

Uwagi o rozwoju jaskiń w strukturze płaszczwinowej Czerwonych Wierchów w Tatrach

Maria Bac-Moszaszwili*, Tomasz Nowicki***



M. Bac-Moszaszwili T. Nowicki

Remarks on caves development in the Czerwone Wierchy Nappe in the Tatra Mts. Prz. Geol., 54: 56–60.

Summary. The Czerwone Wierchy Nappe is the main part of the Czerwone Wierchy Massif (Fig. 1). Several big cave systems are developed in this structural unit, e.g., Wielka Śnieżna Cave System, Kozia, Ptasia, Mała w Mułowej and a lot of smaller caves. Cross-section I (Fig. 1) presents two main parts of Czerwone Wierchy Nappe — Organy and Żdziary units which are separated by the Organy Dislocation. Similar structure is characteristic for whole Czerwone Wierchy Nappe (Kotański, 1963). The abundance of caves near Organy fault is a result of intensive tectonic processes in this area (see Fig. 4, cross-section II) what is visible at the western slope of the Miętusia Valley. Further to the east (Fig. 1), so far scientists (Kotański, 1961; Grodzicki & Kardaś, 1989) suggested that whole the Wielka Śnieżna Cave System is developed within the Żdziary Unit. Our geological

cross-sections of the upper part of Miętusia Valley, (based on Grochocka-Rečko, 1963) show that only upper, vertical parts of Wielka Śnieżna and Śnieżna Studnia caves are developed in the Żdziary Unit, similarly as the upper, vertical part of the Mała Cave. Lower parts of cave systems are related to the Organy Dislocation and the Organy Unit. It seems that geological structure of the Czerwone Wierchy Massif is a dominant factor controlling the cave passages development. As a results of geological structure, the main path of water flow, at the level ca. 1000 m a.s.l., from lower parts of Wielka Śnieżna Cave in Miętusia Valley towards Lodowe Źródło in Kościeliska Valley developed solely along Middle Triassic layers in a latitudinal fold turn of the Organy Unit (Mała Łąka Fold, Kotański, 1961).

Key words: Karst development, geological structures, Tatra Mts.

Problemy związane z geologią i jaskiniami masywu Czerwonych Wierchów były już tematem wcześniejszych prac autorów (Bac & Grochocka, 1965; Bac-Moszaszwili i in., 1984; Bac-Moszaszwili & Jaroszewski, 1991; Nowicki, 2003). Omawiano w nich m.in. zagadnienia związane z wynikami badań geologicznych w tych jaskiniach i ich interpretacją tektoniczną. Zwrócono uwagę na wątpliwości, jakie nasuwają wyniki opracowań, w niedostatecznym stopniu wiązanych z istniejącym szczegółowym, powierzchniowym zdjęciem geologicznym (Grodzicki, 1978; Grodzicki & Kardaś, 1989). Mimo szczególnej możliwości uzyskiwania danych, dotyczących głębszej budowy Czerwonych Wierchów, w związku z istnieniem w tym masywie wielu głębokich jaskiń, obserwacje geologiczne, poza opisami zamieszczonymi w pracach Grodzickiego, prawie nie były dokonywane. Wykonano natomiast znaczną liczbę dokładnych pomiarów przebiegu korytarzy jaskiniowych (Grodzicki, 1999, 2002). Ich konfrontacja z istniejącym szczegółowym powierzchniowym zdjęciem geologicznym (Rabowski, 1959; Grochocka-Rečko, 1963; Kostiukow, 1963; Szulczewski, 1963; Bac & Grochocka, 1965), skłoniła autorów do kontynuacji rozważań na temat interpretacji głębszej budowy masywu Czerwonych Wierchów. Biorąc pod uwagę wszystkie istniejące materiały geologiczne, autorzy chcieli zaprezentować swoje spojrzenie, na związek pomiędzy rozwojem systemu krasowego Lodowego Źródła i budową geologiczną płaszczwin Czerwonych Wierchów.

Budowa geologiczna

Płaszczwin Czerwonych Wierchów buduje większą część masywu Czerwonych Wierchów w Tatrach. W jej skałach rozwinęły się wielkie tatrzańskie jaskinie: Wielka Śnieżna, Śnieżna Studnia, Kozia, Ptasia i Mała w Mułowej, a także wiele mniejszych jaskiń (ryc. 1). Płaszczwinę

tworzy zespół skał mezozoicznych kilkusetmetrowej miąższości od dolnego triasu do kredy.

