

**Sekcja Speleologiczna  
Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika**

**Materiały 42.  
Symposium  
Speleologicznego**

**Tarnowskie Góry, 24-26.10.2008 r.**

### **Organizatorzy:**

**Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika**  
**Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec**  
**Komitet Badań Czwartorzędu PAN, Warszawa**  
**Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska**  
**Polskie Towarzystwo Ochrony Zabytków Podziemnych HADES-Polska**  
**Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków**  
**Instytut Geologii, Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań**

### **Wydawcy:**

**Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika**  
**Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków**

**ISBN 978-83-61191-08-7**

### **Opracowanie redakcyjne:**

**Mariusz Szelerewicz, Jan Urban, Adam Polonius**

**Kraków, 2008**

## Spis treści

|                                                                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Wprowadzenie .....</b>                                                                                                                                                                 | <b>5</b>  |
| <br><b>Przewodnik sesji terenowych</b>                                                                                                                                                    |           |
| <i>Joachim Szulc</i><br><b>Trias obszaru śląsko-krakowskiego .....</b>                                                                                                                    | <b>9</b>  |
| <i>Andrzej Tyc</i><br><b>Zjawiska krasowe Garbu Tarnogórskiego .....</b>                                                                                                                  | <b>11</b> |
| <i>Ryszard Chybiorz</i><br><b>Tarnowskie Góry na mapach górniczych i geologicznych .....</b>                                                                                              | <b>13</b> |
| <i>Grzegorz Kłys</i><br><b>Podziemia Tarnogórsko-Bytomskie jako środowisko życia .....</b>                                                                                                | <b>15</b> |
| <i>Janusz Chmura</i><br><b>Adaptacja sztolni będzińskich na podziemną trasę turystyczną .....</b>                                                                                         | <b>19</b> |
| <i>Andrzej J. Wójcik, Janusz Chmura</i><br><b>Kopalnia Ćwiczebna w Dąbrowie Górniczej .....</b>                                                                                           | <b>25</b> |
| <br><b>Wycieczka terenowa A</b>                                                                                                                                                           |           |
| <i>A. Polonius</i><br><b>Będzin, Wzgórze Zamkowe – podziemia .....</b>                                                                                                                    | <b>31</b> |
| <br><b>Wycieczka terenowa B i C</b>                                                                                                                                                       |           |
| <i>L. Polonius, A. Polonius</i><br><b>Obiekty turystyczne w obrębie Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich .....</b>                                                                             | <b>35</b> |
| <br><b>Wycieczka terenowa C</b>                                                                                                                                                           |           |
| <i>Andrzej Tyc</i><br><b>Kamieniołom Blachówka .....</b>                                                                                                                                  | <b>41</b> |
| <br><b>Streszczenia referatów</b>                                                                                                                                                         |           |
| <i>Grażyna Bzowska, Adam Polonius, Jacek Rózkowski</i><br><b>Składniki podrzędne w krasowiejących wapieniach skalistych<br/>i wodach szczelinowo-krasowych Jury Krakowskiej .....</b>     | <b>47</b> |
| <i>Janusz Chmura</i><br><b>Problemy zabezpieczania i rewitalizacji podziemnych obiektów zabytkowych .....</b>                                                                             | <b>49</b> |
| <i>Radosław Dobrowolski</i><br><b>Model glacialnej transformacji rzeźby krasowej<br/>w lubelsko-wołyńskim obszarze krasowym .....</b>                                                     | <b>55</b> |
| <i>Elżbieta Dumnicka</i><br><b>Skąposzczety potoku powierzchniowego i wód Jaskini Miecharskiej (Beskid Śląski) .....</b>                                                                  | <b>56</b> |
| <i>Jerzy Grodzicki</i><br><b>Uwagi o rozwoju jaskiń w strukturze płaszczwinowej Czerwonych Wierchów<br/>w Tatrach – czyli jak fabrykować fakty, by potwierdzić wyznawaną teorię .....</b> | <b>57</b> |
| <i>Jacek Gubała, Izabella Żulawnik</i><br><b>Motywy i symbole jaskiniowe (podziemne) w wybranych dziełach kultury i sztuki .....</b>                                                      | <b>61</b> |

Helena Hercman, Michał Gradziński & Pavel Bella

|                                                                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Rozwój Jaskini Brestovskiej (Słowackie Tatry Zachodnie)<br/>w świetle U-Th wieku nacieków i jego związek z rozwojem Doliny Zimnej Wody Orawskiej .....</b> | <b>65</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Helena Hercman, Jacek Pawlak

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Wiele profili izotopowych – jeden zapis paleoklimatyczny? Jak można to przetestować? .....</b> | <b>66</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Krzysztof Jóźwiak, Jacek Rózkowski, Wacław Andrejczuk

|                                                                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Uwarunkowania geogeniczne rozpuszczania skał gipsowych w zlewni Potoku Skorocickiego<br/>(Niecka Nidy) w świetle modelowania hydrogeochemicznego .....</b> | <b>67</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Grzegorz Klaszek, Tomasz Mleczek

|                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Eksploracja i inwentaryzacja jaskiń polskich Karpat Fliszowych<br/>(wrzesień 2007 r. – sierpień 2008 r.) .....</b> | <b>69</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Jarosław Kur

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Nowoczesne metody badań w biospeleologii .....</b> | <b>73</b> |
|-------------------------------------------------------|-----------|

Tadeusz Molenda

|                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Podstawowe właściwości fizykochemiczne wód starych sztolni wodnych<br/>(na przykładzie podziemi bytomsko-tarnogórskich) .....</b> | <b>74</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Adam Nadachowski, Grzegorz Lipecki, Krzysztof Stefaniak, Michał Lorenc i Piotr Wojtal

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Kiedy wymarł niedźwiedź jaskiniowy (<i>Ursus spelaeus</i>) w Polsce? .....</b> | <b>76</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Wojciech Preidl, Andrzej J. Wójcik

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Geomechaniczne problemy stateczności stropu w jaskini Szachownica .....</b> | <b>77</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Wojciech Rogala

|                                                                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Kopalne formy krasowe w zachodniej części Wyżyny Śląskiej: typologia i znaczenie<br/>dla rekonstrukcji rozwoju rzeźby i zmian klimatu .....</b> | <b>78</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Wojciech Rogala

|                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Nowe obserwacje w Jaskiniach Kochanowskich: przyczynek<br/>dla rekonstrukcji paleogeograficznych Sudetów Środkowych .....</b> | <b>82</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Grzegorz Sujka, Helena Hercman

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Datowanie kości kopalnych metodą U-Th: nowe perspektywy .....</b> | <b>83</b> |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|

Andrzej Tyc

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ascenzyjny etap speleogenezy Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej –<br/>zapis w morfologii jaskiń i rzeźbie terenu .....</b> | <b>84</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Jan Urban, Andrzej Kasza

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Jaskinie w piaskowcach i piaskowcach kwarcytowych Gór Świętokrzyskich .....</b> | <b>86</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## Wprowadzenie

Spotykamy się po raz 42-gi na Sympozjum Speleologicznym, pierwszy raz głównym celem spotkania są wyrobiska górnicze historycznych kopalni rud ołowiu z domieszką srebra (galeny srebronośnej) i cynku. W 45-letniej historii sympozjów speleologicznych jest to kolejny wypadek, kiedy celem sympozjum nie jest region obfitujący w jaskinie, w jakich spotykamy się prawie co roku, lecz obszar górniczy, gdzie zjawiska krasowe są z jednej strony zamaskowane pokrywą osadów kenozoicznych (Hornig, 1956, Lewandowski & Ciesielczyk, 1997), z drugiej odsłaniane i niszczone wielowiekową pracą górników.

Zarówno powstanie złóż Pb-Zn jak i kras w węglanowych skałach triasu są od stuleci przedmiotem obserwacji i sporów. Podczas wycieczek będziemy mogli zobaczyć fragmenty tych zjawisk i wyrobić sobie pogląd na złożoność procesów jakie kształtują ten obszar przez ponad ćwierć miliarda lat. Przeto warto przypomnieć zarys historii geologicznej i te spory oraz najważniejsze źródła naszej wiedzy.

Pod koniec wczesnego triasu na zrównaną powierzchnię węglonośnych skał karbońskich miejscami pokrytą cienkimi piaskami wczesnego triasu, wkroczyło płytkie epikontynentalne morze, w którym osadzały się wapienno-margliste formacje retu i wapienia muszlowego zwieńczone ilasto-piaszczystymi osadami z soczewami słodkowodnych wapieni Woźnickich kajpru - retyku. Osady te znaczą dopełnienie basenu poprzedzające skośne wynurzenie (malejące z SW na NE) i erozję, która tu trwała do środkowej jury i ścięła formacje triasowe. Prawdopodobnie z tego okresu pochodzą leje krasowe Mierzęcic wypełnione ilami z haloizytem i sporami wczesnojurajskimi (Górzyński, 1963), osobliwe węgle ze szczątkami owadów w kopalni Bolesław (Lipiarski, 1971), brekcje kostne w formach krasowych Starych Glin i Czatkowic (Tarło, 1959, Paszkowski & Wieczorek, 1982) oraz glinki grójeckie ze szczątkami flory środkowojurajskiej (Reymanówna, 1968).

Kolejny epikontynentalny zalew morski w środkowej jurze zapewne pokrył osadami węglanowymi cały obszar Śląska i ustąpił dopiero z końcem jury. Kolejny okres wynurzenia i erozji, również skośnego malejącego ku NE, od schyłku jury do albu-cenomanu spowodował ścięcie i usunięcie z obszaru Śląska formacji jurajskich i triasowych rozwój form krasowych w wapieniach jurajskich na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (Marcinowski, 1974) i triasowych Góry Św. Anny (Głazek & Barczuk, 1998). Następny zalew epikontynentalny w albie-cenomanie zapewne również pokrywał cały obszar Śląska, a jego osady zdarła erozja paleogeńska, która w wielu miejscach sięgnęła paleozoiku i w znacznej mierze ukształtowała współczesną rzeźbę Wyżyny Śląskiej pozostawiając na obrzeżach resztki formacji późnokredowych w krakowskich studniach krasowych (Gradziński, 1962), na Górze Św. Anny i liczne leje krasowe z piaskami formierskimi (Gradziński, 1977).

Ostatnia transgresja morska miała miejsce na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej w badenie, objęła zapewne całą wyżynę za czym przemawiają zachowane osady tego wieku w formach erozyjnych i krasowych (Wegner, 1913, Gradziński, 1962, Panek & Szuwarzyński, 1976). Transgresja ta sięgnęła daleko na północ (Dyjur, 1968, Radwański, 1968, Łuczowska & Dyjur, 1971) i towarzyszyły jej uskoki (Alexandrowicz, 1964, Bogacz, 1967). Przy końcu miocenu rozpoczęło się ostateczne kształtowanie współczesnej rzeźby usuwanie osadów miocenkich i odsłanianie starszych elementów rzeźby krasowej (Głazek & Szykiewicz, 1987).

Wcześniej długie spory wywoływała geneza złóż Zn-Pb od pochodzenia hydrotermalnej mineralizacji ze źródeł telemagmowych (np. Zwierzycki, 1950), przez osadową hipotezę (np. Gruszczuk, 1956) do krasu hydrotermalnego (Bogacz i in., 1970, Dżułyński & Sass-Gustkiewicz, 1982, 1985, Sass-Gustkiewicz, 1985).

Węglanowe osady triasowe zapewne jeszcze w późnym triasie uległy dolomityzacji i krasowieniu kiedy przy źródłach tworzyły się wapienie woźnickie (Bogacz, i in., 1970), a następnie dzięki powstałej przy tym wtórnej porowatości rozwinęły się procesy krasu hydrotermalnego wytrącające kruszce w dolomitach pod nakładem skał ilastych. Taka interpretacja pochodzenia złóż Zn-Pb nawiązuje do poglądów czeskiego geologa (Pošepného, 1893, 1986) popularnych w Ameryce, a długo zapomnianych w Europie, która została gruntownie rozpracowana nowoczesnymi metodami w polsko-amerykańskim programie finansowanym z funduszu M. Skłodowskiej-Curie (Pawłowska i in., 1979, Górecka i in., 1996).

Na koniec miło mi zapowiedzieć, że na tym sympozjum zostaną wręczone honorowe Medale im. M. Markowicz-Łohinowicz i dyplomy za wyróżniające się prace poświęcone krasowi i jaskiniom, wśród których jest książka biologa dr G. Kłyasa (2004) poświęcona przyrodzie podziemi tarnogórskich, które po opuszczeniu przez górników zasiedlają różnorodne organizmy.

Jerzy Głazek

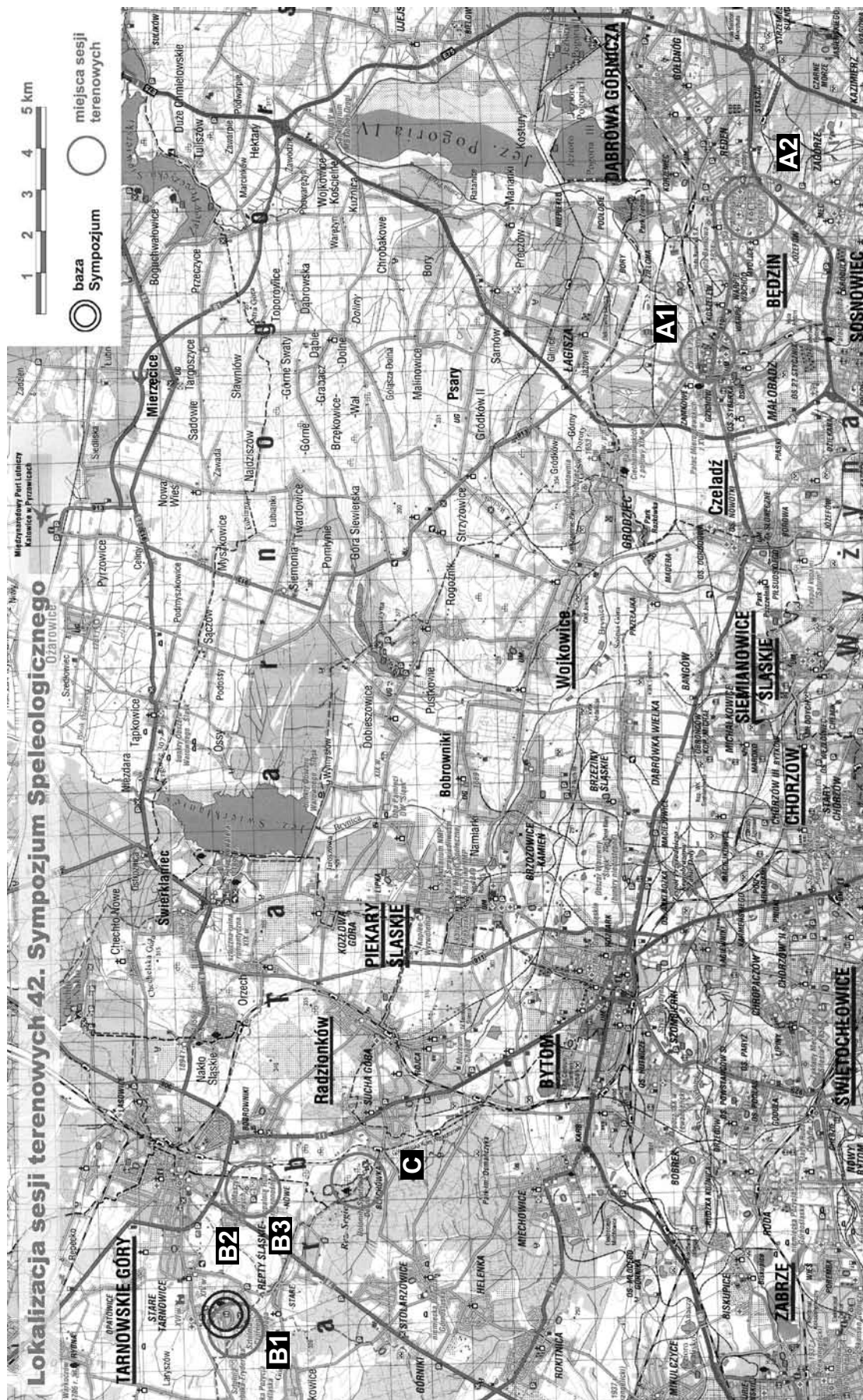
Przewodniczący Sekcji Speleologicznej  
Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika

## Literatura

- Alexandrowicz S., 1964. Przejawy tektoniki miocenkiej w Zagłębiu Górnośląskim. *Acta Geol. Polonica*, 14, 2:175–231.  
Bogacz K., 1967. Budowa geologiczna północnego obrzeżenia rowu krzeszowickiego. *Prace Geol. PAN* 41:1–75.  
Bogacz K., Dżułyński S. & Harańczyk C., 1970. Ore-filled hydrothermal karst features in the Triassic rocks of the Cracow-Silesian region. *Acta Geol. Polonica*, 20, 4:247–267.  
Dyjur S., 1968. Poziomy morskie w obrębie serii ilów poznańskich. *Kwart. Geol.* 12, 4:941–957.

