącziaka (por. Fig. 5A i 6A).

Z danych uzyskanych z Jaskini Koziej wynika, że aż do rzędnej około 1550 m npm. upady utworów triasu środkowego wzrastają od 25°S do około 70°S by następnie utrzymać tę wartość do wysokości 1500 m npm. Świadczy to wyraźnie o podobnym jak w przekroju Małolącziaka rozciągnięciu jednostki Ździarów ku południowi, tym samym neguje jej synklinalną budowę (Fig. 6B).

Z kolei dane z systemu Ptasiej Studni lokalizują synklinalne przegięcie utworów malmoneokomu znacznie dalej na południe i około 100 m niżej w jednostce Organów niż to wynika z interpretacji podawanej przez Bac-Moszaszwili *et al.* (1984). Ze wspomnianej już pracy Grodzickiego (1978) wynika także obecność w jednostce Organów dwóch elementów tektonicznych, oddzielonych łagodnie nachyloną ku S powierzchnią nieciągłości. Obie jednostki kontaktują z albem – cenomanem Pisanej powierzchnią nieciągłości o synklinalnej budowie (Krajewski, 1980), łagodnie wygiętą i prawdopodobnie wnikającą w utwory serii parautochtonicznej.

Występujący na południe od jednostki Ździarów strzęp utworów triasu środkowego w kontakcie tektonicznym z urgonem, ze względu na pozycję tych utworów pomiędzy elementem Koziego Grzbietu na południu i jednostką Ździarów na północy, jest interpretowany (Fig. 6B) jako silnie zredukowana jednostka Wielkiej Litworowej. Dodatkową przesłanką wydzielenia tej jednostki w przekroju Krzesanicy – Koziego Grzbietu jest także jej duży zasięg przestrzenny w przekroju Małolącziaka, a co za tym idzie – trudny do przyjęcia pogląd o ograniczonym tylko do jednego zbrocza występowaniu tej jednostki. Prawdopodobieństwo przebiegu ważniejszych granic przedstawione jest na Fig. 6C.

Ostatni z wstępnie reinterpretowanych przekrojów położony jest najbardziej na zachód i przebiega przez Ciemniak – Gładkie Uplaziańskie (Fig. 1). W interpretacji Bac-Moszaszwili *et al.* (1984; por. Fig. 7A) obraz obu jednostek nie odbiega od schematu budowy synklinalnej. Dane uzyskane w Jaskini Marmurowej upoważniają do wprowadzenia zmian w obrazie budowy jednostki Ździarów. Zmiany te polegają na ograniczeniu zasięgu utworów triasu środkowego do niewielkiego klina w południowej części jednostki Ździarów i na rozbudowaniu zasięgu utworów malmoneokomu i urgonu, dotychczas nie znanych w tej części jednostki (Fig. 7B). Jednostka