W znacznym uproszczeniu profil skał mezozoicznych płaszczwin (formacje wieku jurajskiego i kredowego wg Lefeld i in., 1985) składa się z:

1. Warstw myophoriowych dolnego triasu — ciemnych wapieni i dolomitów z czarnymi łupkami kampil.

2. Wapieni i dolomitów środkowego triasu (warstwy z Gutenstein). W znacznej części płaszczwin znajdują się tylko warstwy niższej jego części — anizyku. Są to w dolnej części wapień piaszczyste (cukrowate), a w wyższej bioturbidyty (wapień robaczkowe), z wkładkami dolomitów. W części płaszczwin nad Doliną Kościeliską jest także wyższy anizyk w postaci masywnych wapieni organodetrytycznych. Miąższość zespołu warstw środkowego triasu jest bardzo zmienna; w rejonie Małej Świstówki wynosi ona poniżej 150 m, w Małej Łące — ponad 450 m.

3. Wapieni jury środkowej. Bez niezgodności kątowej na warstwach środkowego triasu zalegają wapienne osady jury środkowej. Na ogół najniżej leżą wapień krynoidowe bajosu (formacja wapieni ze Smolegowej) o zmiennej miąższości. Występują one też w postaci żył klastycznych w wapieniach triasowych. Również czerwone wapień batonu (formacja wapienia z Krupianki) występują w wypełnieniach zagłębień w starszych skałach i żyłach klastycznych.

4. Masywnych wapieni formacji z Raptawickiej Turni, wieku od środkowej jury do dolnego aptu, w niższej części różowe i zielonkawe, bulaste, wyżej masywne wapień rafowe „malmo-neokomu”. Miąższość 70–100 m.

5. Organodetrytycznych, masywnych wapieni urgonu (formacja z Wysokiej Turni), miąższość do 50 m (barrem, apt).

6. Formacji margli z Zabijaka, alb — ciemne, zielonkawe łupki margliste albu-cenomanu o znacznej miąższości. W ich spągu są widoczne organodetrytyczne wapień z glaukonitem i konkrecjami fosforytowymi.

Tylko najniższe dolnotriasowe warstwy czarnych łupków (kampil) i najwyższe warstwy łupkowatych margli wieku kredowego (alb), są skałami niekrasowiejącymi. Pozostała, zasadniczą część profilu stanowią skały węglanowe z przewagą wapieni.

*Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; tnowicki@twarda.pan.pl

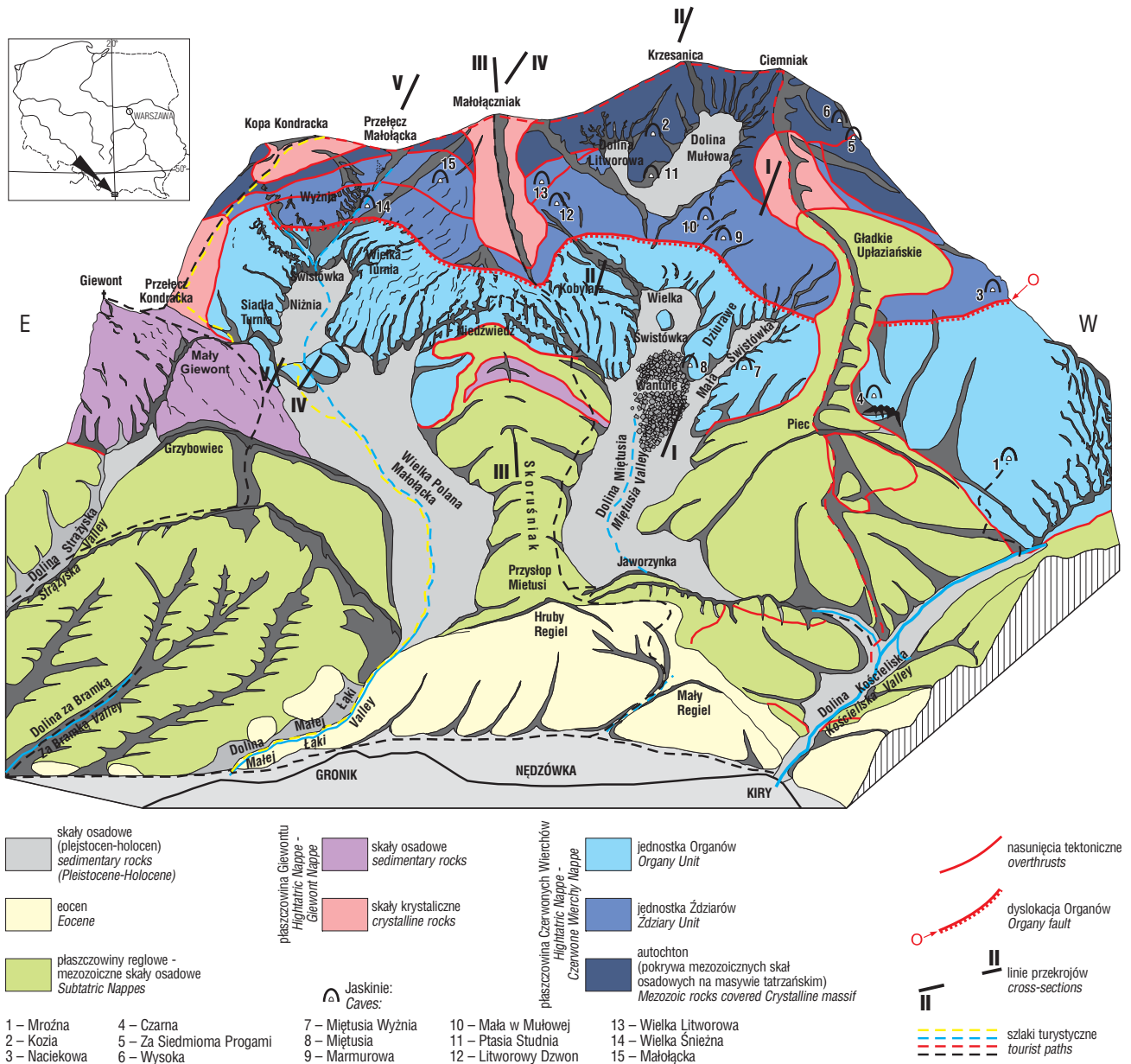
**Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; tomasz.nowicki@pgi.gov.pl

