


**ARTYKUŁY NAUKOWE**

## Budowa geologiczna masywu Ciemniaka na podstawie danych z Jaskini Małej w Mułowej (Tatry Zachodnie)

Jacek Szczygieł<sup>1</sup>, Urszula Borowska<sup>2</sup>, Piotr Jaglarz<sup>2</sup>



J. Szczygieł

U. Borowska

P. Jaglarz

**Geological structure of the Ciemniak Massif on the basis of data from the Mała Cave in Mułowa (Western Tatra Mts.).** *Prz. Geol.*, 62: 349–355.

*Abstract.* The Mała Cave in Mułowa has been explored to a depth of 555 m at the beginning of the 21<sup>st</sup> century. It makes a good opportunity to review the knowledge on the geological structure of the Ciemniak Massif. The geological research was performed in two main conduits of the cave. The Mała Cave in Mułowa developed in Lower and Middle Triassic carbonates belonging to the Żdziary Unit (Czerwone Wierchy Nappe – part of the High-Tatric Allochthon), as well as in marly shales of the Zabijak Formation and limestones of the Wysoka Turnia Limestone Formation belonging to the High-Tatric Autochthon. The cave is the second outcrop of the lower

limb of the main syncline of the Żdziary Unit. It follows that the Żdziary Unit in the Ciemniak area is represented by a recumbent, open syncline with completely preserved both limbs. This syncline is open northward. The fold axes are subhorizontal and the axis surface is inclined ~37° N. From a depth of 300 m (below the entrance), the cave was formed at the contact of Cretaceous rocks belonging to the autochthonous cover and Triassic rocks of the Żdziary Unit.

**Keywords:** cave, tectonics, High-Tatric Unit, Tatra Mts.

Wgłębna budowa geologiczna Tatr była przedmiotem badań od początku XX w. Już Wójcik (1957) pisał, że kartowanie geologiczne w jaskiniach może dostarczyć nowych danych niemożliwych do stwierdzenia na podstawie kartowania powierzchniowego. Badania takie prowadzili między innymi Grodzicki (1978), Grodzicki & Kardaś (1989), Hercman (1989) i Szczygieł (2011; 2012). Odkrycie Jaskini Małej w Mułowej na początku XXI w. i wyeksplorowanie jej do głębokości 555 m dało szansę na zrewidowanie dotychczasowych poglądów na wgłębna budowę geologiczną obszaru pod północnymi stokami Ciemniaka (ryc. 1A).

Niniejszy artykuł ma na celu zrewidowanie dotychczasowych badań zachodniej części masywu Czerwonych Wierchów, opierając się na szczegółowych, wgłębnych badaniach geologicznych w Jaskini Małej w Mułowej. Prezentowane wyniki opierają się na badaniach wstępnych. Podobne badania są prowadzone w innych jaskiniach tego obszaru.

### BUDOWA GEOLOGICZNA

Opisywany masyw Ciemniaka obejmuje górą, zachodnią część Doliny Miętusiej, pomiędzy dnem Doliny Mułowej a Gładkim Upłaziańskim. Obszar ten buduje płaszczowina Czerwonych Wierchów, należąca do jednostki wierchowej, a rozbita na dwie jednostki niższego rzędu: Żdziarów i Organów (Kotański, 1963).

Badany teren zbudowany jest ze skał mezozoicznych, których uproszczony profil przedstawia się następująco

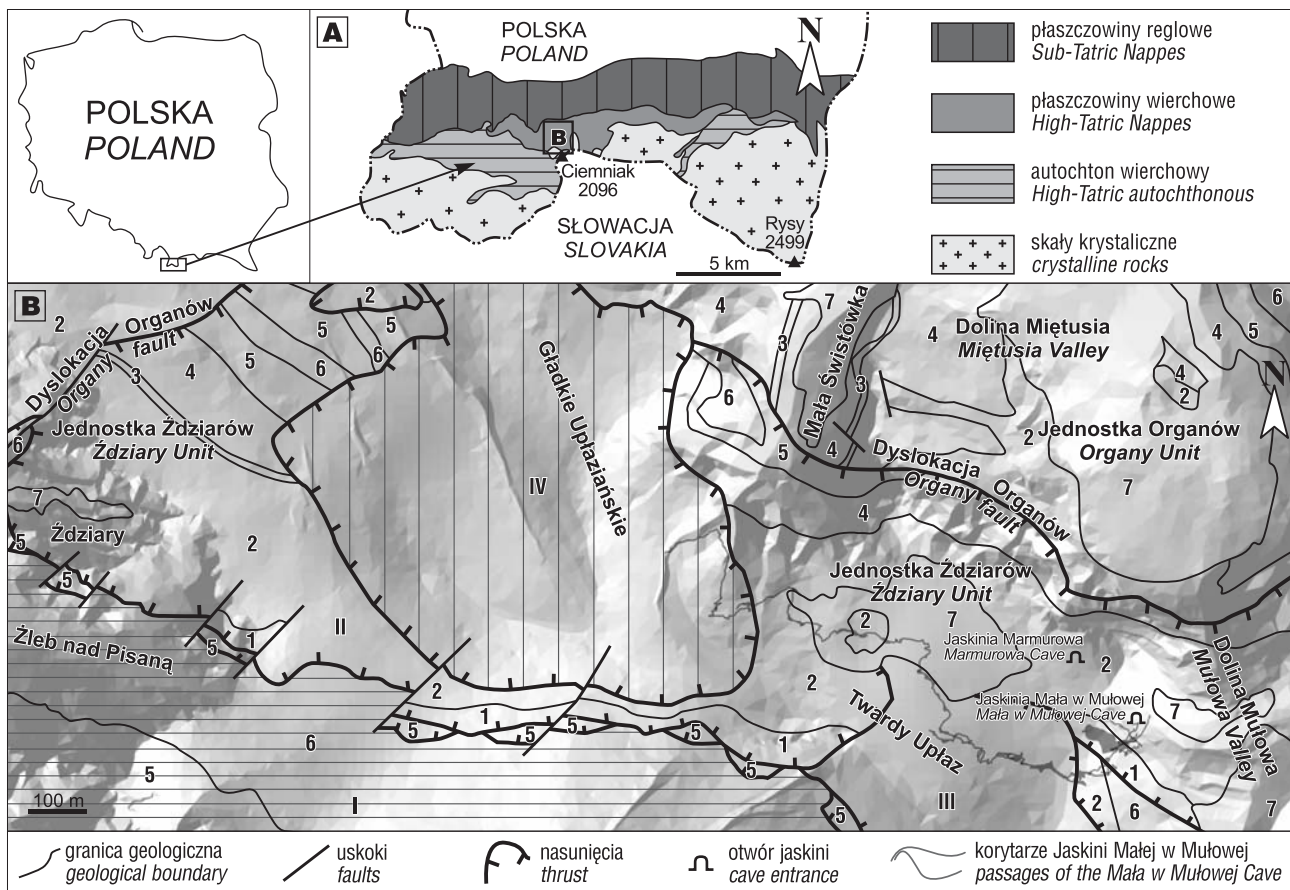
(por. Kotański, 1961; Lefeld i in., 1985; Piotrowska i in., 2008):