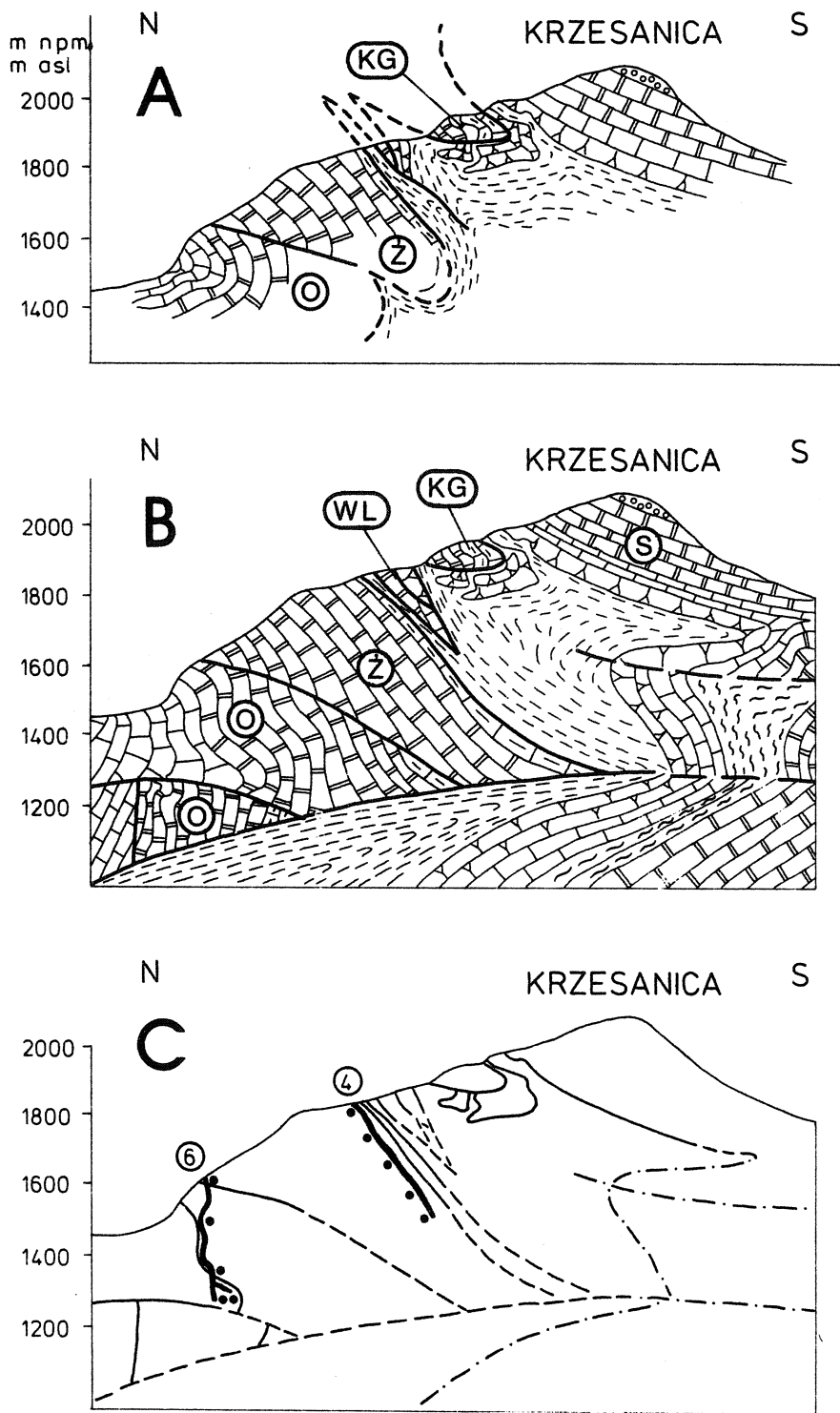


Fig. 6. Przekrój geologiczny przez Krzesanicę – Kozi Grzbiet: A – według Bac-Moszaszwili *et al.* (1984), uproszczony; B – na podstawie danych z jaskiń; C – stopień prawdopodobieństwa interpretacji granic geologicznych na Fig. 6B. Objasnienia jak na Fig. 5

Fig. 6. Geological cross-section through Krzesanica – Kozi Grzbiet: A – after Bac-Moszaszwili *et al.* (1984), simplified; B – including data from caves; C – degree of confidence of geological boundaries in Fig. 6B. Explanations as in Fig. 5