Płaszczyzna Czerwonych Wierchów składa się z dwóch dużych jednostek — większej północnej — Organów i mniejszej południowej — Żdzarów, rozdzielonych dyslokacją Organów, ciągnącą się równoleżnikowo wzdłuż całej płaszczowiny, od Doliny Kościeliskiej do Doliny Małej Łąki (Kotański, 1963). Na powierzchni ten podział płaszczowiny najlepiej jest widoczny na wschodnim zboczu Doliny Kościeliskiej (Bac & Grochocka, 1965), patrz — ryc. 2, str. 87. Dyslokacja Organów, której w wielu miejscach towarzyszą złuskiwania i silne rozbitcie blokowe w przylegających częściach obu jednostek (Grochocka-Rećko, 1963; Kostiukow, 1963), wiąże się z późnym etapem tektonogenezy, w którym nasunięta już płaszczowina deformowała się pod naciskiem przesuwających się nad nią wyższych mas płaszczowinowych. Po rozdzieleniu płaszczowiny na dwie części, południowa jednostka Żdzarów uległa rotacji i wciśnięciu w podścielającą ją masę kredowych margli pokrywy autochtonicznej masywu tatrzańskiego. Przemawia za tym

widoczne w bloku Żdzarów nad Doliną Kościeliską wygasanie ku spagowi jednostki przecinających ją uskokuw świadczące także o kompaktacji pod wpływem rozpuszczania pod ciśnieniem (Jaroszewski, 1981).

Jaskinie w rejonie dyslokacji Organów

Znaczne stektonizowanie obu jednostek w strefie dyslokacji Organów powoduje, że z nią właśnie wiąże się większa część jaskiń powstałych w płaszczynie Czerwonych Wierchów. Na zachodnim zboczu Doliny Miętusiej strefa dyslokacyjna Organów biegnie początkowo w ścianie Małej Świsłówki, a następnie górnej części progu Wielkiej Świsłówki, na lewym zboczu Doliny Miętusiej w skałkach Turni nad Dziurawem i Kazalnicy Miętusiej (Szulczewski, 1963; Kotański, 1963). Na ryc. 3, na szkic tego zbocza, wykonany przez Kardasia ([W:] Grodzicki, 1999), zostały naniesione deformacje tektoniczne



Ryc. 1. Budowa geologiczna Czerwonych Wierchów wg Bac-Moszaszwili i Gąsienicy-Szostak (1990) ze schematyczną lokalizacją jaskiń; skala 1 : 30 000

Fig. 1. General geological structure and important caves in the Czerwone Wierchy Massif after Bac-Moszaszwili and Gąsienica-Szostak (1990); 1 : 30,000 scale

typu łusek występujące w obrębie dyslokacji Organów. Autorzy posłużyli się publikacjami Kostiukowa (1963), Szulczewskiego (1963), a także danymi Kardasia i Luty ([W:] Grodzicki, 1999), dotyczącymi rodzajów skał w przyotworowych częściach opisywanych stąd jaskiń. Strefa dyslokacji Organów jest tu złuskowana i silnie zbrekczowana. W rejonie tym, obecnych Turni nad Dziurawem, w plejstocenie nastąpiła bardzo znaczna dezintegracja mrozowa spękanych skał. Nastąpił wówczas obryw wielkiej masy skalnej, która zsunęła się po zboczu Dziurawego, tworząc blokowisko Wantuli (morena powierzchniowa pochodzenia obrywowego — Klimaszewski, 1988).