- trias dolny – dolomity i czarne wapienie z przeławiczeniami mułowców (warstwy myophoriowe);
- trias środkowy – częściowo zbioturbowane ciemne wapienie pelityczne z wkładkami wapieni krynoidowych, dolomity płytowe, dolomity cukrowate (zdolomityzowane wapienie ziarniste; Jaglarz & Rychliński, 2010);
- jura środkowa – formacja wapieni ze Smolegowej (bajos) – wapienie krynoidowe; formacja wapieni z Krupianki (baton) – czerwone i różowe wapienie bulaste;
- jura górna–dolna kreda (kelowej–hoteryw) – formacja wapieni z Raptawickiej Turni – różowe wapienie i szare wapienie masywne;
- dolna kreda (barrem–apt) – formacja wapieni z Wysockiej Turni – jasnoszare wapienie bioklastyczne;
- dolna kreda (alb) – formacja z Zabijaka – wapienie glaukonitowe, ciemnozielone margle piaszczyste i margle z wkładkami piaskowców.

Jednostka Żdziarów ma synklinalną budowę. Jednostka ta swą nazwę wzięła od masywu Żdziarów, gdzie na powierzchni można obserwować dolne skrzydło wspomnianej synkliny, w którym warstwy zapadają ku NE (Rabowski, 1959; Kotański, 1963). Dalej na wschód obserwować można strefę przegubową synkliny ze skałami kredowymi w jądrze w rejonie Małej Świstówki (ryc. 1B). Synklina jednostki Żdziarów zanurza się ku wschodowi (Szulczewski, 1963; Piotrowski, 1978). Wynikiem tego jest odsłanianie się na powierzchni coraz starszych skał w pozycji odwróconej, zapadających ku S, czyli górnego

<sup>1</sup> Katedra Geologii Podstawowej, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; j\_szczygieł@tlen.pl.

<sup>2</sup> Instytut Nauk Geologicznych, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków; urszula.borowska@uj.edu.pl, piotr.jaglarz@uj.edu.pl.



**Ryc. 1.** Lokalizacja obszaru badań: **A** – obszar badań, na tle głównych jednostek tektonicznych Tatr (Bac-Moszaszwili i in., 1979); **B** – powierzchniowa budowa geologiczna obszaru badań (Piotrowska i in., 2008, zmienione) na tle DEM; I – autochton wierzchowy; II – płaszczowina Czerwonych Wierchów: jednostka Żdziarów, jednostka Organów; III – płaszczowina Giewontu; IV – płaszczowina regłowa dolna (kriżniańska); 1 – dolny trias; 2 – środkowy trias; 3 – bajos–baton: formacja wapieni ze Smolegowej (bajos), formacja wapieni z Krupianki (baton); 4 – kelowej–hoteryw: formacja wapieni z Raptawickiej Turni; 5 – barrem–apt: formacja wapieni z Wysokiej Turni; 6 – alb: formacja z Zabijaka; 7 – czwartorzęd