- Dżułyński S., 1953. Tektonika Pd. Części Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geol. Polon.*, 3, 3:325–440.
- Dżułyński S., Henkiewicz A., Klimkiewicz K. & Pokorný J., 1966. Rozwój rzeźby doliny południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocznik Pol. Tow. Geol.* 36, 4:329–343.
- Dżułyński S. & Sass-Gustkiewicz M., 1982. The role of hydrothermal karst processes in the emplacement of sulfide ores. *Kras i Speleol.*, 4:21–31.
- Dżułyński S. & Sass-Gustkiewicz M., 1985. Hydrothermal karst phenomena as a factor in the formation of Mississippi Valley-type deposits. [in:] Wolf K. H. (ed.) *Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits*, 13:391–439. Elsevier, Amsterdam.
- Głazek J. & Barczuk A., 1998. Dolnokredowy kras kopalny na Opolszczyźnie. *Mat. 32 Symp. Speleol. PTP im. Kopernika, Kamień Śląski*:10–11.
- Głazek J. & Szynkiewicz A., 1987. Stratygrafia młodotrzeciorzędowych i staroczwartorzędowych osadów krasowych oraz ich znaczenie paleogeograficzne. [w:] *Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce*. Ossolineum, Wrocław: 113–130.
- Górecka E., Leach D. L. & Kozłowski A. (red.), 1979. Carbonate hosted zinc-lead deposits in the Silesian-Cracow area, Poland. *Prace PIG* 164, pp. 182.
- Górczyński Z., 1963. Metodyka i wstępne wyniki z poszukiwań surowców glinowych na Górnym Śląsku. *Prz. Geol.* 11, 11:483–486.
- Gradziński R., 1962. Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocznik Pol. Tow. Geol.* 32, 4:429–492.
- Gradziński R., 1977. Sedymencja piasków formierskich na skrasowiłym podłożu w środkowej części Jury Krakowsko-Wieluńskiej. *Kras i Speleol.*, 1:59–70.
- Gruszczak H., 1956. Uwagi w sprawie wykształcenia morskich utworów triasu śląsko-krakowskiego. *Biul. Inst. Geol.* 107:5–78.
- Hornig A., 1956. Z zagadnień krasu w górnośląskim triasie. *Czas. Geogr.*, 27, 4:327–347.
- Horzowski J., 1962. On the relation of the so-called vitriol clays to the ore-bearing limestones and dolomites of the Middle Triassic in Upper Silesia. *Bull. Acad. Polon. sér. sci. géol. géogr.*, 10, 4:237–243.
- Kłus G., 2004. Przyroda podziemi tarnogórskich. *Wyd. Pol. Tow. Geogr. i Wyd. Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Katowice*, ss. 110.
- Lewandowski J. & Ciesielczyk J., 1997. Przyczynek do poznania regolitów krasowych Wyżyny Śląskiej. *Geologia UŚ*. 14:139–152.
- Lipiński I., 1971. On fossil remains of arthropods and plants, and organic matter from cavities in the Triassic rocks of the Cracow area. *Bull. Acad. Polon. sér. sci. Terre.*, 19, 2:79–83.
- Łuczowska E. & Dyjor S., 1971. Mikrofauna utworów trzeciorzędowych serii poznańskiej Dolnego Śląska. *Rocznik Pol. Tow. Geol.* 41, 2:337–358.
- Marciński R., 1974. The transgressive Cretaceous (Upper Albian through Turonian) deposits of the Polish Jura Chain. *Acta Geol. Polonica*, 24, 1:118–217.
- Panek S. & Szwarzynski M., 1976. O przedtortońskiej dolinie erozyjnej wypełnionej osadami trzeciorzędowymi w okolicach Chrzanowa. *Rocznik Pol. Tow. Geol.* 46, 4:503–523.
- Paszkowski M. & Wieczorek J., 1982. Fossil karst with Mesozoic bone breccia in Czatkowice (Cracow Upland, Poland). *Kras i Speleol.*, 4:32–42.
- Pawłowska J., Chidester A. H. & Wedow H. Jr. (red.), 1979. Research on the genesis of Zinc-lead deposits of Upper Silesia, Poland. *Prace IG* 95, pp. 151.
- Pošepný F., 1893. The genesis of ore deposits. *Przekład R. W. Raymond, Trans. Amer. Inst. Min. Engrs.*, New York, 22, pp. 149.
- Pošepný F., 1986. Geneze rudních ložisek. *Przekład V. Příbylová i Z. Pouba, Wyd. Ústř. Ústav Geologický, Praha*, ss. 182.
- Radwański A., 1968. Transgresja dolnego tortonu na obszarze Wyżyny Miechowskiej i Krakowskiej. *Acta Geol. Polonica*, 18, 2:387–445.
- Reymanówna M., 1968. On seeds containing *Eucommiidites troedssonii* pollen from the Jurassic of Grojec, Poland. *J. Lin. Soc., Bot.* 61:147–152.
- Sass-Gustkiewicz M., 1985. Górnośląskie złoża Rud Zn-Pb w świetle migracji roztworów mineralizujących. *Geologia AGH*, 31, Kraków, ss. 119.
- Tarlo L. B., 1959. A new Middle Triassic reptile fauna from fissures in the Middle Devonian limestones of Poland. *Proc. Geol. Soc. London* 153:63–64.
- Wegner R. N., 1971. Tertiär und umgelagerte Kreide bei Oppeln (Oberschlesien). *Paleontographica* 60:175–274.
- Zwierzycki J., 1950. Lead and zinc ores in Poland. 18 Intern. Geol. Congr. Symp. The Geology, paragenesis and reserves of the ores of lead and zinc (ed. K. C. Durham): 314–324, London.

# **PRZEWODNIK SESJI TERENOWYCH**



# TRIAS OBSZARU ŚLĄSKO-KRAKOWSKIEGO

Joachim Szulc

ING UJ, ul. Oleandry 2A, 30-063 Kraków

We wczesnym triasie obszar Śląska położony był w ciągu wyniesień oddzielających strefę oceanu Tetydy od jej północnego obszaru marginalnego, nazywanego basenem germańskim. Omawiany obszar znajdował się w strefie podzwrotnikowej co implikowało dominację suchego i gorącego klimatu przez prawie cały okres triasu.

Jak wynika z danych sedimentologicznych, paleontologicznych i magnetostratygraficznych, z końcem wczesnego triasu wody oceanicznego przekroczyły strefę grzbietu poprzez system obniżen i cieśnin, rozwiniętych na reaktywowanych uskawkach hercyńskich strefy morawsko-śląskiej a w triasie środkowym sięgnęły aż po strefę obecnego Morza Północnego i Anglii (Fig. 1).

Transgresja morska trasy środkowym (wapien muszłowy) osiągnęła swoje maksimum w anizyku, który wyróżnia szczególnie duży udział fauny tetydzkiej oraz powstanie najstarszych na świecie, datowanych raf koralowcowych mezozoiku.

Okres schyłku anizyku cechuje regresja morska, która na obszarze Polski Południowej zaznaczyła się powstaniem wapieni i dolomitów z ewaporatami, charakterystycznymi dla środkowego wapienia muszłowego. W czasie następnej transgresji, powstał kolejny kompleks osadów wapiennych tzw. górnego wapienia muszłowego, wykazujący jednak kilkakrotnie mniejszą miąższość od kompleksu dolnego wapienia muszłowego. Wynikało to przede wszystkim z ruchów wypiętrzających, prowadzących do spłylenia a następnie wynurzenia obszaru śląsko-krakowskiego, co znajduje swój zapis w powstaniu mieszanych osadów, węglanowo-klastycznych najwyższego wapienia muszłowego oraz erozji starszych osadów trwającej do początków późnego triasu czyli karniku. Osady triasu górnego wskazują na przemienne fazy sedimentacji płytkomorskiej i lądowej z ewaporatami z okresami silnej erozji (np. piaskowca trzciniowego), związanej często z wczesnokimeryjskimi ruchami tektonicznymi

Stopniowe zwilgotnienie klimatu w noryku związane było z dryftem omawianego obszaru na północ, co spowodowało zanik ewaporatów i tworzenie osadów efemerycznych rzek roztokowych, formujących pstre utwory równi mułowcowych (tzw. formacja grabowska) znanych m.in. z bogatych brekcji kostnych z Krasiejowa. U schyłku triasu, w retyku, doszło do dalszej pluwalizacji klimatu co doprowadziło do ożywienia procesów erozji i sedimentacji klastycznej.

Fig. 2. Schemat budowy geologicznej obszaru śląsko-krakowskiego z zaznaczonym występowaniem okruszczowania (wg Sass-Gustkiewicz, 1999, zmienione). 1. Wapień, 2. Iłowce, 3. Dolomity, 4. Margle, 5. Mułowce, 6. Dolomity kruszczonośne, 7. Piaskowce, 8. Zlepieńce, 9. Węglały górnopaleozoiczne, 10. Flisz dolnopaleozoiczny, 11. Intruzje warycyjskie, 12. Intruzje kaledonowskie, 13. Ciała kruszczowe; a. rozproszone b. ciągłe, 14. Ciała kruszczowe soczewkowate do kominowych. Skróty jednostek stratygraficznych wapienia muszłowego: Gogolin. – warstwy gogolińskie, Gor.-Ter. – warstwy górażdzańskie-terebratulowe, Karch. – warstwy karchowickie, Dipl. – warstwy diploporowe, T.B – warstwy tarnowickie-wilkowickie-boraszowickie

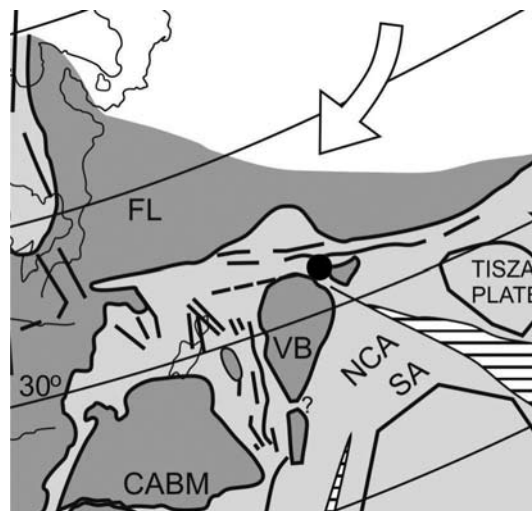
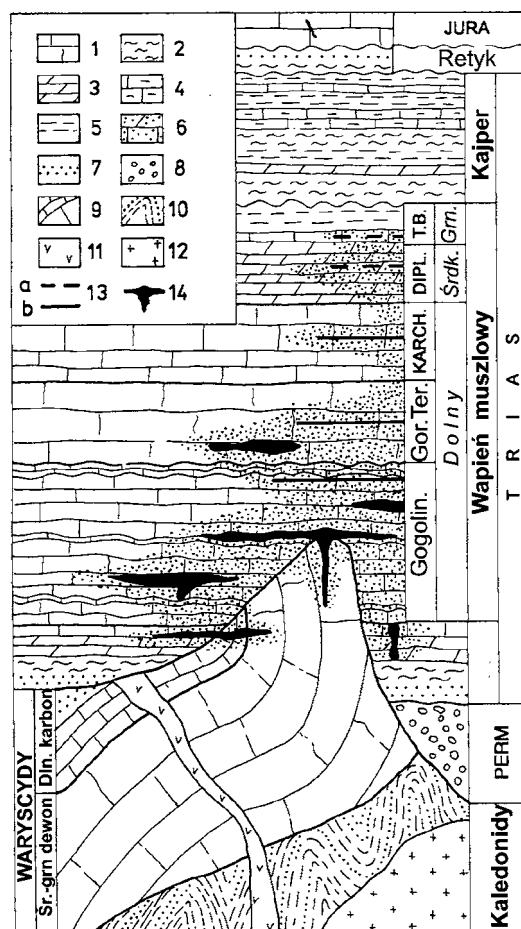


Fig. 1. Paleogeograficzne położenie obszaru Śląska (kropka) w środkowym triasie (wg Szulc 2000, zmienione). FL – Ład Fennosarmacki, VB – Masyw Windelicko-Czeski, NCA – Alpy Płn. SA – Alpy Południowe



Sukcesja litostratygraficzna triasu śląskiego jest klasycznie trójdzielna i wynika z zarysowanej powyżej historii basenu sedymentacyjnego. Profil triasu rozpoczyna się osadami lądowymi pstręgo piaskowca, które poprzez sekwencje ewaporatowe retu przechodzą w wapienie i dolomity wapienia muszlowego. Górny trias zdominowany jest przez osady lądowe utwory kajpru. Trias śląski leży niezgodnie na różnych utworach paleozoiku, głównie jednak na osadach dewonu i karbonu (Fig. 2).