W najwyższej części skałek, widocznych na ryc. 3 znajduje się pionowa jaskinia Marmurowa, rozpoczynająca się głęboką studnią. Jej geologia została opisana przez Grodzickiego i Kardasia (1989). Znajduje się tam odwrócona i złuskowana seria skał od triasu do kredy jednostki Żdziarów, sąsiadująca z dyslokacją Organów (Kotański, 1963). Obok podobną studnię tworzą najwyższe partie niedawno odkrytej Jaskini Małej (Antkiewicz, 2004). Nie są nam znane bezpośrednio obserwacje geologiczne z tej jaskini, ale niewątpliwie jej górna, pionowa część powstała, podobnie jak jaskinia Marmurowa, w złuskowanym zespole odwróconych warstw wapieni triasu, jury i kredy jednostki Żdziarów przy jej kontakcie z dyslokacją Organów (ryc. 4, przekrój I). Ponad zespołem korytarzy nazwanym „Czarnym Łądem”, ok. 1450 m n.p.m., według opisu odkrywców (Antkiewicz, 2004), pojawiają się czarne łupki. Są to niewątpliwie łupki dolnotriasowe, co świadczyłoby o przecinaniu w tym miejscu przez korytarze jaskiniowe dyslokacji Organów (ryc. 4, przekrój I). Niższe partie jaskini mogą natomiast wiązać się ze spagową częścią płaszczowiny Czerwonych Wierchów na jej kontakcie z niekrasowiejącymi skałami podłoża; stąd najprawdopodobniej w jaskini bierze się obecność na tym poziomie podziemnego ciekłu (rzeka „Nil” Antkiewicz, 2004).

Dalej ku wschodowi, w Kozim Grzbiecie schodzącym ku północy ze szczytu Krzesanicy (ryc. 4, przekrój II) dyslokacja Organów przebiega dość płasko, odsłaniając się w górnej części progu Wielkiej Świstówki (Bac i in., 1984). W silnie stektonizowanej jednostce Żdziarów znajduje się rozgałęziony system Jaskini Koziej (Grodzicki & Kardaś, 1989). Natomiast górną część jednostki Organów w strefie dyslokacji Organów przecina Jaskinia Ptasia, której geologia również została opisana przez Grodzickiego i Kardasia (1989).

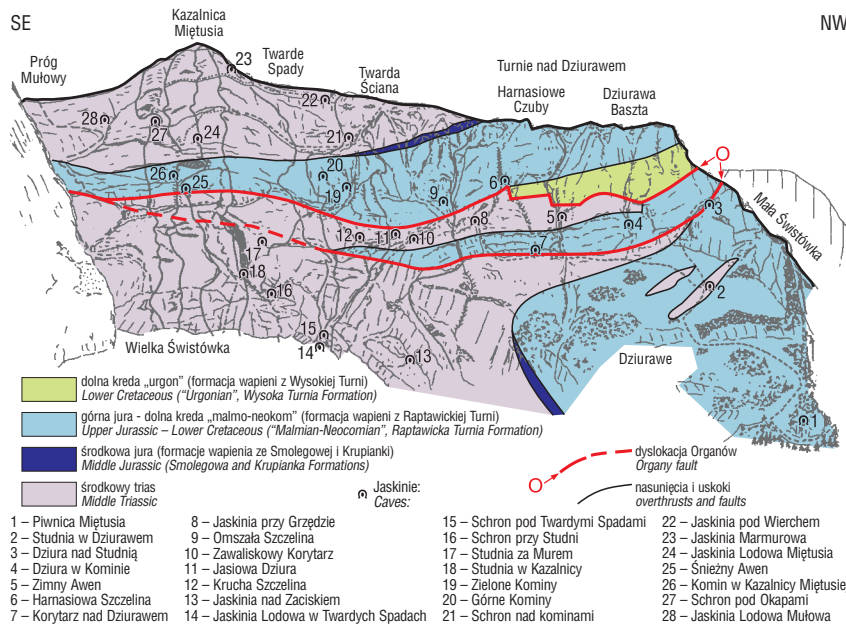
Przekrój geologiczny przez grzbiet Małołączniaka (ryc. 4, przekrój III) był wcześniej konstruowany przez Kotańskiego (1961), a także Grodzickiego i Kardasia (1989). Południowa jego część została przez nas narysowana według tych ostatnich autorów, którzy wykonali obserwacje geologiczne w Jaskini Wielkiej Litworowej w Kotle Litworowym. Jak jest to widoczne na przekroju (ryc. 4, przekrój III), jaskinia nie znajduje się w obrębie skał należących do płaszczowiny Czerwonych Wierchów, lecz w górnej części synklijinalnej struktury w obrębie pokrywy osadowej masywu Tatr (autochtonu), nazwanej przez Kotańskiego (1963) parautochtonicznym fałdem Stołów. Ta sama struktura jest widoczna w obrębie kredy Hali Pisanej (synklina Pisanej), natomiast w Kotle Litworowym obejmuje ona także warstwy jury i triasu, dla których Grodzicki i Kardaś (1989) przyjęli nazwę „jednostki Wielkiej Litworowej”. Zarówno Kotański (1963), jak i Grodzicki z Kardasiem (1989) na tym samym przekroju przez Małołączniak zamieszczają obserwacje geologiczne wykonane w odkrytym w 1959 r. systemie krasowym Wielkiej Śnieżnej (Rudnicki, 1961). Przyjmują oni, że jaskinia przebiega początkowo w skałach środkowego triasu, później zaś dolnego triasu jednostki Żdziarów aż do głębokości poniżej 1100 m n.p.m.