**Fig. 1.** Location of the studied area: **A** – study area, in relation to the main tectonic units of the Tatra Mts (Bac-Moszaszwili et al., 1979); **B** – surface geological structures of study area (Piotrowska et al., 2008; modified) on the background of DEM; I – High-Tatric Autochthon; II – Czerwone Wierchy Nappe: Żdziary Unit, Organy Unit; III – Giewont Nappe; IV – Lower Sub-Tatric (Kriżna) Nappe; 1 – Lower Triassic; 2 – Middle Triassic; 3 – Bajocian–Bathonian: Smolegowa Limestone Formation (Bajocian), Krupianka Limestone Formation (Bathonian); 4 – Callovian–Hauterivian: Raptawicka Turnia Limestone Formation; 5 – Barremian–Aptian: Wysoka Turnia Limestone Formation; 6 – Albanian: Zabijak Formation; 7 – Quaternary

skrzydła (Grochocka-Rečko, 1963; Kotański, 1963; Kostukow, 1963; Sieciarz, 1963). Na przekroju przez Ciemniak Bac-Moszaszwili i in. (1984) prezentują jednostkę Żdziarów jako bardzo stromą monoklinę, zapadającą ku N, rozbitą trzema uskokami. Bac-Moszaszwili & Nowicki (2006) jednostkę Żdziarów przedstawiają jako blok skał od triasu do kredy, leżący w pozycji odwróconej i zapadający stromo ku S, opisując ten element jako górne skrzydło synkliny Żdziarów.

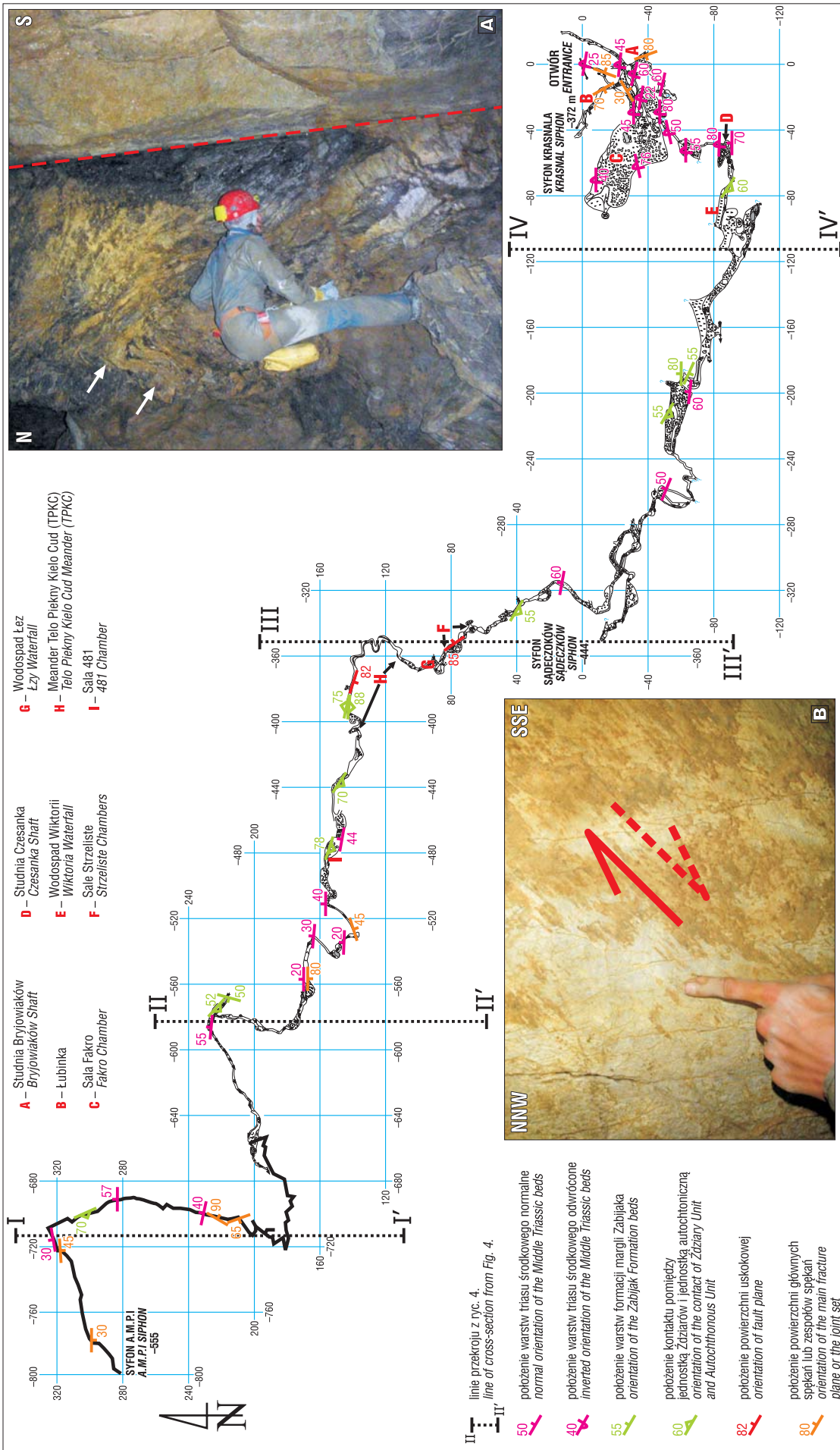
Grodzicki & Kardaś (1989) skonstruowali przekrój w oparciu o badania w Jaskini Marmurowej leżącej względem Jaskini Małej w Mułowej około 200 m ku NW. Jednostka Żdziarów na tym przekroju rozbita jest na cztery dupleksy, w których również warstwy zapadają ku S lub są w pozycji pionowej.

Geologia Jaskini Małej w Mułowej była opisana przez Bac-Moszaszwili & Nowickiego (2006). Opierali się jednak oni na badaniach powierzchniowych.

Wstępne i niepełne badania geologiczne z tej jaskini przedstawił Grodzicki (2008). O uwarunkowaniach strukturalnych rozwoju Sali Fakro i Studni Czesanki pisał Szczygieł (2013).