Wspomniane częste okresy wynurzeń w czasie triasu potencjalnie winny sprzyjać procesom diagenety meteorycznej, w tym krasowieniu, wynurzonych skał węglanowych tak triasowych jak i starszych. Ze względu jednak na generalnie suchy klimat procesy te ograniczone były do krasowienia (i dolomitizacji) w strefie mieszania wód meteorycznych i morskich (np. na wyspie Starych Glin) oraz rozwoju krasu powierzchniowego. Intensywniejszy przebieg procesów krasowych cechował bardziej wilgotne interwały triasu dolnego i retyku.

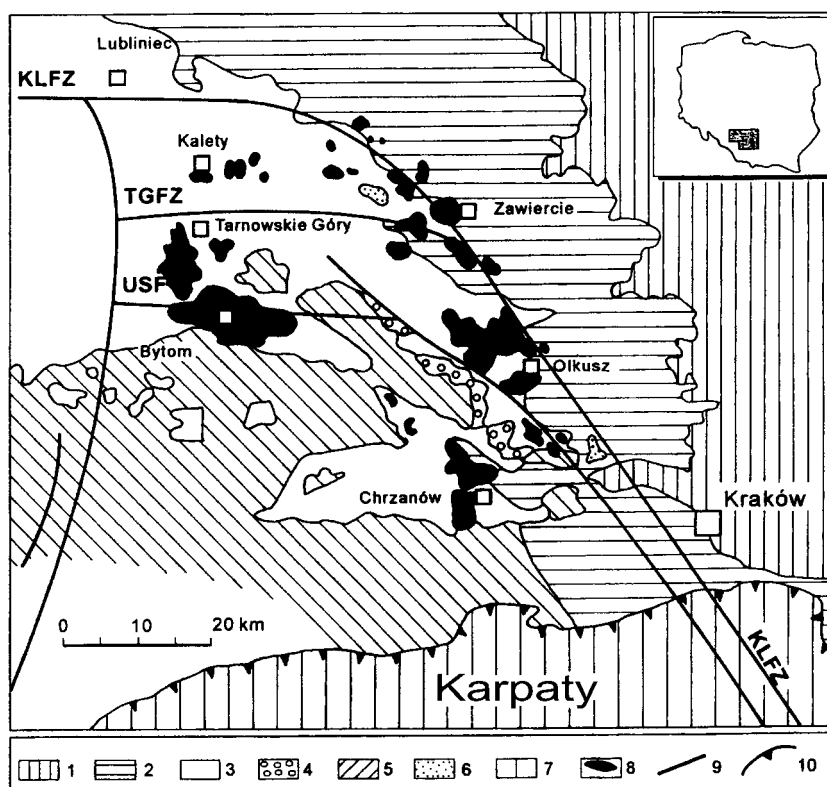


Fig. 3. Rozmieszczenie śląskich złóż cynku-ołowiu na tle głównych uskoku paleozoicznych.

1. Kreda, 2. Jura, 3. Trias, 4. Perm, 5. Karbon, 6. Dewon, 7. Kreda-trzeciorzęd Karpat, 8. złoża Zn-Pb, 9. Główne linie tektoniczne, 10. Granica orogenu karpackiego

KLFZ – uskoku Kraków-Lubliniec, TGFZ – strefa uskoku Tarnowskich Gór, USF – uskoku górnośląski

Szczególnie istotną formą procesów krasowych były zmiany związane z krążeniem wód hydrotermalnych, które to wody z jednej strony rozpuszczały na wielką skalę skały węglanowe wapienia muszlowego a z drugiej wypełniały powstałe próżnie złożami kruszców, głównie cynku i ołowiu. Mimo wielu sprzecznych nieraz koncepcji nt. genezy tych kruszców, najbardziej prawdopodobna wydaje się koncepcja o tektonicznie generowanym krasie i okruszczowaniu w okresie późnego triasu. Jednym z takich pól kruszcowych jest obszar tegorocznej konferencji, usytuowany w obrębie tzw. strefy uskoku Tarnowskich Gór (Fig. 3).

Ze względu na to, iż procesy metasomatyczne zatarły w obszarach kruszczoonych pierwotne cechy diagnostyczne skał wapienia muszlowego, przyjęto skały te nazywać zbiorczym terminem jako *warstwy olkuskie*.

### Literatura

- Sass-Gustkiewicz M., 1999. Die Blei-Zink-Sulfidvererzung in Oberschlesien als ein Beispiel für Paläokarst-Phänomen. [w:] Hauschke, N. & Wilde, V. (eds) Trias – Eine ganz andere Welt: 519–530.  
 Szulc J., 2000. Middle Triassic evolution of the northern Peri-Tethys area as influenced by early opening of the Tethys Ocean. Ann. Soc., Geol. Pol. 70: 1–48.

## ZJAWISKA KRASOWE GARBU TARNOGÓRSKIEGO

**Andrzej Tyc**

*Katedra Geomorfologii, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec,  
e-mail: andrzej.tyc@us.edu.pl*

Zjawiska krasowe Wyżyny Śląskiej związane są z występowaniem na powierzchni lub pod pokrywą osadów kenozoicznych skał serii węglanowej triasu, głównie wapienia muszlowego (trias środkowy) i retu. Seria ta nazywana jest często wspólnie triasem śląskim lub śląsko-krakowskim. Największe rozprzestrzenienie utworów węglanowych triasu występuje w równoleżnikowym pasie Progu Środkowotriasowego (Progu Wapienia Muszlowego), ciągnącego się od doliny Odry na zachodzie po Olkusz i Trzebinę na wschodzie. W miarę zwartą pokrywają wapienie i dolomity środkowego triasu i retu występują na Garbie Tarnogórskim (w ujęciu fizycznogeograficznym J. Kodrackiego 2001) i obejmują powierzchnię ok. 1000 km<sup>2</sup> w północnej części Wyżyny Śląskiej. Na pozostałym obszarze przyjmują one formy mniejszych płaskowyży i ostańców położonych wśród skał karbonu oraz dolnego i górnego triasu.

Zjawiska krasowe triasu śląskiego są reprezentowane na obszarze Garbu Tarnogórskiego inwentarzem licznych form krasu powierzchniowego, głównie o charakterze kopalnym oraz nielicznych jaskiń. Charakterystyczny dla tych zjawisk jest silny związek z siecią spękań ciosowych i fug międzylawicowych w wapieniach i dolomitach. W strefie występowania dolomitów kruszczonośnych (zachodnia granica ich występowania przebiega w okolicach Tarnowskich Gór i Bytomia) kras nawiązuje do nieregularnych kontaktów litologicznych tych dolomitów z wapieniami. Wśród form powierzchniowych, szczególnie na Płaskowyżu Tarnowickim i Twardowickim (w zachodniej i środkowej części Garbu Tarnogórskiego), dominują różnego typu i wielkości obniżenia wypełnione osadami (głównie dolnojurajskimi i kenozoicznymi). Do najbardziej charakterystycznych należą duże leje krasowe wypełnione jaskrawo ubarwionymi glinkami ogniotrwałymi i boksytowymi (m.in. Gers 1963; Górzyński 1964; Gilewska 1963; Zieliński 1963). Nie rozstrzygnięty jest do tej pory problem genezy i wieku tych form, jak również samych wypełnień (zob. Assman 1943, Hornig 1956). Na naturalnych i sztucznych (po eksploatacji surowców) wychodniach wapieni i dolomitów (szczególnie dolomitów diploporowych) rozwinęły się dość powszechnie formy żłobków krasowych – jamki, niewielkie miseczki krasowe, bruzdy i żebra (Gilewska 1963).

Wśród zjawisk krasu podziemnego najpowszechniejsze są również formy wypełnione. Są to poszerzone szczeliny i fugi międzylawicowe lub wspomniane kontakty wapieni i dolomitów kruszczonośnych (zob. m.in. Gilewska 1960; Hornig 1956; Tyc 1996, 1997). Wyżyna Śląska nie posiada do tej pory opublikowanego inwentarza jaskiń. W katalogach jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Kowalski 1951; Szelerewicz, Górny 1986) podawana jest zwykle Jaskinia w Diabli Górze (107 m długości), która geologicznie i geograficznie należy do triasu śląskiego we wschodniej części Garbu Tarnogórskiego. Próba zestawienia, niestety niedoskonała, jest niepublikowane opracowanie M. Bąka (2004) zawierające inwentarz jaskiń i form antropogenicznych z obszaru Wyżyny Śląskiej. Wejścia do większości jaskiń i schronisk skalnych Garbu Tarnogórskiego znajdują się w nieczynnych kamieniołomach lub niewielkich łomach gospodarczych. Z tego powodu część z odkrytych, szczególnie w latach 90. XX w., form została dość szybko zdegradowana, głównie zasypana odpadami komunalnymi. Rażącym przykładem jest system największych odkrytych do tej pory jaskiń tego regionu – Jaskinia Siewierska I (100 m długości) oraz Jaskinia Siewierska II (250 m długości) (Pawelczyk 1996). Wśród ciekawych, większych form podziemnych Garbu Tarnogórskiego wymienić należy jeszcze Jaskinię Brzękowską (45 m długości) i Jaskinię Naciekową na Górze Kijowej (31 m długości) na Płaskowyżu Twardowickim oraz Jaskinię Dolomitową (22 m długości) w Dąbrowie Górniczej Żąbkowicach.

Zarówno rzeźba krasowa, jak i jaskinie Garbu Tarnogórskiego zostały silnie przekształcone w wyniku wielowiekowej eksploatacji surowców mineralnych – rud srebra, ołowiu, cynku i żelaza oraz wapieni i dolomitów. Większość wychodni skał węglanowych jest pokryta gęstą siecią wyrobisk górniczych, powierzchniowych (warpi) i podziemnych. Licznych przykładów dostarczają okolice Tarnowskich Gór, Siewierza, Żąbkowic i Olkusza. Nieliczne jaskinie zostały często wykorzystane do prowadzenia płytkiej podziemnej eksploatacji kamienia łamanego. Podziemne kamieniołomy wapieni i dolomitów są charakterystyczne dla Płaskowyżu Twardowickiego (np. okolice Góry Siewierskiej i Dąbia) i Garbu Żąbkowickiego (np. okolice Żąbkowic i Strzemieszyc).

### Literatura

- Assman P., 1943. Die Geologie des Industriegebietes, Landeskunde des oberschlesischen Industriegebietes. Breslau.  
Bąk M., 2004. Inwentaryzacja jaskiń, schronisk podskalnych, nieczynnych starych sztolni i kopalni oraz podziemi na terenie Wyżyny Śląskiej. Będzin [niepublikowane].  
Gers J., 1963. Zjawiska krasowe na obszarze Tarnowskie Góry – Radzionków. Przegl. Geol. 11, 2.  
Gilewska S., 1960. Przyczynek do poznania rozwoju krasu w środkowotriasowym dolomicie kruszczonośnym na Górnym Śląsku. Przegl. Geogr., 32, 1–2.  
Gilewska S., 1963. Rzeźba Progu środkowotriasowego w okolicy Będzina. Prace Geograficzne Inst. Geogr. PAN, nr 44.  
Górzyński Z., 1964. Wyniki badań utworów ilastych występujących w zagłębieniach krasowych w rejonie Mierzęc. Kwart. Geol., 8, 2.  
Hornig A., 1956. Z zagadnień krasu w górnośląskim triasie. Czasopismo Geogr., 27, z. 4.  
Kondracki J., 2001. Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa.  
Kowalski K., 1951. Jaskinie Polski. T. 1, Warszawa.

- Pawełczyk M., 1996. Jaskinia Siewierska II. Jaskinie 5.
- Szelerewicz M., Górny A., 1986. Jaskinie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Wyd. PTTK „Kraj”, Warszawa-Kraków.
- Tyc A., 1996. Zjawiska krasowe w triasie śląskim – aktualny stan wiedzy. [w:] J. Urban (red.) Materiały 30. Sympozjum Speleologicznego Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika, Kielce-Bocheniec, 18–22.10.1996.
- Tyc A., 1997. Wpływ antropopresji na procesy krasowe Wyżyny Śląsko-Krakowskiej na przykładzie obszaru Olkusz-Zawiercie. Kras i speleologia. Numer specjalny 2(1997), Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Zieliński A., 1963. O występowaniu piasków kwarcowych w rejonie Mierzęcic. Przegl. Geol., 11, 9.

## TARNOWSKIE GÓRY NA MAPACH GÓRNICZYCH I GEOLOGICZNYCH

**Ryszard Chybiorz**

*Uniwersytet Śląski, Katedra Geologii Podstawowej*

*ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec*

*e-mail: chybiorz@us.edu.pl*

Historia górnictwa w rejonie Tarnowskich Gór, eksploatacji srebra i ołowiu, a z czasem rud żelaza i cynku, jest bardzo długa (Molenda, 1963, 1972). W przeszłości przeważająca ilość wielkoskalowych materiałów kartograficznych, górniczych „gwarkowskich” i geologicznych z terenu Tarnowskich Gór zgromadzona była we Wrocławiu, gdzie mieścił się Królewski Wyższy Urząd Górniczy. Pod koniec II wojny światowej, zasoby kartograficzne z Wrocławia zostały wywiezione do archiwum wojskowego w Żyrowej, gdzie uległy rozproszeniu. Z liczby ok. 3000 pozycji wymienionych w rejestrach archiwalnych zachowało się ok. 600 czasami niekompletnych pozycji. Zachowane materiały zostały przekazane do: Archiwum Wojewódzkiego w Katowicach, Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu oraz do Archiwum Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach. Są to materiały pochodzące z lat 1800–1920, o różnej wartości, różnym stopniu dokładności i zachowania. Dotyczą różnych aspektów górnictwa, geologii, techniki górniczej, odwodnienia, budownictwa górniczego, procesów przerobczych rud, itp. elementów. Mapy i szkice wykonywane były w różnych lokalnych układach geodezyjnych, przy zastosowaniu różnych miar długości (Chybiorz i in., 2000).

Etapy antropogenicznych przeobrażeń powierzchni terenu z pierwszej połowy XIX wieku dokumentowane są przede wszystkim mapami górniczymi Renscha (1802–1837) i Harnischa (I połowa XIX w.) a w nieco mniejszym zakresie topograficznymi mapami Preussische Ur-Messtischblätter (1826). Informacje dotyczące zasięgu rodzajów eksploatacji z przełomu XIX i XX wieku pochodzą z map górniczych Spezial Karte der Oberschlesischen Bergreviere, (1911), Karte des Oberschlesischen Erzbergbaues (1911–12), map topograficznych Messtischblätter z przełomu XIX i XX wieku (patrz [www.mapy.amzp.pl/art.shtml](http://www.mapy.amzp.pl/art.shtml)) i materiałów ikonograficznych (Lamparska-Wieland i Chybiorz, 2000).