Obecnie, kiedy dla systemu krasowego Wielkiej Śnieżnej–Lodowej Litworowej wykonano dokładny przestrzenny plan (Bartoszewski, 2000), po jego umieszczeniu w odpowiedniej części Doliny Małej Łąki okazuje się, że nie można go w całości przedstawiać na jednym przekroju geologicznym. Wynika to z szybko zmieniającej się budowy geologicznej i skręcania dyslokacji Organów w dolinie Małej Łąki ku południowemu-wschodowi, pod Kopę Kondracką. Widoczne na blokdigramie ryc. 1 otwory Wielkiej Śnieżnej i Lodowej Litworowej są oddalone od siebie o kilkadziesiąt metrów. Posługując się materiałami z pracy Grochockiej-Rečko (1963) i zestawiając je z planem systemu jaskiniowego Wielkiej Śnieżnej (Grodzicki, 2002; Bartoszewski, 2000), autorzy wykonali jeszcze dwa przekroje geologiczne: jeden przez szczyt Małołączniaka — jaskinię Śnieżną Studnię–Niżną Świstówkę (IV), drugi przez przełęcz Małołączną–Wielką Śnieżną–Niżną Świstówkę (V).

W Dolinie Małej Łąki dolny otwór jaskini Wielkiej Śnieżnej znajduje się kilkadziesiąt metrów nad dyslokacją Organów. Pionowe studnie górnej części jaskini wykształcone w skałach środkowego triasu jednostki Żdziarów na poziomie ok. 1400 m n.p.m. dochodzą do wielkiej stromej szczeliny równoległej do warstw (Grodzicki, 2002). Z zestawienia planu jaskini z powierzchniowym opracowaniem geologii rejonu Wyżniej Świstówki (Grochocka-Rečko, 1963) wynika jednoznacznie, że szczelina ta, wzdłuż której rozwinął się poziomy korytarz „Wodociąg”, wiąże się z dyslokacją Organów. Niższa część jaskini, opadająca stromo w dół ku południowi (na głęb. między 1400 i 1100 m n.p.m.) jest rozwinięta w obrębie skał dolnotriasowych i jest również zbieżna z kierunkiem dyslokacji Organów. Najprawdopodobniej przebiega ona już w jednostce Organów, wykorzystując jej spagową, dolnotriasową część (ryc. 5, przekrój V). Białe wapienie, także obserwowane w tej strefie są już prawdopodobnie związane z najwyższą stratygraficznie częścią jednostki Żdziarów (malmo-neokom lub urgon). Są one wciśnięte blokowo w warstwy dolnotriasowe w strefie dyslokacji Organów. Z podobną sytuacją, w tej strefie dyslokacyjnej, mamy do czynienia na zboczu Małołączniaka nad Wyżnią Świstówką (Grochocka-Rečko, 1963). Wiązanie w dotychczasowych interpretacjach (Kotański, 1961; Grodzicki & Kardaś, 1989) skał dolnotriasowych w tej jaskini z jednostką Żdziarów wynikało, naszym zdaniem, z nanoszenia planu jaskini na przekrój geologiczny wschodniego zbocza Kotła Litworowego, a nie Wyżniej Świstówki, a także z wcześniejszych, niezbyt precyzyjnych pomiarów przebiegu korytarzy w systemie Wielkiej Śnieżnej.

Ze Śnieżnej Studni nie są nam znane obserwacje geologiczne. Przekrój IV na ryc. 5 jest efektem połączenia powierzchniowego zdjęcia geologicznego Grochockiej-Rečko (1963) z planem jaskini. Podobnie jak w Wielkiej Śnieżnej górna pionowa studnia znajduje się w jednostce Żdziarów i na głęb. ok. 1300 m n.p.m. prawdopodobnie dochodzi do dyslokacji Organów; w tym miejscu bowiem rozwija się wielki poziomy korytarz, podobnie jak „Wodociąg” w Wielkiej Śnieżnej. I tutaj niższa część jaskini prawdopodobnie rozwija się już w jednostce Organów.