### CHARAKTERYSTYKA JASKINI MAŁEJ W MUŁOWEJ

Otwór Jaskini Małej w Mułowej usytuowany jest na wysokości 1757 m n.p.m. w wapieniach i dolomitach środkowotriasowych, należących do jednostki Żdziarów (ryc. 1B). Jaskinia ma 555 m głębokości, 3863 m długości i 850 m rozciągłości w poziomie. Znajdują się w niej dwa główne ciągi rozdzielające się na głębokości około 60 m. Jedne z partii mają charakter ciągu studni i sięgają głębokości 372 m (Syfon Krasnala; ryc. 2). Na głębokości około 200 m znajduje się największa w Tatrach sala jaskiniowa Fakro o przybliżonych wymiarach 85 × 35 × 90 m. Drugie partie do głębokości około 300 m również mają wertykalny styl,



**Fig. 2.** Plan strukturalny jaskini Małej w Mułowej: **A** – kontakt (czerwona przerywana linia) pomiędzy wapieniami i dolomitami triasu środkowego jednostki Żdziarów (po prawej), a łupkami marglistymi formacji z Zabijaka należącymi do autochtonu wierzchowego (po lewej), w łupkach widoczne są fałdy przyskokowe (białe strzałki), Sala 481; **B** – uskoki normalno-przesuwowe, prawoskrętne w bioklastycznych wapieniach formacji z Wysokiej Turni, należących do serii autochtonicznej (Sale Strzeliste)

**Fig. 2.** Structural plan of the Mała w Mułowej Cave: **A** – the contact between Middle Triassic limestone and dolomite of the Żdziary Unit (on the right) and marly shales of the Zabijak Formation belonging to the High-Tatric Autochthon (on the left), in shales minor folds are present (white arrows); 481 Chamber; **B** – dextral oblique-normal-slip fault in bioclastic limestones of the Wysoka Turnia Limestone Formation belonging to the autochthonous series (Strzeliste Chambers)

obejmując m.in. jedną z głębszych studni jaskiniowych w Tatrach – Studnię Czesankę (130 m głębokości). Dalej jaskinia zmienia charakter na kaskadowy i ciągnie się około 800 m ku WNW do głębokości 555 m (Antkiewicz & Lorczyk, 2010; ryc. 2).

### METODYKA

Badania terenowe w jaskini były przeprowadzone w dwóch głównych ciągach, od otworu do Syfonu Krasnala oraz do Syfonu A.M.P.I (ryc. 2) w sumie na 64 stanowiskach. W jaskini wykonano pomiary orientacji struktur (powierzchni uławicenia, spękań, uskoków, tektoglifów) oraz pobrano próbki w celu określenia wieku skał na podstawie obserwacji makroskopowych i mikrofacjalnych. W oparciu o dane pozyskane w jaskiniach opracowano plan strukturalny (ryc. 2), który z kolei posłużył do wykreślenia przekrojów geologicznych przez jaskinię. Wykonano również podstawową, geometryczną analizę strukturalną. Zebrane dane analizowano na podstawie diagramów konturowych (ryc. 3) w projekcji dolnej półkuli z wykorzystaniem oprogramowania SpheriStat.

### WYNIKI

Do głębokości około 300 m Jaskinia Mała w Mułowej rozwinęła się w cienko- i średnioławicowych wapieniach i dolomitach triasu środkowego, należących do jednostki Żdziarów. Pionowa część jaskini rozwinięta jest w synklinie otwartej ku N. Fałd ten ma geometrię pochylonej brachysynkliny o subhoryzontalnych osiach i płaszczyźnie osiowej zapadającej ku N pod kątem ok. 37°. W górnym skrzydle upad warstw wzrasta ku dołowi od 25° przy otworze do 80° w Sali Fakro. Warstwy zapadają ku S i SSW (ryc. 3A), tworząc wygięcia fałdowe niższego rzędu.

Upady północne warstwy przyjmują na rzędnych około 1525 m w części północnej jaskini i 1575 m w części południowej (ryc. 4). Warstwy dolnego skrzydła można obserwować aż do dna jaskini. Zapadają one pod kątem ok. 70° w Studni Czesanka, a poniżej rzędnej około 1350 m upady wahają się od 60 do 20°, tworząc szerokopromienne wygięcia niższego rzędu.

Na głębokości ~300 m, w płytszym ciągu w rejonie studni Bryjowiaków i Łubinki, środkowotriasowe wapie-

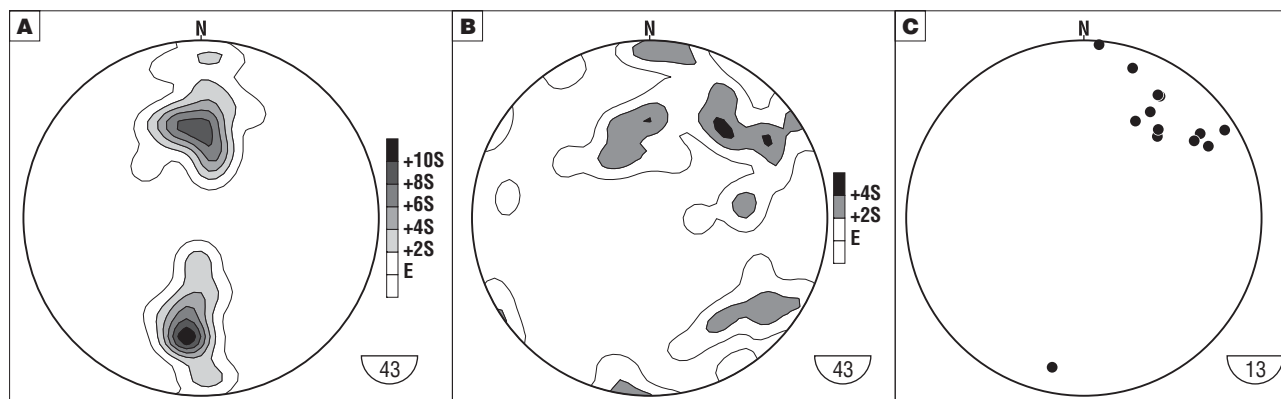
nie kontaktują z utworami triasu dolnego (Grodzicki, 2008).