Pod koniec XX wieku, w Stowarzyszeniu Miłośników Ziemi Tarnogórskiej zestawiono zbiorcze mapy (analogowe, papierowe) zabytkowych wyrobisk górniczych rejonu tarnogórskiego (Moj – red., 1981; Żeglicki, 1998). Pierwsza mapa została sporządzona na podstawie mapy podstawowej kopalni Fryderyk w skali 1:1000, dla rejonu Kopalni Zabytkowej. Z kolei druga mapa, wykonana na współczesnym podkładzie topograficznym w skali 1:10 000, przedstawia ważniejsze wyrobiska górnicze: sztolnie, chodniki, szyby, zroby poeksploatacyjne rud ołowiuowo-srebrowych, galmanowych i żelaza w rejonie pomiędzy Bytomiem na południu (dzielnice Górnik i Błachówka) a Tarnowskimi Górami na północy (dzielnica Sowice).

Kompilacja w/w materiałów kartograficznych i górniczych z rejonu Tarnowskich Gór oraz Bytomia, Nakła Śląskiego i Piekar Śląskich zawarta jest w Atlasie Płaskowyzu Tarnowickiego, który został wydany przez Wydawnictwa Uniwersytetu Śląskiego (Lamparska-Wieland, 2003). Na 4 mapach wykonanych na podkładach topograficznych w skali 1:10 000 z 1987 roku, a wydrukowanych w skali 1:20 000, autorka atlasu przedstawiła i opisała (komentarz na odwrocie map) rozmieszczenie różnowiekowych terenów górniczych wraz z prawdopodobnym zasięgiem oddziaływania eksploatacji podziemnej (mapa 1), górnictwo podziemne i odkrywkowe na przełomie XIX i XX wieku (mapa 2), tereny pogórnice końca XX wieku (mapa 3) oraz dokonała waloryzacji krajobrazu (typy krajobrazu) na przestrzeni ostatnich 200 lat (mapa 4).

Miasto Tarnowskie Góry dysponuje także cyfrowymi mapami geologicznymi i terenów przemysłowych (pogórnicznych). Mapy rękopiśmienne i cyfrowe wykonano na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, przy współpracy z Wydziałem Gospodarki Środowiskiem i Zasobów Naturalnych Urzędu Miasta, w ramach projektu naukowo-badawczego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1997–2000.

Na podstawie analizy materiałów archiwalnych i obserwacji terenowych uczestnicy projektu zestawili dla miasta Tarnowskie Góry 11 map tematycznych (w nawiasach nazwiska autorów):

- mapa dokumentacyjna (I. Nowak, E. Biały, A. Kowalczyk),
- numeryczny model terenu (M. Manowska, R. Chybiorz),
- mapa fotogeologiczna (W. Bardziński),
- mapa geologiczna powierzchniowa (J. Lewandowski),
- mapa geologiczna powierzchni podczwartorzędowej (J. Lewandowski),
- mapa hydrogeologiczna czwartorzędowego poziomu wodonośnego (H. Rubin),
- mapa hydrogeologiczna poziomu wodonośnego serii węglanowej triasu (H. Rubin),
- mapa terenów górniczych i pogórnicznych przełomu XIX i XX wieku (M. Lamparska-Wieland),
- mapa osiadań (M. Lamparska-Wieland),
- 2 mapy użytkowania ziemi (M. Lamparska-Wieland, Z. Perski),

i 7 zewnętrznych baz danych:

- opracowania i dokumentacje geologiczne,
- złoża kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja,
- otwory wiertnicze,
- geologia warstwy przypowierzchniowej oraz głębokość nawiercenia zwierciadła wody,

- charakterystyka otworów hydrogeologicznych piętra wodonośnego czwartorzędu,
- charakterystyka otworów hydrogeologicznych poziomu wodonośnego serii węglanowej triasu,
- wyniki analiz chemicznych wód serii węglanowej triasu.

Mapy tematyczne w wersji analogowej (postery prezentowane na konferencji) i cyfrowej oraz bazy danych przekazano władzom miasta Tarnowskie Góry na sesji naukowej (Lewandowski, Chybiorz – red., 2000), która odbyła się w kopalni zabytkowej ([http://kgp.wnoz.us.edu.pl/strona,symbol,tarnowskie\\_gory.html](http://kgp.wnoz.us.edu.pl/strona,symbol,tarnowskie_gory.html)).

### **Literatura**

- Chybiorz R., Korzuch A., Lysik H. 2000. Źródła danych dla Systemów Informacji Przestrzennej w zakresie map tematycznych (geologicznych, hydrogeologicznych i sozologicznych). [w:] Zastosowanie interaktywnych systemów kartografii geologicznej na obszarze miasta Tarnowskie Góry. Konferencja naukowa Tarnowskie Góry 20 października 2000 r.
- Lamparska-Wieland M. 2003. Atlas zmian wybranych elementów krajobrazu terenów górniczych i pogórniczych Płaskowyżu Tarnowickiego. Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytet Śląskiego nr 27.
- Lamparska-Wieland M., Chybiorz R. 2000. Zmiany wybranych elementów krajobrazu Płaskowyżu Tarnowickiego w czasie ostatnich 200 lat. [w:] Sympozja i Konferencje nr 42, Eksploatacja podziemna a ochrona środowiska w świetle prawa Unii Europejskiej. PAN Kraków.
- Lewandowski J., Chybiorz R. (red.) 2000. Zastosowanie interaktywnych systemów kartografii geologicznej na obszarze miasta Tarnowskie Góry. Konferencja naukowa, Sesja wyjazdowa. Tarnowskie Góry, 20 października 2000 r. Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Oddział Katowicki Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Urząd Miasta Tarnowskie Góry.
- Moj H. (red.) 1981. Mapa wyrobisk górniczych eksploatacji górniczej rejonu tarnogórskiego w skali 1:1 000 (niepublikowana). Arch. SMZT, Tarnowskie Góry.
- Molenda D. 1963. Górnictwo kruszcowe na terenie złóż śląsko-krakowskich do połowy XVI wieku. [w:] Studia i materiały z historii kultury materialnej tom XV. Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa tom VIII, Ossolineum .
- Molenda D. 1972. Kopalnie rud ołowiu na terenie złóż śląsko-krakowskich w XVI–XVIII wieku: z dziejów postępu technicznego w eksploatacji kruszców, Polska Akademia Nauk. Instytut Historii Kultury Materialnej – Wrocław, Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Żeglicki J. 1998. Mapa zabytkowych wyrobisk górniczych dawnej eksploatacji rud srebra, ołowiu, cynku i żelaza rejonu tarnogórskiego w skali 10 000 (niepublikowana). Arch. SMZT, Tarnowskie Góry.

## PODZIEMIA TARNOGÓRSKO-BYTOMSKIE JAKO ŚRODOWISKO ŻYCIA

Grzegorz Kłys

Uniwersytet Opolski, Katedra Biosystematyki, Oleska 22, 45-052 Opole, Polska

e-mail: gklys@uni.opole.pl

### Wstęp

Ziemia Tarnogórska przez kilka stuleci podlegała intensywnym działaniom gospodarczym człowieka. Obszar ten był niegdyś jednym z największych ośrodków przemysłowych w Europie. Rozwojowi górnictwa sprzyjało płytkie zaleganie złóż srebro-olowiowych w triasowych warstwach dolomitów kruszczonośnych. Degradacja środowiska polegała na tworzeniu powierzchniowych i podziemnych wybierek (Chmura i in., 2007). Właśnie ten unikatowy świat pustek podziemnych jaskiń, starych kopalń to szczególne środowisko przyrodnicze (Kłys, 2006), obszar o swoistym mikroklimacie. System ten jest osobiwym miejscem, w którym obserwuje się wnikanie nowych gatunków, głównie trogloksenów szukających tu schronienia. Trwa tutaj ciągle wnikanie organizmów i adaptacja do warunków podziemnych.

Obszar ten o nazwie Podziemia Tarnogórsko-Bytomskie to największy system podziemny w Polsce posiadający ponad 300 km chodników oraz liczne komory i wybiarki. Rozciąga się on w przybliżeniu między 50°24' i 50°30' szerokości geograficznej północnej oraz 18°58' i 18°76' długości geograficznej wschodniej. Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym Polski (Kondracki, 1988) teren ten położony jest w obrębie makroregionu Wyżyna Śląska i mezoregionu Garb Tarnogórski, natomiast administracyjne znajduje się na terenie miast Tarnowskie Góry i północnej części miasta Bytom, zachodniej części miasta Radzionków znajdującym się w województwie śląskim. Podziemia te są pozostałością górnictwa srebrno-olowiowego istniejącego na tym obszarze ponad 800 lat (ostatnią kopalnię zamknięto w 1922 r.). Występująca tu sieć podziemna jest pozostałością licznych kopalń (Kłys, 2004). Z kilku tysięcy szybów istniejących jeszcze na początku wieku obecnie do podziemi prowadzi ich tylko kilka. Oprócz bogatej fauny bezkręgowców (Kłys, 2004) które znalazły tu swoje miejsce, zimuje tu przynajmniej kilka tysięcy nietoperzy z 10 gatunków. Jest to więc prawdopodobnie drugie co do wielkości hibernakulum nietoperzy w Polsce. W związku z tym i stwierdzeniem gatunków z załącznika II Dyrektywy Siedliskowej obiekt jest proponowany jako specjalny obszar ochrony siedlisk (Dyrektywa Siedliskowa).

### Badania

Badania prowadzono od 1989 roku i dotyczyły one chiropterofauny podziemi a także innych organizmów zamieszkujących system podziemny (Kłys, 2004). W celu inwentaryzacji potencjalnych miejsc wlotu nietoperzy do systemu podziemnego prace terenowe początkowo prowadzono na całym obszarze Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich. W związku z rozległością systemu, z ogromnymi powierzchniami komór (przeważnie kasztowanymi), oraz częścią wyrobisk, do których człowiekowi brak dostępu, wciąż poszukiwano metod opracowania ilościowego hibernujących tu nietoperzy. Postanowiono prowadzić odłowy nietoperzy (październik – kwiecień) w 3 wybranych miejscach wnikania nietoperzy do podziemi. W miejscach tych w odstępach dwutygodniowych, począwszy od października do końca kwietnia następnego roku, prowadzono odłowy nietoperzy w sieci chiropterologiczne D 70/16. Prowadzono je od zmierzchu do świtu (całą noc).

Prowadzono również badania nad pozostałą fauną i florą. Okazy zbierano bezpośrednio podczas wędrówek, lub materię organiczną, z której były wypłaszane okazy. Dodatkowo w sezonie 2002–03 wykładano pułapki w celu odłowienia fauny bezkręgowcowej podziemi. Prowadzono również badania mikroklimatyczne. Do pracy nad mikroklimatem wykorzystano większość dostępnych metod pomiarowych. Przede wszystkim dokonywano pomiarów temperatury i ruchów powietrza metodami tradycyjnymi – anemometr skrzydełkowy, psychrometr Assmana. W celu zbadania zmienności w małej skali czasowej oraz stratyfikacji termicznej użyto automatyczną stację meteorologiczną firmy Campbell, w której zainstalowano: bilansomierz promieniowania CNR1, Kipp&Zonen, termohigrometr HMP45C, Vaisala., termometry Pt100, anemometr A100R., czujnik kierunku wiatru W200P., pomiar i rejestrację wykonywał logger CR23X firmy Campbell.

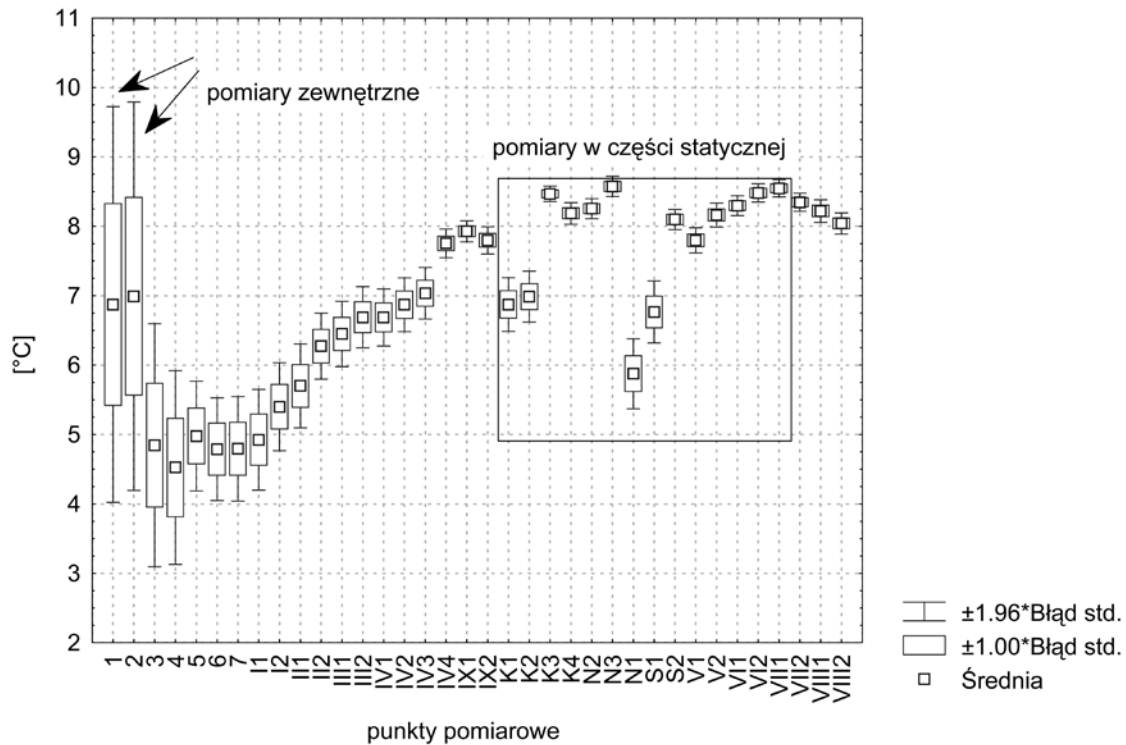
### Wyniki

Zastosowanie standardowych przyrządów pozwoliło na poznanie ogólnej charakterystyki mikroklimatu oraz analizę wzajemnego oddziaływania wewnętrznej i zewnętrznej atmosfery w wybranych częściach podziemi.

System Podziemi Tarnogórskich jest wielootworowy – część z tych otworów stanowią pionowe szyby wentylacyjne, część otwory w kamieniołomach oraz system szczelin niedostępnych dla człowieka. Dwa z otworów fragmentu podziemi leżą w środkowym poziomie. Istnieją poziomy posiadające otwory położone zarówno wyżej jak i niżej od wymienionych wejść. Niższym poziomem jest podszybie szybu Sylwester. Znaczne odległości pomiędzy poszczególnymi otworami oraz różnice pomiędzy nimi wynoszące kilkanaście metrów są na tyle duże, że występuje tutaj „efekt kominowy”. Powoduje to cyrkulację powietrza o kierunku uzależnionym zarówno od pory roku jak i pogody.