Na schematycznej mapce (ryc. 5) przedstawiono linie przekroju przez grzbiet Małołączniaka (III), przez szczyt Małołączniaka–Śnieżną Studnię–Niżną Świstówkę (IV) i przez Przełęcz Małołączną–Wielką Śnieżną–Niżną Świstówkę (V). Wrysowano też ukośny przebieg dyslokacji Organów w tym miejscu. Obok został pokazany schematyczny plan części systemu Wielkiej Śnieżnej znajdujących się w sąsiedztwie tych przekrojów. Przebieg dyslokacji na obu przekrojach

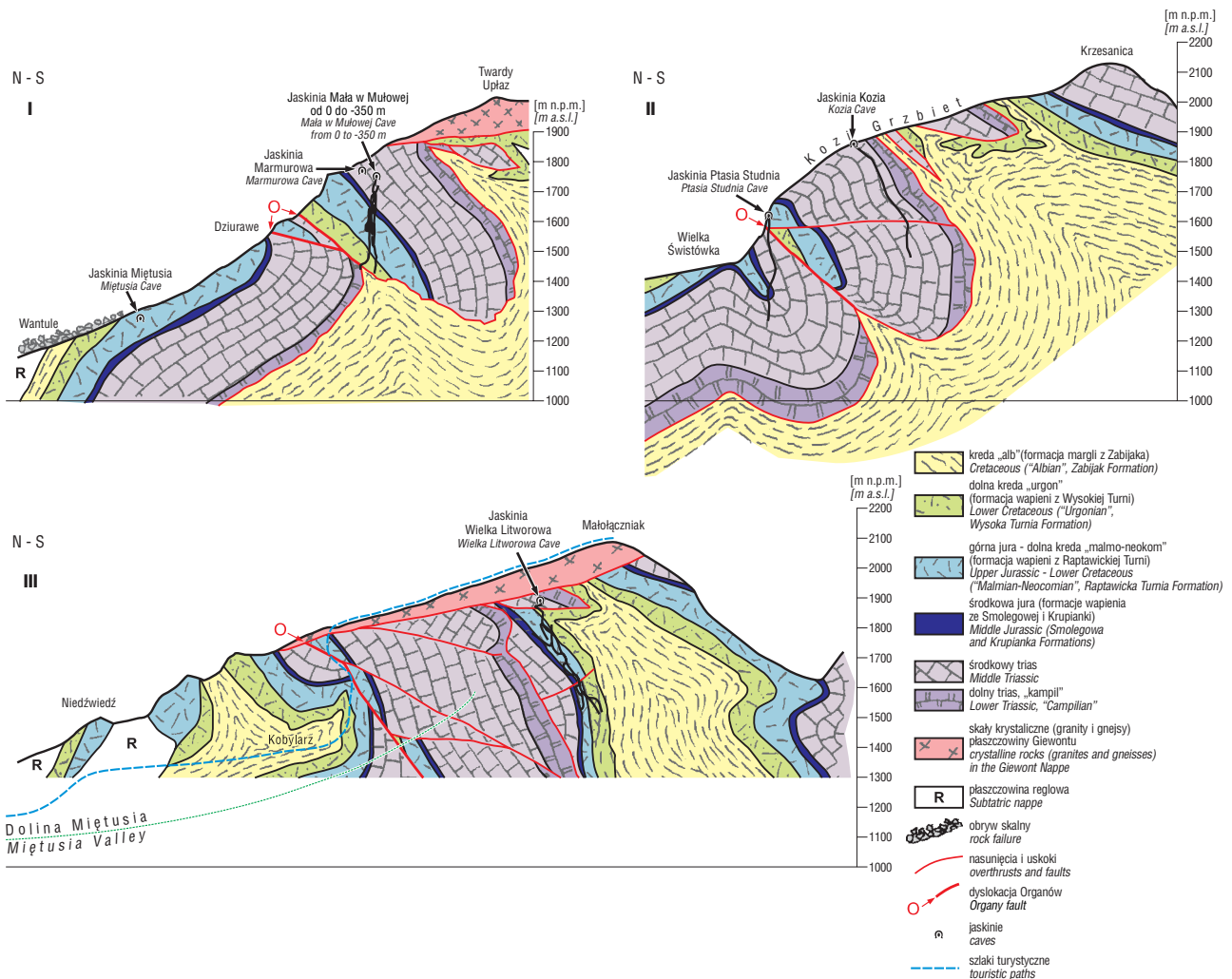


przedstawiono według materiałów z pracy Grochockiej-Rećko (1963).

Ze schematu wynika, że w tych wielkich jaskiniach pionowe studnie i obszerne sale ich górnych części znajdują się w jednostce Żdziarów (gdzie przevažają warstwy stromo stojące, a litologicznie oprócz warstwowanych wapieni i dolomitów środkowego triasu także masywne wapienie jury i kredy). Zdaniem autorów, że strefą dyslokacji Organów mogą się wiązać korytarze biegnące wzdłuż rozciągłości dyslokacji — poziome, ale także strome. Odcinki dolne, gdzie dominują łagodniej pochyłone i poziome zespoły korytarzy, często równoleżnikowe, przebiegałyby już w jednostce Organów (w jej części południowej, zbudowanej z warstw środkowotriasowych, tworzących równoleżnikowy skręt fałdowy).