W głębszym ciągu jaskini wapień środkowotriasowe jednostki Żdziarów kontaktują z mułowcami formacji margli z Zabijaka należącymi do autochtonu wierzchowego. Kontakt z łupkami pojawia się nad Wodospadem Wiktorii. Powierzchnia kontaktu zapada pod kątem od 52 do 83° ku SW i SSW. Łupki zalegają względem kontaktu konsekwentnie lub rzadziej subsekwentnie, lokalnie w strefie przy kontakcie można zaobserwować podgięcia przyuskokowe (ryc. 2A). W zachodniej części jaskini kontakt ma charakter jednej wyraźnej powierzchni (ryc. 2A). Wyjątek stanowi fragment jaskini między Syfonem Sądeczoków, a końcem meandru Telo Piekny Kielo Cud (TPKC), gdzie jaskinia skręca z WNW na NNW. W rejonie Sal Strzelistych jaskinia przechodzi w wapień bioklastyczne formacji wapieni z Wysokiej Turni. Dalej przy Wodospadzie Łez na niewielkim odcinku korytarz jaskini ponownie przechodzi przez utwory triasu środkowego, ale przy kontakcie z utworami triasu dolnego reprezentowanymi przez dolomity przelawicane pstryimi mułowcami dolomitycznymi (ryc. 4). Dalej ku północy meander TPKC rozwinął się w wapieniach formacji z Wysokiej Turni, by tuż za meandrem jaskinia na powrót przebiegała wzdłuż kontaktu wapieni środkowotriasowych z łupkami marglistymi albu.

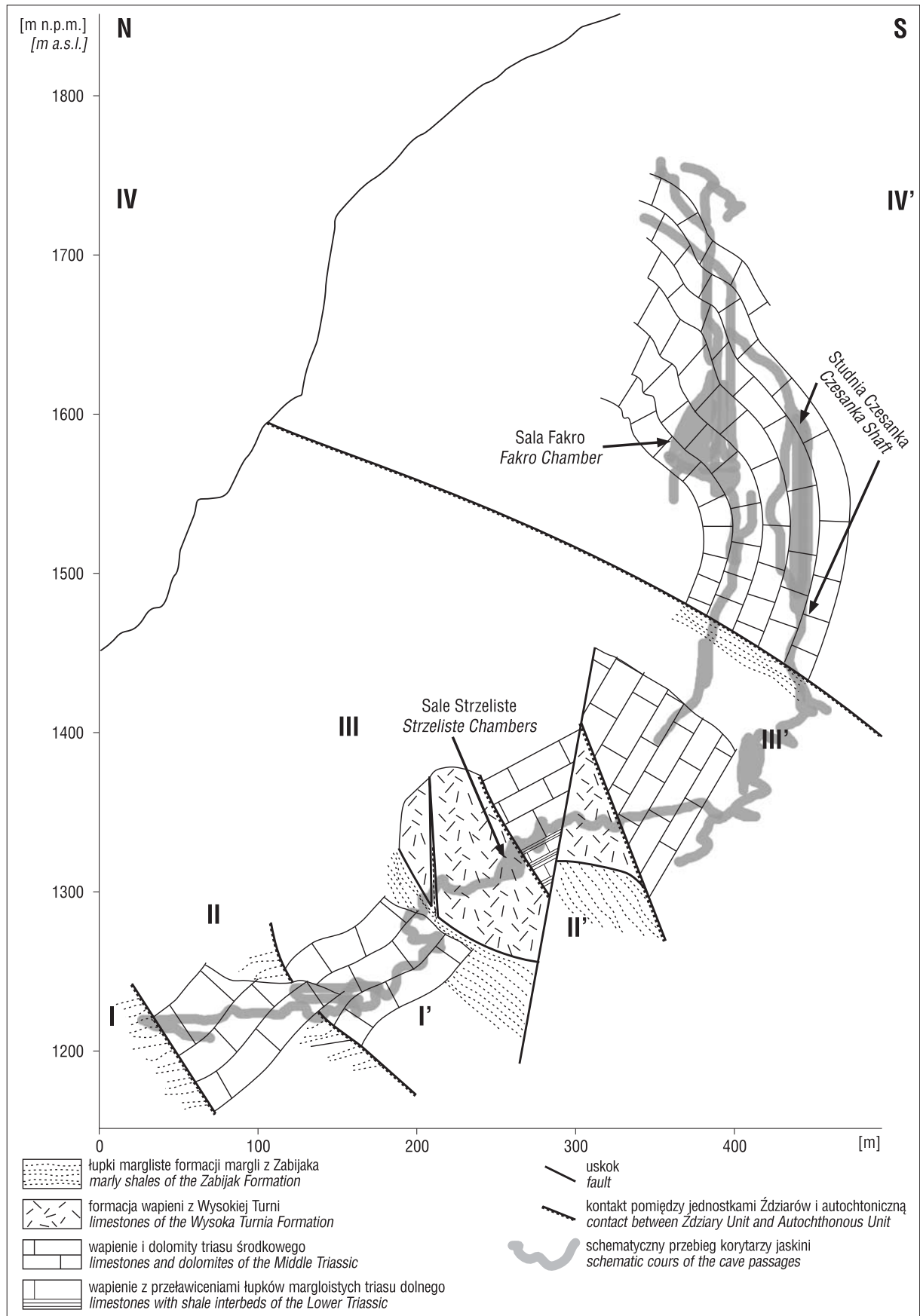
Wśród spękań dominują równoleżnikowe strome i bardzo strome spękania oraz w nieco mniejszym stopniu występujące strome spękania zapadające ku NW (ryc. 3B).