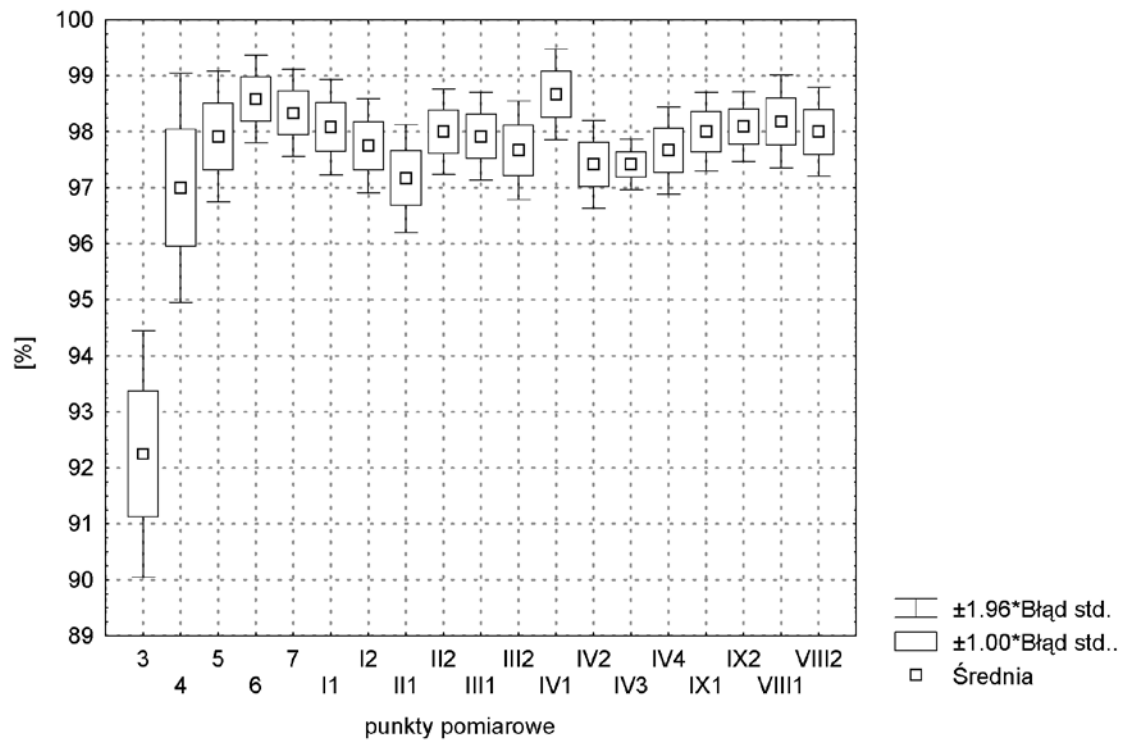
Badania nad temperaturą wykazały, że w badanych częściach dynamicznych obserwowano poziomy gradient termiczny – czyli temperatura zmienia się wraz z odległością od otworu. W badanych fragmentach temperatura była zmienna w zależności od warunków zewnętrznych w poszczególnych stanowiskach. Kształtowała się ona od wartości

dodatnich i ujemnych na zewnątrz do około 9 °C wewnątrz podziemi (ryc. 1). W głębokich częściach podziemi wahania temperatury były minimalne.



Ryc. 1. Zmienność przestrzenna temperatury [°C] w części dynamicznej oraz wyróżnionej części statycznej i zewnętrznej

Wahania wilgotności względnej w poszczególnych punktach pomiarowych są nieznaczne. Największe zmiany zaobserwowano w częściach przyotworowych. Części te wyraźnie odbiegają statystycznie od pozostałych fragmentów podziemi. Głębiej wilgotność mieści się w przedziale pomiędzy 95–100% (ryc. 2).



Ryc. 2. Rozkład wilgotności względnej w części dynamicznej

Przy tych uwarunkowaniach mikroklimatycznych w Podziemiach Tarnogórskich występują glony, mszaki (między innymi takie gatunki jak: *Amblystegium serpens* i *Rhynchostegium murale*) oraz pojedyncze paprocie *Filicinae*. W wyżej położonych chodnikach spotykamy przerastające strop korzenie skrzypów *Equisetum* i roślin drzewiastych.

W ciemnej części podziemi występują grzyby, dla których pokarm stanowią organiczne szczątki (odchody nietoperzy, martwe owady, szczątki drewna i liści).

Do tej pory w Podziemiach Tarnogórskich stwierdzono występowanie przedstawicieli licznych grup bezkręgowców i kręgowców. Dla wielu okazów nie udało się ustalić przynależności systematycznej. Nicienie – *Nematoda*, dżdżownice – *Lumbricidae*, stawonogi – *Arthropoda*, z których stwierdzono tu: roztocza – *Acari* 31 gatunków (Skubała, Kłys, 2003), pajęczaki *Arachnoidea* 4 gatunki, równonogi *Isopoda*, krocionogi *Diplopoda*, owady – *Insekta*, z których stwierdzono tu: skoczogonki – *Colembola* 7 gatunków, muchówki *Diptera* – *Culicidae*, *Trichoceridae*, motyle *Lepidoptera*, chrząszcze *Coleoptera* 3 gatunki (Kłys, 2004). A także kręgowce: ryby *Pisces*, płazy *Amphibia*, ssaki *Mammalia*, w tym nietoperze *Chiroptera*. W wyniku prac badawczych w tym odłowów w sieci liczba stwierdzonych gatunków nietoperzy wynosi dziesięć: nocek duży *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797), nocek Natterera *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817), nocek wąsatek *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817), nocek Brandta *Myotis brandtii* (Kuhl, 1817), nocek rudy *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), nocek orzęsiony *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806), nocek Bechsteina *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818), mroczek późny *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774), gacek brunatny *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758), gacek szary *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829).

W głębokich częściach podziemi występują liczne zjawiska krasowe.

### Dyskusja

Niewątpliwie uwarunkowania mikroklimatyczne są bardzo ważne dla istot zamieszkujących wnętrza systemów podziemnych.

Zjawiska krasowe w tym liczne struktury naciekowe przeważnie kojarzone ze zjawiskami geologicznymi mogą mieć charakter biogeniczny (Andrejczuk 2007), o czym często zapominamy w badaniach nad organizmami w systemach podziemnych. Formy te są spotykane głównie w głębokich częściach podziemi, gdzie uwarunkowania mikroklimatyczne są stabilne.

Jeżeli chodzi o florę, w podziemiach mogą egzystować tylko bardzo specyficzne organizmy, przystosowane do tak odmiennych warunków. Rośliny zielone, dla których światło stanowi niezbędne źródło energii, mogą rozwijać się jedynie w oświetlonych częściach podziemi. Występują one miejscach przyotworowych jak również w częściach turystycznych gdzie występują w pobliżu źródeł światła (lampy oświetleniowe). Są one świetnym przykładem adaptacji do niewielkich ilości światła. Wykorzystują nie tylko światło do procesu fotosyntezy, lecz również wydzielane przez żarówkę ciepło. W wyniku wielu ograniczeń są tak zmienione, że trudno je przypisać do jakiegokolwiek grupy systematycznej. Poza granicą światła rośliny zielone rozwijają się sporadycznie z nasion zanieśionych w głąb przez człowieka lub zwierzęta. Rosną one intensywnie, mając pędy pozbawione zieleni i szybko umierają, wyczerpawszy zapasy energii zgromadzone w nasieniu (Kłys, 2004). Bardzo ważną rolę w systemach podziemnych pełnią samożywne bakterie i sinice, są bowiem swoistymi producentami, którzy stwarzają podstawowe możliwości istnienia wielu pozostałym organizmom, które nie do końca zostały zbadane. Również gatunki grzybów licznie występujące na odsłanianej materii organicznej nie doczekały się swojego opracowania.

Fauna podziemi to głównie troglobionty lub eutroglobionty, czyli właściwa fauna podziemna, troglofile lub hemitroglobionty, troglokseny lub pseudotroglobionty które najczęściej występują w badanym systemie. Należą do niej: muchówki, motyle, pająki, wiję, kosarze, ślimaki i nietoperze. Owady zimujące w jaskini tworzą jesienią kolonie. Poszczególne gatunki zajmują określone strefy, w różnym oddaleniu od otworu. Najciekawszą grupę trogloksenów stanowią nietoperze. Jaskinie stanowią dla nich doskonałe kryjówki, a uwarunkowania mikroklimatyczne (zróżnicowane dla poszczególnych gatunków) pozwalają w tak dużym systemie znaleźć dogodne warunki dla hibernacji aż 10 gatunkom nietoperzy (Kłys, 1994 a, b). Brak na przykład gatunków o preferencjach niższej wilgotności np. mopka *Barbastella barbastellus* (Lesiński 2006). Nie potwierdziły się jak dotąd często podawane podkowce *Rhinolophidae*, które mogą być mylone z zimującymi gackami. Wieloletnie badania wskazały, że chiropterofauna w hibernakulum jest zróżnicowana a dominantem jest gacek brunatny, w następnej kolejności nocek duży i nocek rudy. Pozostałe gatunki mieszczą się za ledwie w przedziale 4%. Z danych uzyskanych podczas odłowów wynika, że podziemia zamieszkuje w okresie zimowych kilka tysięcy nietoperzy (Kłys i in., 2007).

Oczywiście spotykamy również tychotroglobionty, czyli zwierzęta przypadkowo wchodzące do jaskiń jak np. z ssaków piżmak *Ondatra zibethicus*, lis *Vulpes vulpes* czy kuna domowa *Marten foina*. Do zwierząt tej grupy zaliczyć należy także kleszcze i pchły pasożytujące na nietoperzach oraz cały szereg owadów, pajaków itp., które w zasadzie żyją w zacienionych, chłodnych miejscach na powierzchni ziemi, a sporadycznie znaleźć je można w podziemiach.

Pomimo wielu lat badań wciąż nie objęte badaniami są wszystkie grupy organizmów, pomimo, że badania istot żywych powinny dotyczyć wszystkich środowisk podziemnych – trogalu (m.in. namuliska, ociosów, korzeni przerastających czasami strop, wód itd.), oraz wód podziemnych tworzących swoisty biotop (stygal), w którym występują ugrupowania lenityczne, lotyczne i interstycjalne (Dumnicka, 2005).

### Ochrona

Środowisko podziemne jest szczególnie podatne na zniszczenie. Spowodowane jest to zarówno jego ograniczonymi rozmiarami, jak i relatywnie niskim potencjałem życiowym organizmów tam zamieszkujących. Z tego powodu nawet lokalne, czasowo ograniczone zmiany zaistniałe w środowisku mogą wywołać nieodwracalne szkody (Wołoszyn, 2004).

Największym zagrożeniem dla Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich wydaje się zasypywanie otworów, które stanowią element wentylacji systemu podziemnego. Stwarza to przede wszystkim ogromne zagrożenie dla zimujących tam nietoperzy (Kłys, Rahmonov, 2001).

Pomimo, że badany obszar znajduje się w ostoi siedliskowej (Клыс, 2007), czyli Specjalnym Obszarze Ochrony (SOO; ang. *Special Areas of Conservation* – SACs), tworzonym w oparciu o art. 3 Dyrektywy Rady Wspólnot Europejskich 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory (tzw. Dyrektywa Siedliskowa), w celu zapewnienia różnorodności biologicznej poprzez ochronę siedlisk naturalnych, wymienionych w załączniku I oraz siedlisk gatunków dzikiej fauny i flory, wymienionych w załączniku II dyrektywy, będących przedmiotem zainteresowania Wspólnot, nadal nie doczekał się statusu ochronnego.

Należy pamiętać, że w 1952 roku objęto całkowitą ochroną wszystkie krajowe gatunki nietoperzy. Główną przyczyną podjęcia działań ochronnych był postępujący wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego i degradacja oraz zubożenie bazy pokarmowej, zanieczyszczenie naturalnych siedlisk letnich i zimowych. Procesy te spowodowały w efekcie zmniejszenie liczebności poszczególnych populacji nietoperzy (Wołoszyn, 1989). Całkowita ochrona nietoperzy została utrzymana we wszystkich kolejnych rozporządzeniach Ministra Środowiska o Ochronie Zwierząt. Oprócz ustawodawstwa krajowego obowiązują nas w zakresie ochrony nietoperzy postanowienia porozumień międzynarodowych, których sygnatariuszem jest nasz kraj. Najważniejszymi z nich są:

- Konwencja Bońska (CMS), dotycząca wędrownych gatunków zwierząt
- Porozumienie Bońskie (Eurobats) dotyczące ochrony nietoperzy w Europie
- Konwencja Ramsarska, dotycząca terenów podmokłych
- Konwencja Berneńska, dotycząca ochrony europejskiej przyrody żywej i naturalnych siedlisk
- Konwencja o różnorodności biologicznej.

Pomimo, że nietoperze są prawnie chronione, istnieje potrzeba działań uświadamiających, że są one szczególnym przykładem adaptacji ewolucyjnej i stanowią niezastąpiony składnik ekosystemu. Kwestia ochrony nietoperzy powinna być skierowana na całość zagadnień, jednak w pierwszym rzędzie powinna być skupiona na ochronę schronień zimowych.

## Literatura

- Andrejczuk W., 2007. Jaskinia Żołuska. Wyd. WNOZ US, Sosnowiec-Simferopol.
- Chmura J., Kłys G., Wójcik A. J. 2007. Ochrona unikatowego ekosystemu oraz ograniczenia w zagospodarowaniu Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich. *Górnictwo i Geoinżynieria*. Kwart. AGH, z. 3: 71–78.
- Dumnicka E. 2005. Worms. In: Culver D.C., W.B. White (eds). *Encyclopedia of Caves*. Elsevier. Acad. Press, pp. 614–618.
- Kłys G. 1994 a. Nietoperze Podziemi Tarnogórskich – stan poznania. [w:] Wołoszyn B. W. (red.) *Zimowe spisy nietoperzy 1988–1992*: 91–97.
- Kłys G. 1994 b. Podziemia Tarnogórskie – największe zimowisko nietoperzy (Chiroptera) na Górnym Śląsku. *Rocznik Muzeum Górnośląskiego, Przyroda*, 14: 27–31.
- Kłys G., Rahmonov O. 2001. Wizja ochrony Podziemi Tarnogórskich jako największego systemu podziemnego w Polsce. *Przegląd Przyrodniczy* XII, 3–4: 149–156.
- Kłys G. 2004. *Przyroda Podziemi Tarnogórskich*. Pyrzowice.
- Kłys G. 2006. Subterranean galleries as laboratories for investigations – To loose or to salvage? [w:] Nowak A., Hebda G. (red.) *Biodiversity of quarries and pits*. Opole Scientific Society: 163–168.
- Клыс Г. 2007. Тарногурско-Бытомские подземелья (ТБП) как пример охраны подземных систем в программе Натура 2000 в Польше. [w:] *Проблемы охраны окружающей среды в условиях демократического строя на примере Таджикистана и Польши, как члена Европейского Союза*. Opole: 107–112.
- Kłys G., Wójcik A., Polonius A., Caputa Z., Adamska B., Kocot J., Stępień A. 2007. Ochrona i możliwości zagospodarowania unikatowego w skali europejskiej ekosystemu przyrodniczego – Podziemia Tarnogórsko-Bytomskie. *Badanie liczebności i składu gatunkowego zimujących nietoperzy. Rozpoznanie miejsc wlotu. Analiza mikroklimatyczna. Metody zabezpieczeń i ochrony*. SZT., Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.
- Kondracki J., 1988. *Geografia fizyczna Polski*. PWN, Warszawa.
- Lesiński G. 2006. Wpływ antropogenicznych przekształceń krajobrazu na strukturę i funkcjonowanie zespołów nietoperzy w Polsce. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Skubała P., Kłys G. 2002. Orbitid fauna (Acari: Oribatida) in the mine underground workings. [w:] Ignatowicz S. (red.) *Postępy polskiej akarologii*: 203–212.
- Wołoszyn, B.W. 1989. Chiroptera. [w:] *Historia i Ewolucja lądowej fauny Polski*, K. Kowalski (red.) *Folia Quaternaria*, 59–60: 129–141.
- Wołoszyn B.W. 2004. Jaskinie nieudostępnione do zwiedzania. *Kod Physis* 65. [w:] J. Herbich (red.) *Poradniki ochrony siedlisk i gatunków. Natura 2000. Tom IV: Ściany, piargi, rumowiska skalne i jaskinie*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 75–85.