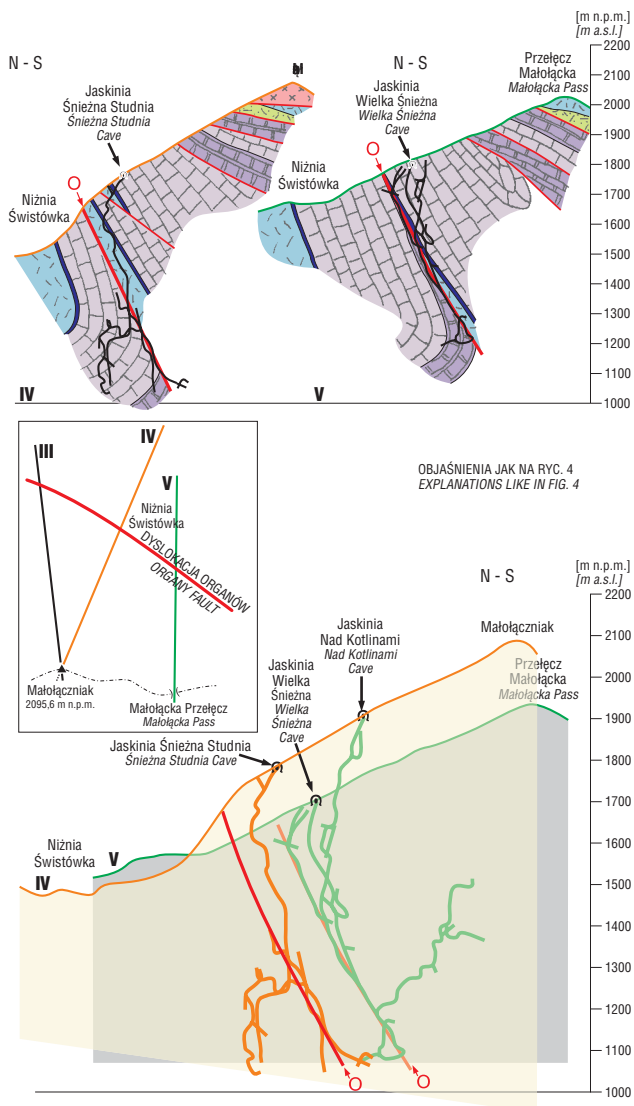
Ryc. 3. Budowa geologiczna i rozmieszczenie otworów jaskiń zachodniego zbocza Doliny Miętusiej

Fig. 3. Geological structure and distribution of caves of the western slope of the Miętusia Valley



Ryc. 4. Przekroje geologiczne Twardy Uplaz–Wantule (I), Krzesanica–Dolina Miętusia (II) wzdłuż grzbieta Małolączniaka (III) (lokalizacja przekrojów na ryc. 1)

Fig. 4. Geological cross-sections of the Czerwone Wierchy Massif: Twardy Uplaz–Wantule (I), Krzesanica–Miętusia Valley (II) and along Małolączniak crest (III) (location of cross-sections is shown in the fig. 1)



Ryc. 5. Przekroje geologiczne: IV — Małolącki–Niżnia Świstówka, V — Przełęcz Małolącka–Niżnia Świstówka, ze schematyczną lokalizacją przekrojów III, IV i V; zestawienie przekrojów IV i V. Objasnienia na ryc. 4

Fig. 5. Geological cross-sections Małolącki–Niżnia Świstówka (IV) and Małolącki Pass–Niżnia Świstówka (V) with the schematic location of the cross-sections III, IV and V; compiled cross sections IV i V. Explanation on fig. 4

Wnioski

Z przeprowadzonych analiz wynika, że budowa geologiczna płaszczowiny Czerwonych Wierchów miała decydujący wpływ na powstanie największego w Polsce systemu krasowego — Systemu Lodowego Źródła. Szczególną rolę w rozwoju systemu krasowego mogła tu odgrywać silnie stektonizowana strefa dyslokacji Organów, dzieląca płaszczowinę na dwie duże jednostki tektoniczne. Analizując budowę geologiczną płaszczowiny na kolejnych przekrojach geologicznych masywu Czerwonych Wierchów doszliśmy do wniosku, że odpływ wód krasowych z Doliny Małej Łąki na poziomie ok. 1000 m n.p.m. do Lodowego Źródła w Dolinie Kościeliskiej może odbywać się wyłącznie w obrębie jednostki Organów płaszczowiny Czer-

wonych Wierchów. Takiemu przepływowi sprzyjałaby budowa geologiczna tej jednostki — występowanie wzdłuż jej rozciągłości równoleżnikowego skreśu fałdowego (fałdu Małej Łąki — Kotański, 1961). Przepływ wód podziemnych wzdłuż systemu krasowego powstałego w wapieniach i dolomitach budujących ten skreśu fałdowy jest bowiem znacznie ułatwiony. Nie zachodzi wówczas potrzeba hydraulicznego wiązania jednostki Ździarów z Lodowym Źródłem na tym poziomie za pomocą hipotetycznych powierzchni tektonicznych (vide Grodzicki & Kardaś, 1989), które przebiegają częściowo w obrębie margli albu, będących w zasadzie horzontem nieprzepuszczalnym dla wód.