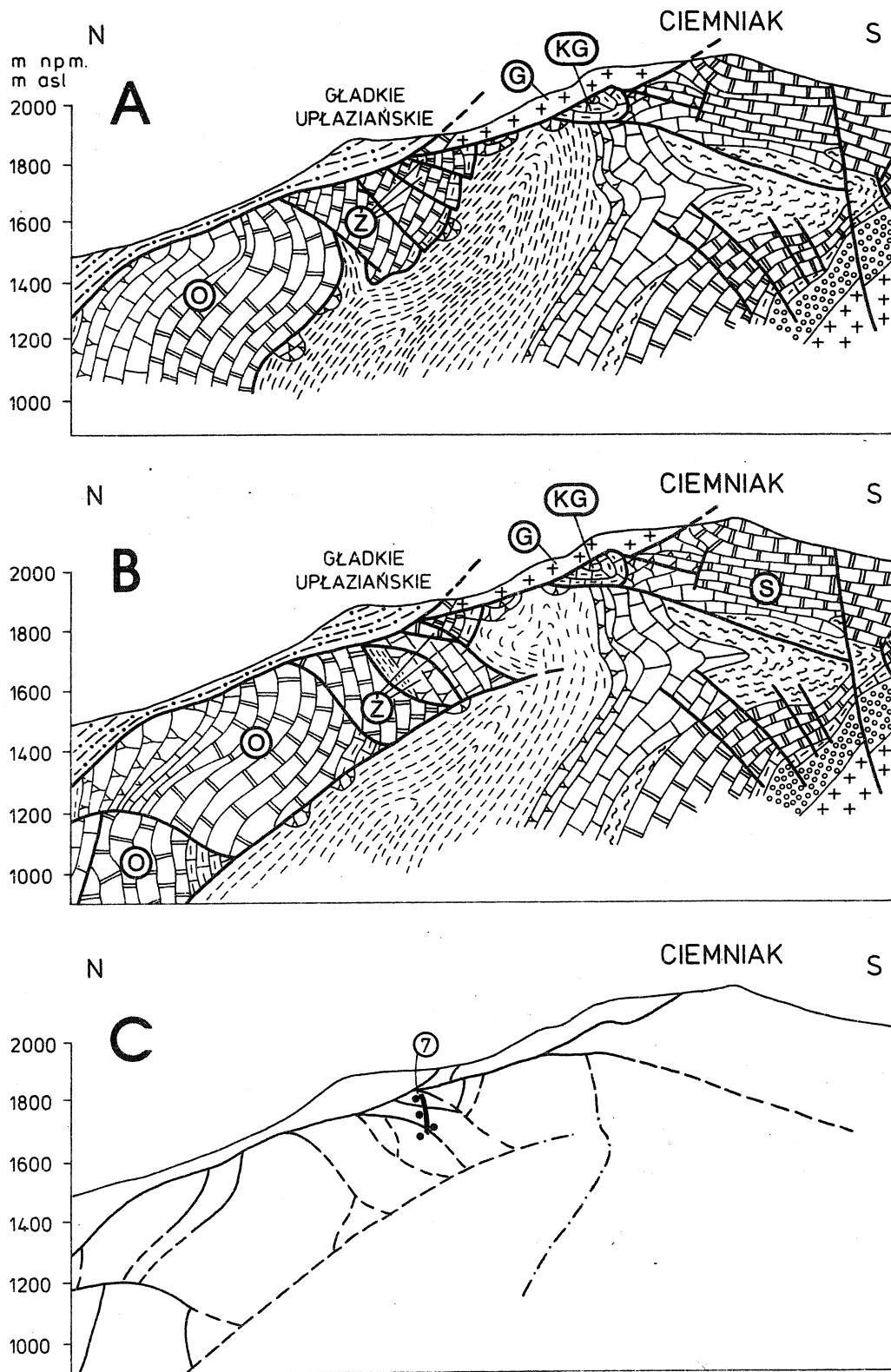


Fig. 7. Przekrój geologiczny przez Ciemniak: A – według Bac-Moszaszwili *et al.* (1984), uproszczony; B – na podstawie danych z jaskiń; C – stopień prawdopodobieństwa interpretacji granic geologicznych na Fig. 7B. Objasnienia jak na Fig. 5

Fig. 7. Geological cross-section through Ciemniak: A – after Bac-Moszaszwili *et al.* (1984), simplified; B – including data from caves; C – degree of confidence of geological boundaries in Fig. 7B. Explanations as in Fig. 5

Wielkiej Litworowej nie występuje już w tym przekroju na skutek wyższej pierwotnie pozycji tektonicznej i późniejszego całkowitego jej ścięcia przez fałd Giewontu, bądź też na skutek wyklinowywania się jej ku zachodowi widocznego już w przekroju Krzesanicy. Jednostka Organów jest przedstawiona zgodnie z danymi uzyskanymi w znajdujących się na linii tego przekroju jaskiniach Miętusiej, Miętusiej Wyżniej, Ziemnej i Czarnej (Grodzicki, 1978) a styl jej budowy jest zgodny z poprzednimi przekrojami. Stopień prawdopodobieństwa przedstawionego na Fig. 7B przebiegu ważniejszych granic geologicznych obrazuje Fig. 7C.