### DYSKUSJA

W rejonie Twardego Uplazu i Gładkiego Uplaziańskiego, a więc w niewielkiej odległości od linii przekrojów geologicznych prowadzonych przez Ciemniak, jednostka Żdziarów ma budowę synkinalną z w pełni wykształconymi dwoma skrzydłami. Fakt ten zaprzecza interpretacji Bac-Moszaszwili i in. (1984), Grodzickiego & Kardasia (1989) oraz Bac-Moszaszwili & Nowickiego (2006). Wynika z tego, iż najbardziej zbliżoną interpretacją danych powierzchniowych do opisanych powyżej danych wgłębnych jest przekrój Kotańskiego (1965). Przekrój ten wyjaśnia również obecność niewielkiego płata wapieni formacji z Wysokiej Turni (fWT). Skały te należą do autochtonicznej pokrywy osadowej i są rodzajem porwaka tektoniczne-



**Ryc. 3.** Diagramy konturowe: **A** – diagram konturowy warstw triasu środkowego w jaskini Małej w Mułowej; **B** – diagram konturowy spękań pomierzonych w jaskini Małej w Mułowej; **C** – diagram punktowy kontaktu jednostek Żdziarów i autochtonicznej  
**Fig. 3.** Contour plots: **A** – contour plot of Middle Triassic strata from the cave; **B** – Contour plot of fractures from Mała w Mułowej Cave; **C** – point plot of the contact between Żdziar and autochthonous units



**Ryc. 4.** Przekroje geologiczne przez Jaskinię Małą w Mułowej (Szczygieł, 2013); dane geologiczne nie są zrzutowane na jedną płaszczyznę, a ich lokalizacja odpowiada dokładnie liniom wyznaczonym na rycinie 2

**Fig. 4.** Geological cross-section of the Mała w Mułowej Cave (Szczygieł, 2013); geological data are not projected onto a single plane, and their location exactly corresponds to lines defined in Figure 2



**Ryc. 5.** Ciek wodny w żlebie nad Pisaną, wypływający w skałach albu jednostki autochtonicznej w pobliżu kontaktu ze skałami środkowotriasowymi jednostki Żdziarów; zdjęcie wykonano w lipcu, 6 dni po ostatnich opadach. Fot. J. Szczygieł

**Fig. 5.** The stream in the couloir above Pisana, outflow is located in the autochthonous Albanian rocks close to the contact with the Middle Triassic rocks of the Żdziary Unit; photograph was taken in July, six days after the last rainfall. Photo by J. Szczygieł

go. Takie struktury występują powszechnie wzdłuż kontaktu jednostek autochtonicznej i Czerwonych Wierchów (Kotański, 1965; Piotrowska i in., 2008; ryc. 1B). Jednak fragment kontaktu mogący odpowiadać temu z jaskini przykryty jest przez skały krystaliczne płaszczowiny Giewontu, uniemożliwia to weryfikację powierzchniową tej teorii. Dodatkowo utrudnia ją stosunkowo mały zasięg lateralny tych porwaków. Wapienie fWT w jednostce Żdziarów na badanym terenie widoczne są w Małej Świstówce (Szulczewski, 1963) i w Jaskini Marmurowej (Grodzicki & Kardaś, 1989). Potwierdzona, synkinalna budowa jednostki Żdziarów determinuje ograniczenie zasięgu wapieni fWT do podrzędnie zdyslokowanej strefy przegubowej tej synkliny. Obecność skał dolnego skrzydła synkliny również poniżej Meandru TPKC skłania do wniosku, iż wapienie fWT zalegają pomiędzy skałami triasu środkowego i albu, co jest dodatkowym argumentem za ich przynależnością do jednostki autochtonicznej.

Zdublowanie skał triasu środkowego i wapieni fWT oraz pojawienie się skał węglanowych triasu dolnego spowodowane jest zapewne – jak wynika z obserwacji tekto-

glifów – dyslokacją przebiegającą przez Sale Strzeliste o charakterze uskoku normalno-przesuwczego, prawoskrętnego (ryc. 2B).