# **ADAPTACJA SZTOLNI BĘDZIŃSKICH NA PODZIEMNĄ TRASĘ TURYSTYCZNĄ**

**Janusz Chmura**

*Wydział Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie*

## **1. Wstęp**

Najciekawszy rejon Będzina – Wzgórze Zamkowe, gdzie kształtowały się zręby miasta, skupiały się dzieje polityczne i militarne – pokazuje istotną rolę w kształtowaniu świadomości miejsca, lokalnej tożsamości kulturowej i historycznej. Dlatego też podjęto działania zmierzające do zabezpieczenia i udostępnienia sztolni będzińskich. Wykonana w ostatnim okresie dokumentacja miała za zadanie zaprojektowanie takich systemów zabezpieczeń wyrobisk, by można było podziemia bezpiecznie zwiedzać i użytkować. Istotnym elementem projektu jest wykonanie adaptacji części wyrobisk dla celów okresowej hibernacji nietoperzy.



Fig. 1. Wejście do sztolni będzińskich od strony południowo-wschodniej. Stan aktualny (foto. J. Chmura)

## **2. Historia powstania sztolni będzińskich**

Historia budowy i powstania sztolni będzińskich (Fig. 1) jest okryta tajemnicą. Dokładna data ich powstania jak i ich przeznaczenie nie jest do dziś do końca znane. Na podstawie relacji świadków, charakterystycznej budowy korytarzy, jak i wszelkich zidentyfikowanych napisów na ścianach wyrobisk próbowano ustalić najbardziej prawdopodobny ich zarys historyczny. Dość nietypowa budowa korytarzy świadczy o specyficznym przeznaczeniu podziemi. W wyrobiskach o rzucie poziomym w kształcie „ósemek” prawdopodobnie było składowisko materiałów wybuchowych. Rozbudowany ciąg tuneli rozchodzący się we wszystkich kierunkach zaprojektowany był celowo w ten sposób, aby w razie przypadkowego wybuchu nastąpił równomierny rozkład energii. Można z dużą dozą prawdopodobieństwa stwierdzić, że to właśnie oddziały niemieckie opracowały plany stworzenia podziemnej sieci korytarzy pod Wzgórzem Zamkowym, a do ich budowy wykorzystywani byli jeńcy wojenni z pobliskich obozów koncentracyjnych. Dziś dostępne są dwa główne ciągi wyrobisk z rozbudowaną siecią korytarzy, liczącą łącznie około 500 metrów długości.

## **3. Zarys warunków geologiczno-górnictwowych**

Obszar Będzina położony jest na Wyżynie Śląskiej. Jest to obszar o bardzo urozmaiconej budowie geologicznej, zasobny w kopaliny. Wyżyna Śląska, na której leży Będzin, zbudowana jest z mało odpornych skał paleozoicznych

pokrytych gruboziarnistymi piaskowcami, łłami, wapieniami i marglami. Na tych utworach zalegają osady czwartorzędowe: piaski, żwiry i gliny.

Wyjątkowe walory posiada Wzgórze Zamkowe, które jednak pod wpływem znacznych zmian antropogenicznych zmieniło swoje oblicze w zakresie pierwotnego urozmaicenia rzeźby terenu i pierwotnej budowy geologicznej. Szczególnie widać to w centralnej części wzgórza, gdzie kilkadziesiąt lat temu wykonano sieć podziemnych chodników. Górnotwór tego obszaru zbudowany jest z wapieni i dolomitów środkowotriasowych leżących na utworach karbońskich. We wnętrzu góry, w jej części północnej, widoczne są w chodnikach żółte dolomity oraz wapienie dolomityczne. Skały te są gęsto uławiczone. Ławice te łatwo się odspajają i odpadają od stropu. Istotny wpływ na podziemia ma uskoku bądźziński o generalnym przebiegu WN-ES. Działalność tektoniczna uwidacznia się nie tylko w chodnikach podziemi, ale również na powierzchni terenu. Wpływ uskoku w podziemnych korytarzach omawianego rejonu widoczny jest przede wszystkim w postaci licznych rys ukośnych czy wysuwaniu się poszczególnych elementów obudowy, co powoduje deformację skał i rumoszu skalnego do wnętrza wyrobisk. Oddziaływanie uskoku bądźzińskiego nie pozostało obojętne w stosunku do zabytkowych podziemi. Zniszczeniom tym podlegają przede wszystkim filary podporowe. W obudowie betonowej wpływ uskoku bądźzińskiego uwidacznia się w postaci licznych pęknięć i szczelin. Na ścianach korytarzy można zaobserwować zjawisko mineralizacji kalcytowej w postaci żył.

Dużym zagrożeniem dla podziemi są specyficzne stosunki wodne. Ich niekorzystny wpływ w dużej mierze przyczynił się do szybko posuwającej się destrukcji sztolni. W wyrobiskach widoczny jest wyraźny wpływ zjawisk krasowych. Nie ma pewności, co do źródeł wypływu wody w niektórych miejscach w skałach. W podziemiach powstało szereg nowych pęknięć, źródeł wypływającej wody, plam na obudowie. Wpływ wody na podziemne korytarze poza charakterem destrukcyjnym przyczynił się również do powstania wielu zjawisk naturalnych, począwszy od licznych nacieków na stropie czy wytrącaniu minerałów naturalnych wchodzących w skład budowy skał. Największy wpływ wilgoci uwidoczny jest w nitce wschodniej sztolni, w korytarzu całkowicie obetonowanym.

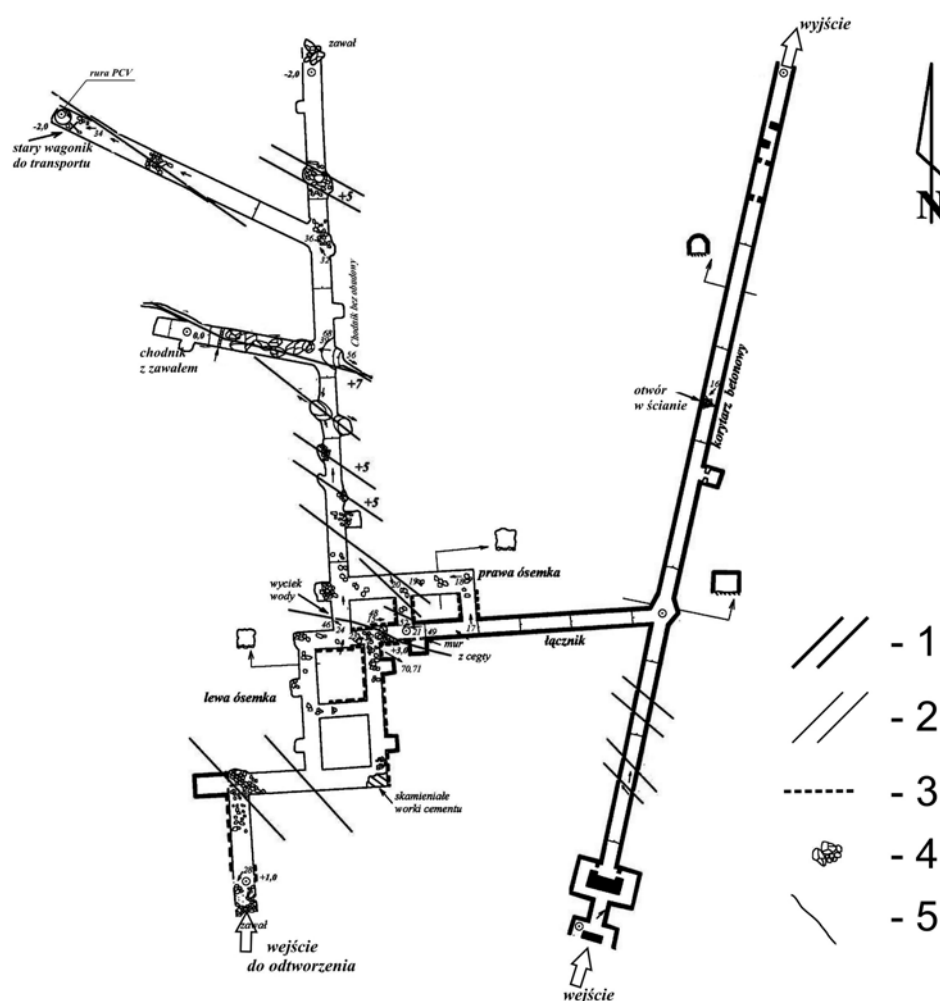


Fig. 2. Plan sztolni bądźzińskich. Legenda: 1-wyrobisko w obudowie betonowej; 2-wyrobisko bez obudowy; 3-wyrobisko z obudową betonową ociosów; 4-bloki i gruz skalny; 5-linie szczelin uskoku

Wykonane wyrobiska (Fig. 2) noszą ślady różnych faz ich budowy. Faza pierwsza budowy, to ich drażnienie pełno przekrojowe. Widać to w odnodze zachodniej, w jej części północnej. Wyrobisko to jest bez obudowy z widocznymi śladami po otworach strzałowych. Można więc przypuszczać, że wyrobiska zgłębiono metodami strzałowymi. W części południowej podziemi widać następny etap ich budowy. Część wyrobisk ma wykonane już betonowe ociosy, mówiące o technologii wykonania ostatecznej obudowy. Napotkano również na stare elementy drewniane świadczące o wykonywaniu krążyn do wylewania betonu, do obudowy ostatecznej. Znalaziono dość dużą ilość skamieniałych worków z cementem, co mogło znaczyć, że wojska niemieckie planowały dalszą rozbudowę wyrobisk. Ostatni etap budowy jest widoczny we wschodniej nitce sztolni. Ciąg ten jest w całości w obudowie betonowej. Widać tu dokładnie odcinki wykonywania obudowy betonowej, miejsca łączeń technologicznych oraz duże zniszczenia powstałe prawdopodobnie już w trakcie budowy oraz w okresie kilkudziesięciu lat po ich powstaniu.

Przeprowadzone obserwacje wskazują, że cały maszyn skalny posiada spękania ciosowe o dużej gęstości. Prawdopodobnie na skutek robót strzałowych oraz naturalnych procesów geomechanicznych wokół niezabudowanych wyrobisk, jakie zachodzą od ponad 60 lat, należy spodziewać się możliwości rozwarcia szczelin, odpajania i odpadania ławic wapienno-dolomitycznych oraz lokalnych zawałów. W efekcie tych procesów, również ze względu na małą głębokość zalegania stosunkowo wysokich wyrobisk można się liczyć z procesami nieciągłych osiadań powierzchni terenu.

### 3.1. Stan naprężenia i wytwężenia górotworu w otoczeniu nie obudowanych wyrobisk

W momencie wykonania wyrobisk dotychczasowa pierwotna równowaga skał w górotworze w rejonie wzgórze zamkowego została naruszona i powstał wtórny stan naprężeń o składowych odmiennych niż w masywie pierwotnym. W wyrobiskach pozbawionych obudowy górotwór może odkształcać się w kierunku wyrobiska. Następuje redystrybucja naprężeń pierwotnych. W stropie i spagu wyrobisk tworzą się strefy odprężone, w których naprężenia pionowe mają znacznie mniejszą wartość od pierwotnych ciśnień właściwych dla danej głębokości. Nie podparty strop wywiera dodatkowy nacisk na ociosy wyrobisk powodując wytworzenie się w ich sąsiedztwie obszarów zwiększonych naprężeń pionowych, które znacznie przewyższają wartość pierwotnych ciśnień pionowych w górotworze na rozpatrywanej głębokości. Równocześnie ze wzrostem naprężeń pionowych następuje w strefach przyociosowych spadek naprężeń poziomych, spowodowany odkształceniem się skał ku wybranej przestrzeni nie obudowanego wyrobiska. Z analizy wynika, że w zależności od kształtu przekroju i od stosunku wysokości do szerokości wyrobiska, a szczególnie od wartości liczbowej współczynnika Poissona  $\nu$  mogą występować w stropie naprężenia ściskające i rozciągające. Występowanie naprężeń rozciągających w stropie wyrobisk jest bardzo niekorzystne, ponieważ wytrzymałość skał na rozciąganie jest wielokrotnie mniejsza niż na ściskanie.

Analiza wielkości naprężeń w wyrobiskach będzińskich wskazuje, że:

- wyrobiska wykonane w skałach wapiennych i dolomitycznych posiadają stateczne ociosy we wszystkich przekrojach;
- w rozpatrywanych przekrojach występują niekorzystne naprężenia rozciągające, które obniżają stateczność skał stropowych.

Niższą stateczność posiada górotwór zbudowany ze skał wapiennych. Uławicenie skał wapiennych i dolomitycznych powoduje, że ich odkształcalność w kierunku prostopadłym do uławicenia jest kilka do kilkunastu razy większa, niż odkształcalność w kierunku równoległym. Anizotropia ta powoduje podzielność masywu skalnego na mniej lub bardziej regularne warstwy, powodując pęknięcia, rozwarstwienia i odspojenia wywołane przemieszczeniem się skał ku wybranej przestrzeni nie obudowanych wyrobisk. W tym wypadku profilaktyka polega na wprowadzeniu elementów obudowy lub konsolidacji skał w sąsiedztwie chronionych wyrobisk metodą górniczymi. Proces zabezpieczania wyrobisk wymaga równocześnie ciągłej obserwacji górotworu i obudowy ze względu na procesy zaciskania wybranych przestrzeni.

### 3.2. Charakterystyka zagrożeń naturalnych

Sieć podziemi będzińskich wydrążona została stosunkowo płytko. Wyrobiska te w części południowo-zachodniej biegną pod zabudowaniami, natomiast w części pozostałej pod niezabudowanym terenem. Główne zagrożenie wyrobisk, to zagrożenie zawałowe wywołane przebiegającym ukośnie w stosunku do wyrobisk uskokiem będzińskim. Na powierzchni terenu osiadania nieciągłe wywołane tymi deformacjami tektonicznymi najlepiej są widoczne w sąsiedztwie zaplecza Domu Parafialnego. Stosunkowo duży zasięg wpływu uskoku może w przyszłości spowodować zagrożenie również dla sąsiednich obiektów. Zagrożenie zawałowe jest jedynym realnym zagrożeniem mającym wpływ na stateczność wyrobisk. W podziemiach nie stwierdzono innych istotnych zagrożeń.