Trudnym obecnie zadaniem jest interpretacja budowy serii parautochtonicznej i fałdu Giewontu. Przyjmowany dotychczas obraz budowy masywu Czerwonych Wierchów był interpretowany w jednolitym stylu tektoniki płaszczwinowo-luskowej (Fig. 5A, 6A, 7A i 9A). W świetle przedstawionych

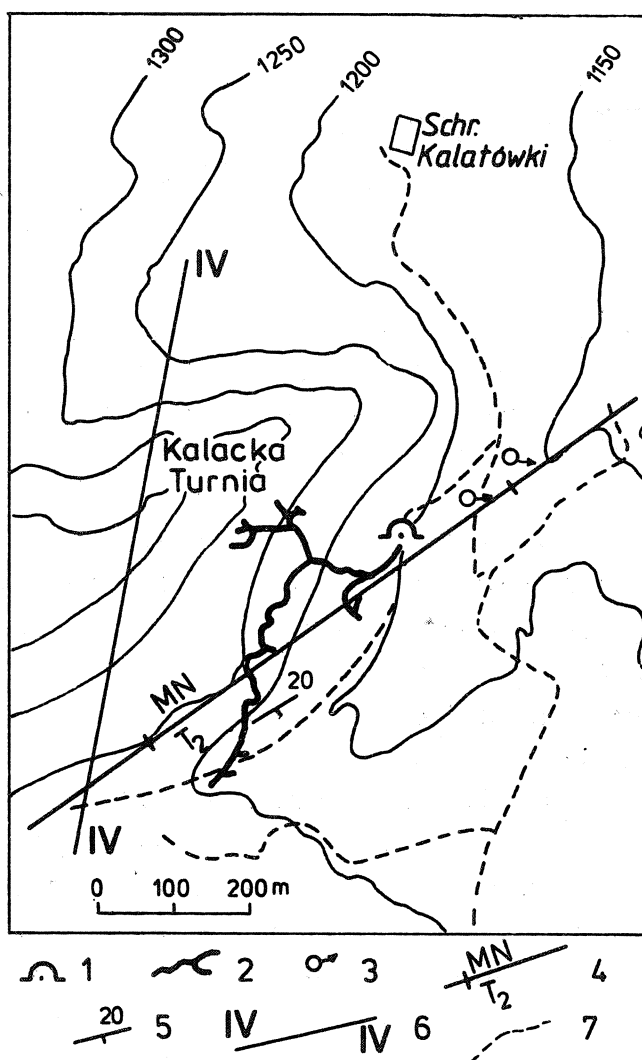


Fig. 8. Mapka obrazująca położenie Jaskini Bystrej. 1 – otwór jaskini; 2 – uproszczony przebieg korytarzy jaskini; 3 – wywierzyska; 4 – przebieg uskoku; (MN – utwory malmoneokomu, T_2 – utworu triasu środkowego); 5 – położenie warstw; 6 – linia przekroju; 7 – drogi

Fig. 8. Situation map of Bystra Cave. 1 – entrance; 2 – simplified course of cave galleries; 3 – exsurgence; 4 – fault (MN – Malmo-Neocomian, T_2 – Middle Triassic); 5 – attitude of strata; 6 – cross-section line; 7 – roads