Jako że kontakt zapada ku S, a jednocześnie skały triasu środkowego dochodzą do niego od południa (ryc. 2A), należy przyjąć interpretację Bac-Moszaszwili & Nowickiego (2006) o przecinaniu w tym miejscu przez korytarze jaskiniowe dyslokacji Organów i rozwinięcia dalszych partii jaskini już w jednostce Organów za niewłaściwą. Z zapadania kontaktu wynika, że jest to kontakt jednostki Żdziarów z jednostką autochtoniczną w południowej części „kliny” utworów albu, który rozdziela jednostki Żdziarów od Organów, a następnie dopiero wyżej przechodzi w dyslokację Organów. Fakt ten jednocześnie determinuje wykreślenie punktu, w którym klin przechodzi w dyslokację Organów na przekrojach przez Ciemniak na rzędnej nie niższej niż około 1500 m. Jeśli zatem ciek wodny płynący w dolnych partiach jaskini jest oddzielony od jednostki Organów nieprzepuszczalnymi łupkami kredowymi, niepewnym staje się przypuszczenie o migracji wód z jaskini Małej w Mułowej do systemu Lodowego Źródła, jak stwierdzili Bac-Moszaszwili & Nowicki (2006). Znane są przypadki przepływu wód krasowych wzdłuż nieciągłości przecinających skały niekrasowiejące (np. Solicki & Koisar, 1971; Rogalski 1984). Nie wyklucza to jednak możliwości, że ewentualnym punktem wypływu przynajmniej części wody z jaskini Małej w Mułowej mogą być

wywierzyska w żlebach nad Pisaną. Wypływ w rejonie kontaktu skał albu jednostki autochtonicznej ze skałami środkowo triasowymi jednostki Żdziarów zaobserwowano 6 dni po ostatnich opadach (ryc. 5). Najdłuższy zarejestrowany czas przepływu pomiędzy punktem iniekcji i wypływu wynosił 48 h dla wywierzyska Olczyńskiego (Dąbrowski & Głazek 1968) i 42 h dla wywierzyska Chochołowskiego (Solicki & Koisar, 1971). Mogłoby to wskazywać, że wspomniany ciek w żlebie nad Pisaną nie jest jedynie wynikiem opadów, a może być zasilany stałym przyplływem krasowym. Należałoby to jednak sprawdzić np. metodą barwienia lub regularnymi obserwacjami tego cieku.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Do najważniejszych wniosków niniejszych badań należą sprawy opisane poniżej.

1. Jednostka Żdziarów w rejonie Ciemniaka ma budowę pochylonej brachysynkliny z w pełni wykształconymi

dwoma skrzydłami, co jest zbliżone do interpretacji Kortańskiego (1965).

2. Jaskinia Mała w Mułowej jest drugim po masywie Żdzarów odsłonięciem dolnego skrzydła głównej synkliny jednostki Żdzarów.

3. Jaskinia Mała w Mułowej rozwinęła się w skałach triasu środkowego i podrzędnie w utworach węglanowych triasu dolnego jednostki Żdzarów oraz w łupkach marglistych formacji margli z Zabijaka i wapieniach formacji z Wysokiej Turni, należących do autochtonu wierzchowego.

Przedstawione wyniki wskazują na potrzebę wykonywania dalszych badań w innych jaskiniach tatrzańskich. Brak ekstrapolacji wyników z opisywanej jaskini na cały masyw Ciemniaka podyktowany jest chęcią przedstawienia w przyszłości wglębnej budowy geologicznej tego obszaru w oparciu o dane z większej liczby jaskiń, które nie były dotychczas obiektem badań.

Dziękujemy Markowi Lorczykowi za oprowadzenie po jaskini i udostępnienie materiałów kartograficznych, jak również dyrekcji Tatrzańskiego Parku Narodowego za umożliwienie badań na terenie parku. Badania zostały sfinansowane dzięki „dotacji dla młodych badaczy” Uniwersytetu Śląskiego dla Jacka Szczygła. Autorzy dziękują Jerzemu Grodzickiemu za recenzję, która pomogła wzbogacić treść artykułu.