Wentylacja wyrobisk, szczególnie po udrożnieniu wejścia zachodniego oraz zamontowaniu rury w końcowej części odcinka zachodniego będzie wystarczająca do zapewnienia właściwych standardów aerologicznych. Wprowadzony monitoring dla celów hibernacji nietoperzy winien również przyczynić się do stworzenia długookresowej informacji na temat mikroklimatu w wyrobiskach.

Stwierdzić należy, że zagrożenie wodne będzie w dużym stopniu ograniczone. Zagrożeniem dla wyrobisk są wody opadowe. Uszczelnienie odcinka wschodniego, wprowadzenie zabezpieczeń w południowej części wyrobisk nitki zachodniej oraz ograniczonych zabezpieczeń w części przewidzianej do okresowej hibernacji nietoperzy winno do minimum ograniczyć zagrożenie wodne.

## 4. Program zagospodarowania podziemi

Specyficzne usytuowanie wyrobisk, gabaryty chodników oraz uwarunkowania geotechniczne były determinantą wykorzystania podziemi. Zaproponowano trzy strefy użytkowe:

- strefa A – turystyczno-edukacyjna, która winna spełniać wymogi ogólnodostępności oraz dla grup tematycznych (trasy geologiczne, historyczne, ekologiczne) oraz edukacyjnych (grup szkolnych i studenckich);
  - strefa B – ekspozycyjno-wystawiennicza – część wyrobisk przeznaczono na cele okresowych wystaw lub okolicznościowych spotkań;
  - strefa C – ochrony zagrożonych zwierząt (nietoperzy).
- Określenie funkcji wyrobisk warunkuje konieczność wydzielenia rejonów dla prowadzenia powyższej działalności.

#### 4.1. Przebieg trasy turystycznej

Ogólnodostępna trasa turystyczna przebiegać będzie w nitce wschodniej oraz rozbudowanej części pld.-zach. wyrobisk. Trasę udostępniać będą dwa wejścia od strony południowej. Część trasy może być użytkowana wspólnie z częścią wystawienniczo-ekspozycyjną. Wyjście z wyrobisk znajdować się będzie w północnej części trasy. Użytkowanie trasy turystycznej będzie możliwe przez cały rok, w zakresie wspólnym ze strefą ekspozycyjno-wystawienniczą.

#### 4.2. Pomieszczenia ekspozycyjno-wystawiennicze

Istotną rolę w użytkowaniu przyszłej podziemnej trasy turystycznej spełniać będą odcinki wyrobisk w części zachodnio-południowej. W wyniku prac zabezpieczających i „wybrani” części filarów w tzw. „ósemkach” powstaną duże komory mogące służyć celom ekspozycyjno-wystawienniczym. Wprowadzona, jako zabezpieczenie, obudowa górnicza nie zaburzy podziemnej przestrzeni. W celu pokazania pierwotnego górotworu część ociosów wyrobisk pozostanie bez obudowy. Powstanie kilku komór o znacznych gabarytach pozwoli na dość dużą dowolność w kształtowaniu podziemnej przestrzeni. Do wyrobisk doprowadzona będzie energia elektryczna wraz z zasilaniem awaryjnym umożliwiając organizację różnorodnych spotkań.

#### 4.3. Określenie możliwości adaptacji części wyrobisk jako hibernakulum dla nietoperzy

Jednym z obiektów, gdzie nietoperze znalazły zimowe schronienie są podziemia we Wzgórzu Zamkowym w Będzinie. Występująca tu sieć podziemna charakteryzuje się zróżnicowaniem mikroklimatycznym ważnym dla hibernacji nietoperzy. Obiekt ten może więc przyczynić się do aktywnej ochrony przedstawicieli rzędu *Chiroptera*. W wyniku penetracji części podziemnej zorientowano się w uwarunkowaniach mikroklimatycznych podziemi. Pomiarów mikroklimatu wskazały na korzystne uwarunkowania termiczne i wilgotnościowe dla potencjalnie mogących zasiedlać je nietoperzy. Adaptacja zimowiska powinna iść równoległe z ochroną otoczenia wzgórza zamkowego a szczególności miejsc wnikania przez nietoperze. Ochrona przyrody w mieście, w tym również nietoperzy, wymaga przestrzegania ogólnych zasad obowiązujących w tej dziedzinie.

### 5. Prace zabezpieczające w podziemiach będzińskich

Etapem I-szym zabezpieczenia wyrobisk będzie wprowadzenie drewnianej obudowy tymczasowej, szczególnie w rejonach najbardziej zdegradowanych. Zabudowa stempli musi poprzedzać wykonanie obudowy stalowej ostatecznej oraz roboty przybierkowej.

Obudowa ostateczna wyrobisk jest zróżnicowana ze względu na wspomniany już wcześniej zróżnicowany stan techniczny wyrobisk oraz wykonane 60 lat temu odcinki ostatecznej obudowy betonowej. Dlatego też przy projektowaniu zabezpieczeń rozróżniono sposoby zabezpieczeń nitki wschodniej i zachodniej oraz dostosowano do programu użytkowego zakres przybierek i zabezpieczeń w rejonie tzw. „ósemek”.

#### 5.1. Zabezpieczenie odcinków wyrobisk z istniejącą obudową betonową

Obudowa betonowa stanowiąca wschodni i środkowy ciąg wyrobisk znajduje się w zróżnicowanym stanie destrukcji oraz z różnym stopniem zawilgocenia wodami powierzchniowymi. W celu zmniejszenia zawilgocenia, a głównie zapobiegnięcia dalszej ich destrukcji należy wokół tych wyrobisk wytworzyć, metodą iniekcijną, warstwę upodatniającą. Zastosowanie pianobetonów o własnościach zarówno hydroizolacyjnych jak i podatności na zmienne obciążenia, wywołane ruchami górotworu towarzyszącymi strefie uskokowej, zapewni zahamowanie dalszego procesu destrukcji.

#### 5.2. Wykonanie obudowy podporowej

Wyrobiska w części zachodniej, bez obudowy, zabezpieczone zostaną obudową stalową, podatną. W chodnikach o szerokości do ok. 2,5 m zastosowane będą górnicze łuki podatne ŁP z odzwiami trójelementowymi. Najtrudniejszym etapem będzie zabezpieczenie wyrobisk w rejonie obecnych „ósemek”. Obecnie wyrobiska te prawie w całości są bez obudowy. Jednocześnie problem zabudowy wyrobisk komplikuje się ze względu na konieczność wybrania części istniejących filarów. Spowoduje to rozbudowę przestrzeni użytkowej, lecz jednocześnie ze względu na osłabienie podporności stropu wymaga wprowadzenie specjalnej obudowy stalowej. Zaproponowano więc zabezpieczenie górotworu kilkusegmentowymi podatnymi łukami stalowymi, dającymi gwarancję pełnego zabezpieczenia tych chodników (Fig. 3). W wyniku tych prac powstaną kilka komór o znacznych gabarytach, mogących w przyszłości służyć jako pomieszczenia ekspozycyjno-wystawiennicze.

Niezbędnym elementem zabezpieczającym będzie stabilizacja całego rejonu „ósemek”. Będzie ona polegała na wypełnieniu szczelin pionowych w stropie wyrobisk pianami cementowymi. Jest to spoiwo mineralno-cementowe o dużej wytrzymałości. Dopuszcza się zastosowanie innego środka o wyższych parametrach, ale pod warunkiem posiadania certyfikatów dla górnictwa, nie toksycznego i nie zaturowanych środowiska naturalnego.

Zaprojektowana obudowa stalowa pokryta zostanie cienkowarstwowym torkretem ze względu na bardzo zdegradowany górotwór. Będzie to mineralny torkret górniczy podawany metodą na sucho. Torkret winien też posiadać własności zabezpieczenia przed korozją obudowy stalowej.

W celu pokazania górotworu należy pozostawić część ociosów w stanie pierwotnym, tzn. nie pokrywać powierzchni ociosów. Miejsca pozostawione bez pokrycia torkretem winny być wytypowane w czasie robót zabezpieczających po stwierdzeniu ich pełnej stabilności i zwięzłości.

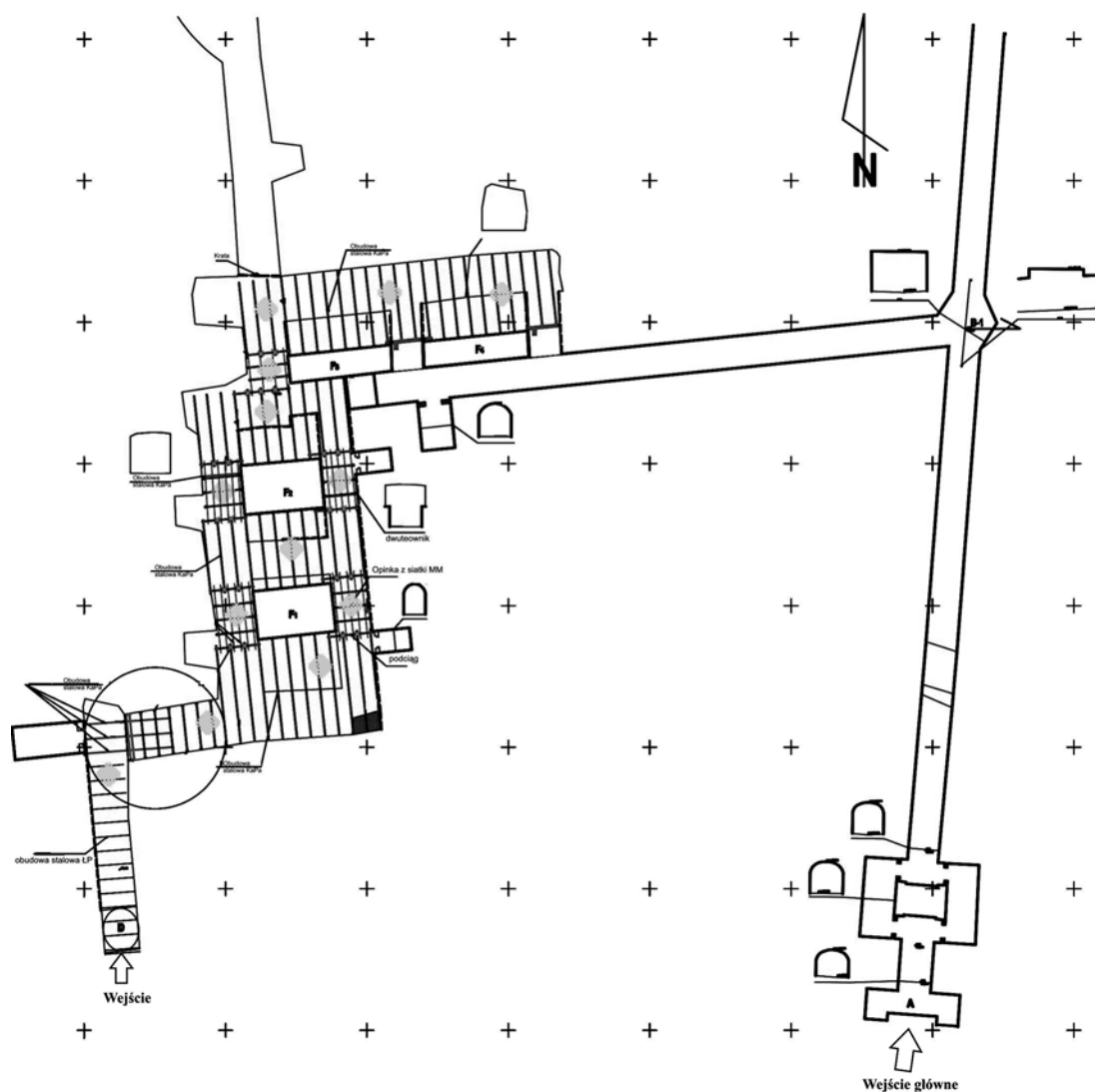


Fig. 3. Zabezpieczenie południowo zachodniej części wyrobisk górniczą obudową stalową

### 5.3. Zabezpieczenie odcinka dla hibernacji nietoperzy

Najbardziej zdegradowany jest górotwór w części zachodnio-północnej. Rejon ten jest bardzo zniszczony, zeszczelinowany. Szczeliny uskokowe znajdują się w części wyrobisk nieprzewidzianych do udostępnienia. Mają one przebieg równoległy do uskoku będzińskiego, zmienne wysokości i zamknięte są od powierzchni warstwą humusu o grubości od 1 do 2 m. Ze względu na ochronę nietoperzy ingerencja człowieka jest bardzo ograniczona. Nie wprowadza się tu elementów obudowy lub iniekcji skalających. Tylko ze względów bezpieczeństwa należy wypełnić podstropowe partie szczelin na całym ich przebiegu warstwą piano-betonu o miąższości minimalnej 1,0 m o własnościach hydroizolacyjnych i podwyższonej wytrzymałości na ściskanie. W końcowym odcinku zabudowana zostanie rura z tworzywa, mająca połączenie z powierzchnią.

### 5.4. Monitoring wyrobisk

Jednym z podstawowych zagadnień przy użytkowaniu sztolni będzińskich jako trasy turystycznej jest zapewnienie pełnego bezpieczeństwa osobom przebywającym w podziemiach. Wykonanie wyrobisk górniczych spowodowało

powstawanie przemieszczeń i deformacji zarówno powierzchni jak i górotworu. Ten ciągły proces zaciskania się wyrobisk będzie wprawdzie znacznie ograniczony przez wprowadzenie odpowiednich zabezpieczeń w chodnikach, jednak nie zostanie zatrzymany całkowicie. Dlatego też należy prowadzić monitoring górotworu w rejonie wyrobisk. Monitoring obejmować będzie również rejon powierzchni nad wyrobiskami, szczególnie w miejscach dużej degradacji górotworu spowodowanej uskokiem będzińskim.

Odpowiednio zaprojektowany i przeprowadzony pomiar jest w stanie oddać i opisać podstawowe wskaźniki deformacji obiektu jak również, przy odpowiednim opracowaniu graficznym, zobrazować jego przebieg w czasie.

## **6. Podsumowanie**

Zabezieczone i udostępnione podziemia będzińskie będą świadkiem historii tego regionu, pokazując jak kształtowały się losy miejsc i ludzi. Wprawdzie ta historia liczy tylko kilkadziesiąt lat, jednak w dziejach miasta jest bardzo istotna i warta zachowania. Podjęte prace projektowe są etapem do wykonania ostatecznych, nietypowych prac adaptacyjno-zabezpieczających. Stworzony zostanie ciekawy i specyficzny obiekt przyciągający rzesze turystów.