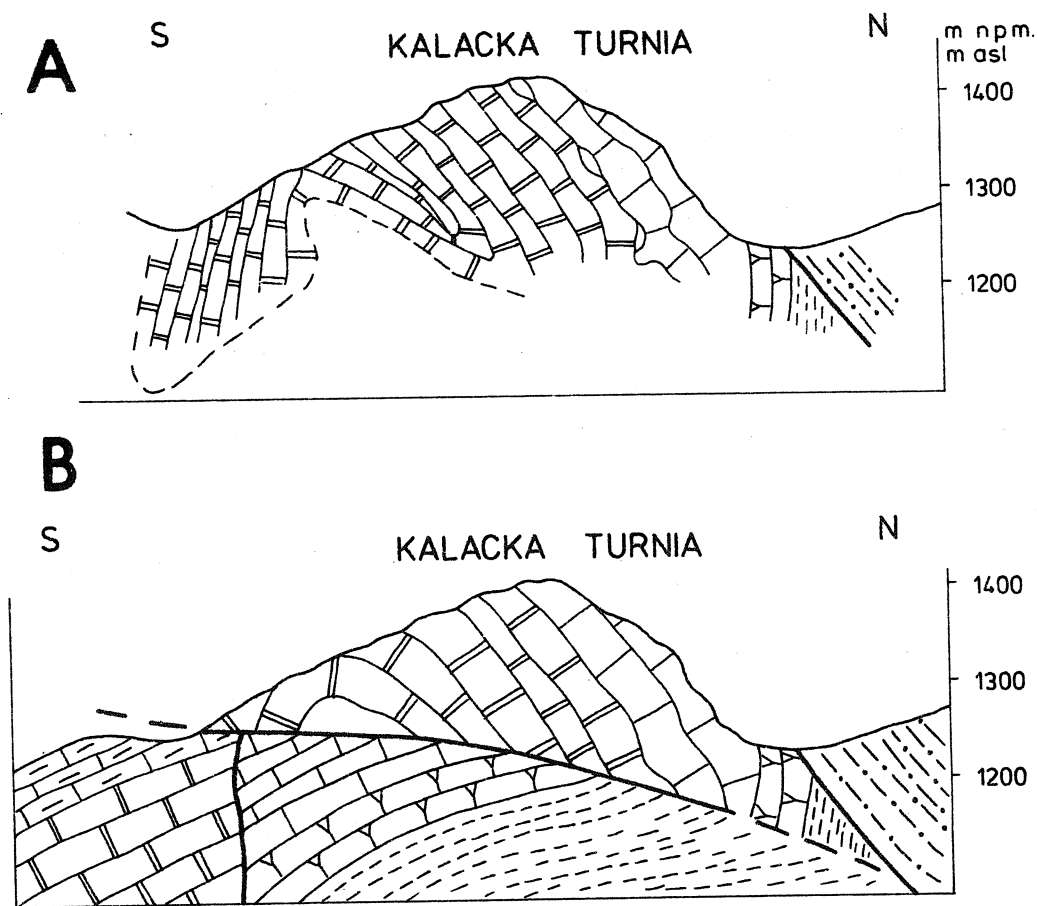


Fig. 9. Przekrój geologiczny przez Kalacką Turnię: A — według Rabowskiego (1959), uproszczony; B — na podstawie danych z Jaskini Bystrej. Objasnienia jak na Fig. 5

Fig. 9. Geological cross-section through Kalacka Turnia: A — after Rabowski (1959), simplified; B — including data from Bystra Cave. Explanations as in Fig. 5

uprzednio faktów, uzyskanych w jaskiniach, dotychczasowe interpretacje budowy jednostek wierzchowych nie odpowiadają nagromadzonym już obserwacjom. Przyjęcie przedstawionego na Figurach 5B, 6B, 7B i 9B stylu budowy fałdu Czerwonych Wierchów jako dupleksów (por. Mitra, 1986) powoduje konieczność zmiany interpretacji stylu budowy podścielających ten fałd utworów serii parautochtonicznej.

Wprowadzone zmiany obejmują rozdzielenie dwoma powierzchniami nieciągłości serii parautochtonicznej na trzy jednostki. Odgrywająca główną rolę w budowie fałdu Czerwonych Wierchów powierzchnia nasunięcia na alb—cenoman synkliny Pisanej została przedłużona w obręb serii Wąwozu Kraków. Oddziela ona łagodnie sfałdowaną, niższą część serii Wąwozu Kraków od wyższej, silnie skomplikowanej tektonicznie. Wyżej tektonicznie leżący fałd Stołów został oddzielony powierzchnią nasunięcia od serii Wąwozu Kraków, różniąc się od niego składem litostratygraficznym (Fig. 5B i 6B). Powierzchnia ta jest widoczna na przekroju Bac-Moszaszwili *et al.* (1984; Fig. 7A) oraz (w mniejszym zasięgu przestrzennym) na przekroju Kotańskiego (1961; Fig. 5A).