Z powyższych rozważań wynika, że mimo bezpośredniej dostępności jaskiń dla badań geologicznych, wglębna budowa masywu Czerwonych Wierchów wciąż nie jest dostatecznie poznana. Ma ona jednak zasadnicze znaczenie dla prac nad tym największym w Polsce systemem krasowym. Jest więc niezwykle pożądane, aby geolodzy, szczególnie młodzi, biorący udział w sportowej eksploracji jaskiń tego obszaru, włączyli się w badania geologiczne, tak istotne zarówno dla ustalenia budowy i wglębnego zasięgu poszczególnych części struktury geologicznej Czerwonych Wierchów, jak i znaczenia tej struktury w całości problematyki systemu krasowego Lodowego Źródła.

Literatura

- ANTKIEWICZ A. 2004 — Mała wielka dziura. *Tatry* 1(7): 54–61.
- BAC-MOSZASZWILI M. & GAŚIENICA-SZOSTAK M. 1990 — Tatry Polskie, przewodnik geologiczny dla turystów. *Wyd. Geol.*
- BAC M. & GROCHOCKA K. 1965 — Budowa fałdu Czerwonych Wierchów na wschodnim zboczu Doliny Kościeliskiej w Tatrach. *Acta Geol. Pol.*, 15: 331–354.
- BAC-MOSZASZWILI M. & JAROSZEWSKI W. 1991 — Tektonika Masywu Czerwonych Wierchów w świetle obserwacji z jaskiń — dyskusja. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 61: 97–100.
- BAC-MOSZASZWILI M., JAROSZEWSKI W. & PASSENDORFER E. 1984 — W sprawie tektoniki Czerwonych Wierchów i Giewontu w Tatrach. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 52: 67–88.
- BARTOSZEWSKI D. 2000 — Przestrzenny model Systemu Wielkiej Śnieżnej. http://panda.bg.univ.gda.pl/~dbart/index_d.html
- GROCHOCKA-REČKO K. 1963 — Budowa geologiczna Wyżniej Świstówki. *Acta Geol. Pol.*, 13: 239–270.
- GRODZICKI J. 1978 — Nowe elementy strukturalne jednostki Organów między Doliną Kościeliską i Doliną Miętusią. *Kras i Speleologia*, 11: 77–83.
- GRODZICKI J. & KARDAŚ R. 1989 — Tektonika masywu Czerwonych Wierchów w świetle obserwacji z jaskiń. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 59: 275–293.
- GRODZICKI J. (red.) 1999 — Jaskinie Tatrzańskiego Parku Narodowego. t. 7. *Pol. Tow. Przyjaciół Nauk o Ziemi.*
- GRODZICKI J. (red.) 2002 — Jaskinie Tatrzańskiego Parku Narodowego. t. 9. *Pol. Tow. Przyjaciół Nauk o Ziemi.*
- JAROSZEWSKI W. 1981 — Tektonika uskoków i fałdów. *Wyd. Geol.*
- KLIMASZEWSKI M. 1988 — Rzeźba Tatr Polskich. *PWN.*
- 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 wierchowego w Tatrach. *Acta Geol. Pol.*, 11: 187–476.
- KOTAŃSKI Z. 1963 — Nowe elementy budowy masywu Czerwonych Wierchów. *Acta Geol. Pol.*, 13: 149–198.
- 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.
- NOWICKI T. — 2003. Ewolucja jaskiń systemu Lodowego Źródła w świetle datowania nacieków jaskiniowych metodą uranowo-torową. *Arch. ING PAN.*
- RABOWSKI F. 1959 — Serie wierchowe w Tatrach Zachodnich. *Pr. Inst. Geol.*, 27.
- RUDNICKI J. 1961 — Eksploracja Jaskini Śnieżnej. *Prz. Geol.*, 9: 65.
- SZULCZEWSKI M. 1963 — Budowa geologiczna Małej Świstówki. *Acta Geol. Pol.*, 13: 199–222.

Uwagi o rozwoju jaskin w strukturze płaszczowinowej Czerwonych Wierchów w Tatrach (patrz str. 56)



Ryc. 2. Wschodnie zbocze Doliny Kościeliskiej nad Halą Pisaną; PCW — płaszczowina Czerwonych Wierchów, O — dyslokacja Organów
Fig. 2. Eastern slope of Kościeliska Valley; PCW — Czerwone Wierchy Nappe, O — Organy fault