## LITERATURA

- ANTKIEWICZ A. & LORCZYK M. 2010 – Jaskinia Mała w Mułowej. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/jaskinie>.
- BAC-MOSZASZWILI M., BURCHART J., GŁAZEK J., IWANOW A., JAROSZEWSKI W., KOTAŃSKI Z., LEFELD J., MASTELLA L., OZIMKOWSKI W., RONIEWICZ P., SKUPIŃSKI A. & WESTWALIWICZ-MOGILSKA E. 1979 – Mapa geologiczna Tatr Polskich 1 : 30 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- BAC-MOSZASZWILI M., JAROSZEWSKI W. & PASSENDORFER E. 1984 – W sprawie tektoniki Czerwonych Wierchów i Giewontu. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 52: 67–88.
- BAC-MOSZASZWILI M. & NOWICKI T. 2006 – Uwagi o rozwoju jaskiń w strukturze płaszczowinowej Czerwonych Wierchów w Tatrach. *Prz. Geol.*, 54: 56–60.
- DĄBROWSKI T., & GŁAZEK J. 1968 – Badania przepływów krasowych we wschodniej części Tatr Polskich. *Speleologia*, 3:85–98.
- GROCHOCKA-REČKO K. 1963 – Budowa geologiczna Wyżniej Świstówki. *Acta Geol. Pol.*, 13: 240–270.
- GRODZICKI J. 1978 – Nowe elementy strukturalne jednostki Organów między Doliną Kościeliską i Doliną Miętusią. *Kras i Speleologia*, 2: 77–81.
- GRODZICKI J. 2008 – Uwagi o rozwoju jaskiń w strukturze płaszczowinowej Czerwonych Wierchów w Tatrach – czyli jak fabrykować fakty, by potwierdzić wyznawaną teorię. [W:] Szelerewicz M., Urban J. & Polonius A. (red.) *Materiały 42. Sympozjum Speleologicznego*, 24–26.10.2008. Wyd. Sekcja Speleologiczna PTP im. Kopernika, IOP PAN, Kraków: 57–60.
- GRODZICKI J. & KARDAŚ R. 1989 – Tektonika masywu Czerwonych Wierchów w świetle obserwacji z jaskiń. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 59: 275–293.
- HERCMAN H. 1989 – Z geologii Jaskini Magurskiej w Tatrach. *Kras i Speleologia*, 6: 79–84.
- JĄGLARZ P. & RYCHLIŃSKI T. 2010 – Uwagi do nomenklatury skał węglanowych triasu tatrzańskiego. *Prz. Geol.*, 58: 327–334.
- KOSTIUKOW J. 1963 – Zdjęcie geologiczne Wielkiej Świstówki oraz Kotła Mułowego i Litworowego. *Acta Geol. Pol.*, 13: 223–238.
- KOTAŃSKI Z. 1961 – Tektogeneza i rekonstrukcja paleogeografii pasma wierzchowego w Tatrach. *Acta Geol. Pol.*, 11: 187–396.
- KOTAŃSKI Z. 1963 – Nowe elementy budowy masywu Czerwonych Wierchów. *Acta Geol. Pol.*, 13: 149–181.
- KOTAŃSKI Z. 1965 – Przekrój geologiczny wschodniego zbocza Doliny Kościeliskiej w Tatrach w historycznym rozwoju. *Acta Geol. Pol.*, 15: 257–322.
- LEFELD J., GAŹDZICKI A., IWANOW A., KRAJEWSKI K. & WÓJCIK K. 1985 – Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Tatra Mountains. *Studia Geol. Pol.*, 84: 1–93.
- PIOTROWSKA K., CYMERMAN Z. & RĄCZKOWSKI W. 2008 – Szczegółowa mapa geologiczna Tatr w skali 1 : 10 000, ark. Czerwone Wierchy – mapa geologiczna powierzchniowa. Centralna Baza Danych Geologicznych.
- PIOTROWSKI J. 1978 – Charakterystyka mezostrukturalna głównych jednostek tektonicznych Tatr w przekroju Doliny Kościeliskiej. *Studia Geol. Pol.*, 55: 7–89.
- RABOWSKI F. 1959 – Serie wierzchowe w Tatrach Zachodnich. *Pr. Inst. Geol.*, 27: 1–166.
- ROGAŁSKI R. 1984 – Badania znacznikowe przepływów podziemnych w Dolinie Chochołowskiej w Polskich Tatrach Zachodnich, *Prz. Geol.*, 32: 223–225.
- SIECIARZ K. 1963 – Budowa geologiczna wschodniego zbocza Kopy Kondrackiej. *Prz. Geol.*, 13: 271–289.
- SOLICKI T. & KOISAR B. 1973 – Zagadka Wywierzyska Chochołowskiego, *Taternik*, 49: 30–31.
- SZCZYGIEŁ J. 2011 – Geologia Jaskini Studnia w Kazalnicy w Tatrach Zachodnich. *Acta Geogr. Silesiana*, 1: 73–77.
- SZCZYGIEŁ J. 2012 – Wglębna budowa geologiczna górnej części Wąwozu Kraków w świetle badań Jaskini Wysokiej – Za Siedmiu Progam, Tatr Zachodnie. *Prz. Geol.*, 60: 232–238.
- SZCZYGIEŁ J. 2013 – The role of fold-and-thrust structure in the large shafts and chambers development: case study of the Polish Tatra Mts. [W:] Filippi M., Bosak P. (red.) *Proceedings of 16<sup>th</sup> International Congress of Speleology*, 3: 137–143.
- SZULCZEWSKI M. 1963 – Budowa geologiczna Małej Świstówki. *Acta Geol. Pol.*, 13: 199–216.
- WÓJCIK Z. 1957 – Uwagi w sprawie geologii Jaskini Magurskiej. *Prz. Geol.*, 4: 186.

Praca wpłynęła do redakcji 5.08.2013 r.

Akceptowano do druku 24.10.2013 r.

PRZEGLĄD

# GEOLOGICZNY



Cena 12,60 zł (w tym 5% VAT)

TOM 62 Nr 7 (LIPIEC) 2014

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

**Mikrosonda jonowa  
SHRIMP IIe/MC**

**Cechy fizykochemiczne  
źródeł Szreniawy**

**Zarządzanie przestrzenią  
– dolina środkowej Odry**

**Geologia Masywu Ciemniaka  
(Tatry Zachodnie)**



**Zdjęcie na okładce:** Bardzo stromo zapadające wapienie i dolomity triasu środkowego w dolnym skrzydle synkliny Żdziarów, w pobliżu jej przegubu (Masyw Żdziarów, zachodnie zbocza Czerwonych Wierchów, Tatry) (zob. Szczygieł i in., str. 349). Fot. J. Szczygieł

**Cover photo:** Steeply dipping strata of the Middle Triassic limestone and dolomite located in the lower limb of the Żdziary Syncline, close to the hinge (Żdziary Massif, western side of Czerwone Wierchy, Tatra Mts.) (see Szczygieł et al., p. 349). Photo by J. Szczygieł