Część problemów dotyczących stosunku serii parautochtonicznej od fałdu Czerwonych Wierchów oraz jej budowy wewnętrznej uda się prawdopodobnie

wyjaśnić poprzez szczegółowe badania w Jaskini Wysokiej. Wstępne badania w tej jaskini wykazały obecność utworów triasu środkowego w trudnej do wytłumaczenia pozycji tektonicznej, a mianowicie w obszarze, gdzie zgodnie z dotychczas panującymi poglądami powinien występować urgon i alb – cenoman. Całość problemu powinny wyjaśnić szczegółowe badania na powierzchni terenu oparte na identyfikacji wieku utworów wapiennych metodami mikropaleontologicznymi. Z doświadczeń autorów wynika, że jedynie w dobrze odsłoniętym terenie można bez wątpliwości odróżnić utwory neokomu od triasu środkowego. W przypadku izolowanych, częściowo pokrytych zwietrzeliną odsłoneń prawdopodobieństwo pomyłki jest dość wysokie.

Wydaje się także, że nowego materiału obserwacyjnego mogą dostarczyć jaskinie położone w obrębie fałdu Giewontu dalej na wschód, przede wszystkim Jaskinia Kasprowa Niżna i Jaskinia Magury. Umożliwiłoby to odtworzenie rzeczywistego stylu budowy tego fałdu na obszarze, gdzie jest on najpełniej rozwinięty.

WNIOSKI

Przedstawiony na Figurach 5B, 6B, 7B i 9B fałd Czerwonych Wierchów jest dupleksem złożonym z dupleksów niższego rzędu (por. Mitra, 1986). Nowe elementy wprowadzone na przekrojach zmieniają także dotychczasową interpretację budowy serii parautochtonicznej, upodabniając ją do stylu budowy nadległego fałdu Czerwonych Wierchów (Fig. 5B i 6B). W tym ujęciu „fałd” Czerwonych Wierchów stanowiłby logiczną kontynuację „fałdu” Stołów, a ten z kolei byłby kontynuacją grzbietowego skrzydła obalonej synkliny Pisanej i, tym samym, kontynuacją serii Wąwozu Kraków. Obecna budowa masywu Czerwonych Wierchów byłaby więc efektem kolejnych odkłuc i ścięć w grzbietowym skrzydle synkliny Pisanej w wyniku kompresji całej struktury.

Widoczne jest także, że na wschód od linii przekroju przez Krzesanicę i Kozi Grzbiet „fałd” Czerwonych Wierchów zanurza się wyraźnie ku wschodowi, osiągając maksimum na osi Doliny Małej Łąki, jednak dalej ku E, w górnych piętrach Doliny Kondratowej ulega redukcji i jest zastąpiony przez silnie rozwinięty „fałd” Giewontu. Niestety dotychczas nie są znane duże, głęboko w masyw sięgające jaskinie w rejonie Kopy Kondrackiej i Giewontu. Przy próbach reinterpretacji budowy tego rejonu trzeba będzie opierać się przede wszystkim na wynikach badań powierzchni terenu i wnioskach wpływających z budowy obszarów sąsiadujących.

Podziękowania

Miłym obowiązkiem autorów jest wyrażenie podziękowania Doc. dr. hab. Jerzemu Lefeldowi za pomoc w oznaczaniu mikrofauny w płytkach cienkich, a także tym wszystkim, którzy swym wysiłkiem umożliwili nam zebranie obserwacji w trudnych i rozległych jaskiniach masywu Czerwonych Wierchów – taternikom jaskiniowym ze Speleoklubu Warszawskiego PTTK oraz speleologom z Zespołu Inwentaryzacji Jaskiń Tatrzańskich Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk o Ziemi.

LITERATURA CYTOWANA — REFERENCES

- Bac-Moszaszwili, M., Jaroszewski, W. & Passendorfer, E., 1984. W sprawie tektoniki Czerwonych Wierchów i Giewontu. On the tectonics of Czerwone Wierchy and Giewont area in the Tatra Mts. (Poland). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 52: 67–88.
- Dąbrowski, T. & Rudnicki, J., 1967. Wyniki badań przepływów krasowych w masywie Czerwonych Wierchów. Les résultats des observations des circulations des eaux karstiques dans le massif de Czerwone Wierchy (les Tatras Occidentales). *Speleologia*, 3 (1): 31–34, Warszawa.
- Grochocka-Rećko, K., 1963. Budowa geologiczna Wyżniej Świstówki. Geology of Wyżnia Świstówka (Western Tatra). *Acta Geol. Polon.*, 13: 239–270.
- Grodzicki, J., 1978. Nowe elementy strukturalne jednostki Organów między Doliną Kościeliską i Doliną Miętusią. New structural elements of the Organy unit situated between the Kościeliska and the Miętusia valleys (Western Tatra). *Kras i Speleologia*, 2 (XI): 77–83, Katowice.
- Kotański, Z., 1961. Tektogeneza i rekonstrukcja paleogeografii pasma wierchowego w Tatrach. Tectogénèse et reconstruction de la paléogéographie de la zone haut-tatrickue dans les Tatras. *Acta Geol. Polon.*, 11: 187–476.
- Kotański, Z., 1963. Nowe elementy budowy masywu Czerwonych Wierchów. New elements in the structure of the Czerwone Wierchy Massif. *Acta Geol. Polon.*, 13: 149–199.
- Krajewski, K., 1980. Z badań sedymentologicznych utworów kredy wierchowej w Dolinie Kościeliskiej. *Prz. Geol.*, 28: 636–637.
- Mitra, S., 1986. Duplex structure and imbricate thrust system: geometry, structural position and hydrocarbon potential. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 70: 1087–1112.
- Rabowski, F., 1959. Serie wierchowe w Tatrach Zachodnich. High Tatric series in Western Tatra. *Pr. Inst. Geol.*, 27: 5–166.
- Sygowski, M. K., 1973. *Budowa geologiczna południowej części jednostki Żdziarów w Tatrach Zachodnich*. Archiwum Instytutu Geologii Podstawowej Uniw. Warsz., Warszawa (niepublikowane — unpublished).

Summary

TECTONICS OF THE CZERWONE WIERCHY MASSIF
IN THE LIGHT OF OBSERVATIONS IN CAVES

Jerzy Grodzicki & Rafał M. Kardaś

Geological studies in the extensive and deep caves of the Czerwone Wierchy Massif (Tatra Mts) included the measurements of the strata attitudes as well as lithological and tectonic observations of the limestone sequences hosting the caves. The data obtained the Wielka Śnieżna (Fig. 2), Wielka Litworowa (Fig. 3), and Pod Wantą (Fig. 5C), caves provided base for the new structural interpretation of the Czerwone Wierchy Massif shown on the section through the Małolączniak (Figs. 5A, 5B). The section includes a newly distinguished Wielka Litworowa tectonic unit. This unit includes southward dipping Triassic, Jurassic and Cretaceous strata in normal position (Fig. 3).

The data obtained in the multi-storey system of the Czarna, Zimna and Miętusia caves (Grodzicki, 1978) provided grounds for the revision of the structural interpretation of the Czerwone Wierchy Fold (Figs. 5B, 6B, 7B).

The data from the Ptasia Studnia and Kozia Caves (Fig. 6C) resulted in

a new interpretation of the cross-section through the Krzesanica and Kozi Grzbiet (Fig. 6B), while the data from the Marmurowa Cave (Fig. 4) provided basis for the modification of the cross-section through Ciemniak (Figs. 7B, 7C). New data for the structural interpretation of the Czerwone Wierchy Fold were collected in the Bystra Cave, three kilometres to the east of the Czerwone Wierchy Massif. The differences in interpretation are shown on the cross-section through the Kalacka Turnia (Figs. 9A and 9B).

The results of the authors' studies indicate that the Czerwone Wierchy Fold is a duplex, consisting of secondary duplexes (cf. Mitra, 1986). The underlying Parautochthonous Series should also have this structural style, and so it is shown in Figs. 5B and 6B.

According to the interpretation presented here, the Czerwone Wierchy Fold is a continuation of the Stoły Fold, and this, in turn, is born of the Parautochthonous Series.