## **Literatura**

- Absalon D. + zespół, 2004. Waloryzacja przyrodnicza i krajobrazowa Miasta Będzina. Katowice, (maszynop.).
- Chmura J., Mikoś T., 2005. Koncepcja zabezpieczenia i adaptacji podziemi będzińskich pod Wzgórzem Zamkowym w Będzinie. AGH Kraków.
- Pawłowska K. + zespół, 2005. Koncepcja rewaloryzacji Parku na Wzgórzu Zamkowym w Będzinie. Kraków, (maszynop.).
- Polonius A., 2004. Waloryzacja podziemi Wzgórza Zamkowego w Będzinie. Będzin, (maszynop.).
- Siwek A., 2005 Góra. Zamkowa w Będzinie. Identyfikacja elementów historycznych – uwarunkowania konserwatorskie. Kraków, (maszynop.).
- Ziółkowski M., Muszer D., 2003. Opracowanie ekofizjograficzne dla Miasta Będzina, Katowice, (maszynop.).

# KOPALNIA ĆWICZEBNA W DĄBROWIE GÓRNICZEJ

Andrzej J. Wójcik, Janusz Chmura



## 1. Wstęp

Celem opracowania jest omówienie stanu technicznego wyrobisk podziemnych Kopalni Ćwiczebnej (zwanej także niesłusznie Sztolnią Ćwiczebną) i przedstawienie potencjalnych istniejących zagrożeń.

Należy stwierdzić, że opracowanie to w sposób ogólny przedstawia wymienione problemy i nie wyczerpuje całkowicie zagadnienia. Dokładna analiza stanu technicznego Kopalni Ćwiczebnej może być wykonana dopiero po przeprowadzeniu szczegółowych obserwacji i pomiarów, które to muszą być zrealizowane w zdecydowanie dłuższym okresie obserwacji.

## 2. Lokalizacja i opis powierzchni

Kopalnia Ćwiczebna zlokalizowana jest w południowo-wschodniej części dawnego obszaru górniczego Kopalni Węgla Kamiennego „Paryż” (poprzednia nazwa: KWK „Gen. Zawadzki”), w sąsiedztwie ulic Górniczej i Legionów Polskich w Dąbrowie Górniczej.

Powierzchnię terenu stanowi niewielki skwer miejski z pomnikiem Stanisława Staszica. Skwer usytuowany jest na łagodnym stoku nachylonym w kierunku północno-wschodnim. Ponadto w okolicy Kopalni usytuowany jest kościół św. Barbary oraz zabudowania Zespołu Szkół Zawodowych im. Stanisława Staszica oraz budynek Muzeum Miejskiego „Sztęgarka”.

## 3. Historia Kopalni Ćwiczebnej

Budowa Kopalni Ćwiczebnej została rozpoczęta w kwietniu 1927 r., a pierwszy etap budowy zakończono w 1929 r. Powstała Kopalnia, przy Państwowej Szkole Górniczej i Hutniczej, miała na celu praktyczne zaznajamianie uczniów z różnorodnymi urządzeniami górniczymi w prawdziwych warunkach kopalnianych.

Wykonywano także drażnienie wyrobisk. Powstałe w ten sposób wyrobiska możemy określić mianem sztolni (poziom I). Sumaryczna długość wyrobisk wynosiła około 250 m. Planowano nawet wykonanie szybu i montaż urządzeń szybowych, maszyny wyciągowej oraz wieży wyciągowej.

Oprócz prac typowo górniczych uczniowie Szkoły wykonywali także szereg pomiarów praktycznych z zakresu wentylacji, miernictwa podziemnego, jak i przeprowadzali zdjęcia geologiczne wyrobisk podziemnych. Planowano wykorzystać Kopalnię, po zakończeniu budowy, na muzeum górnicze.

W latach 1958–1961 wykonano szereg prac zabezpieczających wyrobiska Kopalni. Wykonano także wyrobiska pochyłe (upadowa I – zwana też „kamienną” i upadowa „południowa”) oraz wyrobisko poziome, łączące wymienione upadowe. Łączna długość nowo powstałych wyrobisk wynosiła około 100 m, przy różnicy poziomów 14,5 m. Planowano także wykonanie innych wyrobisk pochyłych i poziomych oraz szybu, który nosiłby nazwę „Staszic”.

W latach późniejszych (do 1966 r.) przeprowadzono prace górnicze polegające na zwiększeniu ilości wyrobisk. Wykonano między innymi chodnik ścianowy, podścianowy, szkoleniowy i wodny (poziom II). Łączna długość nowo powstałych wyrobisk wynosiła około 180 m.

Zajęcia praktyczne uczniów szkół górniczych realizowane w Kopalni Ćwiczebnej zostały definitywnie zakończone w 1994 r.

## 4. Zarys warunków geologiczno-górniczych terenu

Górotwór w rejonie Kopalni Ćwiczebnej budują utwory czwartorzędowe i zalegające bezpośrednio pod nim warstwy karbońskie.

Czwartorzęd – o niewielkiej miąższości 1–5 m, wykształcony jest w postaci utworów dyluwialno–aluwialnych typu glin i ilów pylistych i piaszczystych, przykrytych warstwą zwietrzliny i grubą warstwą gruntów nasypowych.

Karbon – rozpoznany na terenie dawnego obszaru górniczego KWK „Paryż” do głębokości 1000 m, reprezentowany jest przez warstwy orzeskie, rudzkie, siodłowe, porębskie, jakłowieckie i górne pietrkowickie.

Warstwy orzeskie – ograniczone są do dolnej części kompleksu. Litologicznie są to ilowce o zmiennym zapiaszczeniu, pyłowce oraz drobno i średnioziarniste piaskowce. W obrębie serii orzeskiej występują dość liczne pokłady węgla o numeracji od 346–364. W obrębie Kopalni Ćwiczebnej zidentyfikowano pokłady warstw orzeskich 358/1

o grubości 0,3 m oraz pokład 358/2, również o grubości 0,3 m Wschodnie tych pokładów znajdują się w południowej części rejonu Kopalni Ćwicznej.

**Warstwy rudzkie** – charakteryzują się dość znaczną węglonośnością. Występuje tutaj do 15 pokładów węgla o numeracji od 401 do 409. Wschodnie pokładów rudzkich przebiegają na północny-wschód od Kopalni Ćwicznej. W dawnej KWK „Paryż” udokumentowano następujące pokłady grupy rudzkiej: 401, 402, 404/1, 405/1, 405/3, 408, 409/1, 409/2. Pozostałe pokłady nie były dokumentowane z uwagi na niewielką miąższość (poniżej 0,6 m) oraz nieciągły charakter zalegania. W Kopalni Ćwicznej udostępniony jest pokład 401 (dawna numeracja 389). Posiada on miąższość 0,8 m i zapada pod kątem 10–15°, w kierunku południowo-zachodnim. Pozostałe pokłady grupy rudzkiej w rejonie Kopalni zalegają nieco głębiej, do głębokości około 110 m (pokład 409/2).

**Warstwy siodłowe** – stanowią serię będącą przedmiotem intensywnej odbudowy górniczej dawnej KWK „Paryż”. Pod względem litologicznym stanowią serię ilasto-węglową z pokładem 510 (pokład Reden). Pokład ten w kierunku zachodnim rozdziela się tworząc pokłady 510, 506, 504, 501. W rejonie Kopalni Ćwicznej pokład 510 zalega na głębokości około 140–180 m i posiada miąższość około 16 m (w większości został już wyeksploatowany).

**Warstwy porębskie** – zbudowane są z ilowców na ogół o dość znacznym zapiaszczeniu, piaskowców oraz drobno i średnioziarnistych piaskowców. Charakterystyczne ławice piaskowców występują w stropie pokładu 618 i między pokładami 620 i 621. W warstwach porębskich zidentyfikowano liczne pokłady węgla od 604 do 635/1 o grubości rzadko przekraczającej 0,8 m

**Warstwy jaskłowieckie** – cechują się wykształceniem piaskowcowo-ilastym. W serii tej na obszarze dawnej KWK „Paryż” spotyka się nieliczne cienkie pokłady węgla (zidentyfikowano tylko pokład 705 zalegający w stropie serii).

**Warstwy gruszowskie** – stanowiły w latach 1875–1962 przedmiot dość intensywnej eksploatacji w pobliżu wychodni, głównie przez dawne kopalnie „Flora” i „Mars”. Warstwy te występują prawie na całym dawnym obszarze górniczym KWK „Paryż”. Kompleks tych warstw charakteryzuje się wyraźną przewagą utworów ilowcowo-mułowcowych nad piaskowcami oraz obecnością licznych pokładów węgla o numeracji od 801 do 846/2. Miąższość warstw gruszowskich na tym obszarze waha się od około 400 do 520 m

**Warstwy pietrkowickie górne** – są najstarszym ogniwem warstw brzeżnych. Rozpoznane zostały w kilku otworach wiertniczych. Charakteryzują się pod względem litologicznym piaskowcowym charakterem. Otworami wiertniczymi przewiercono około 110 m serii, przy czym spągu serii nie dowieziono. Napotkano szereg pokładów węgla o miąższości od 0,15 do 1,2 m oraz dwa pokłady o miąższości dochodzącej do 2 m (pokład 901 i 910).

## 5. Eksploatacja górnicza w rejonie Kopalni Ćwicznej

Bezpośrednio pod Kopalnią Ćwiczną przeprowadzona była eksploatacja górnicza w pokładzie 510. Pokład ten zalegający tu na głębokości 140–180 m był eksploatowany systemem ścianowym na warstwy z zastosowaniem podsadzki hydraulicznej. Eksploatacja prowadzona była w latach 1912–1954 (z przerwami).

W pokładach grupy 400 eksploatacja górnicza prowadzona była w niewielkiej odległości na wschód od Kopalni Ćwicznej (w odległości około 100–300 m):

- pokład 405/1 – w latach 1917–1923,
- pokład 405/3 – w latach 1920–1923,
- pokład 409/1 – w latach 1902–1923,
- pokład 409/2 – w latach 1902–1923.

Eksploatację węgla przeprowadzono także systemami ścianowymi na podsadzkę hydrauliczną, bezpośrednio pod Kopalnią Ćwiczną w następujących pokładach:

- pokład 409/2 o miąższości około 2,4 m – w latach 1990–1995,
- pokład 510 – warstwa IV i V o miąższości około 6 m – w latach 1992–1996,
- pokład 816 o miąższości 1,3–2,2 m – w latach 1990–1996.

## 6. Ogólna ocena stanu technicznego Kopalni Ćwicznej

W latach 2006–2007 przeprowadzano kilkakrotnie wizję w wyrobiskach Kopalni Ćwicznej. Pozwoliło to na ogólny pogląd dotyczący stanu i zachodzących procesów degradacji wyrobisk górniczych.

Należy stwierdzić, że stan techniczny tych wyrobisk zdecydowanie się pogarsza. Widoczne są procesy degradacyjne przejawiające się w formie korozji obudowy i sprzętu znajdującego się w Kopalni. Widoczne są też przejawy niszczenia obudowy wyrobisk. Jest to prawdopodobnie związane:

- ze wzrostem wilgotności wynikającej z wyłączenia systemu odwadniania i usuwania wody dopływającej do wyrobisk,
- z procesem zaciskania chodników, które jest spowodowane ciśnieniami niestabilnego górotworu i brakiem bieżącej konserwacji.

Istotnym zagadnieniem jest także brak odpowiedniej wentylacji w wyrobiskach górniczych, co skutkuje wzrostem wilgotności w podziemiach.

Ocenę stanu technicznego dokonano tylko pobieżnie, jednak pozwala ona na stwierdzenie, że oddziaływanie górotworu, brak konserwacji, zabezpieczania obudowy oraz zaniechanie odwadniania doprowadzi do niekontrolowanych zniszczeń, co podniesie z pewnością koszty wykonania przyszłych prac zabezpieczających lub likwidujących wyrobiska górnicze.

Należy stwierdzić, że w chwili obecnej Kopalnia Ćwiczna jest niedostępna dla personelu Muzeum Miejskiego „Sztęgarka”, jak również innych specjalistów. W takim przypadku istnieje konieczność jak najszybszego wykonania sy-

stemu zasilania elektrycznego oraz uruchomienia systemu odwadniania i wentylacji. Pozwoli to w konsekwencji na dokonanie szczegółowej i niezbędnej oceny stanu technicznego wyrobisk górniczych, a tym samym na podjęcie decyzji, co do dalszych losów Kopalni Ćwicznej, czyli zabezpieczenia, w tym także adaptacji dla celów turystycznych lub likwidacji wyrobisk górniczych.

## 7. Zagrożenia naturalne w Kopalni Ćwicznej

### 7.1. Zagrożenia statyki

Brak, przez wiele lat, bieżącej konserwacji i zabezpieczania obudowy chodników Kopalni Ćwicznej spowodował znaczną ich degradację.

W samej Kopalni nie wykonywano obserwacji górotworu oraz przemieszczeń konturów wyrobisk. Nie ma więc żadnych informacji o osiadaniach i przemieszczeniach w wyrobiskach kopalnianych. Jednak widoczny jest postępujący proces destrukcyjny w postaci pojawiających się spękań, zaciskania obudowy i jej deformacji, co w konsekwencji powoduje znaczne obniżenie powierzchni nad wyrobiskami.

Osobnym zagadnieniem, dotychczas niezbadanym i nie udokumentowanym, jest skala wpływu istniejącej przez lata działalności górniczej, związanej z eksploatacją pokładów węgla kamiennego, występujących poniżej i w rejonie wyrobisk Kopalni Ćwicznej. Wymaga to przeprowadzenia długotrwałych i szczegółowych prac badawczych, w tym także wykonania szeregu obserwacji geodezyjnych, również przemieszczeń wyrobisk samej Kopalni, jak i budynków zlokalizowanych w jej sąsiedztwie (w tym: Kościół p.w. św. Barbary, Muzeum Miejskie „Szttygarka”). Należy zaznaczyć, że proces zaciskania istniejących wyrobisk Kopalni Ćwicznej (wykonanych z różnych materiałów: beton, cegła, kamień, stal) objawia się już widocznymi zapadliskami na terenie parku zlokalizowanego nad samymi wyrobiskami (*vide*: załączona dokumentacja fotograficzna). Ma to również wpływ na uzbrojenie terenu, w tym przede wszystkim, na istniejące w tym rejonie systemy sieci wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych powodując ich uszkodzenia. Powstające deformacje górotworu mają także wpływ na istniejący układ sieci dróg i chodników, powodując widoczne już dzisiaj ich zmiany, na przykład w postaci pęknięć i przesunięć, łącznie z przemieszczaniem drzewostanu w parku zlokalizowanym nad wyrobiskami Kopalni Ćwicznej.

W przypadku postępującej degradacji terenu wskazane będzie zapewne także wykonywanie dodatkowych zabezpieczeń terenów zapadliskowych (ogrodzenie) tak, aby uniemożliwić do nich dostęp osób postronnych.

Brak jest także aktualnych danych dotyczących stanu technicznego uzbrojenia w tym rejonie, co uniemożliwia odniesienie się do oceny skali zagrożenia spowodowanego osiadaniem. Konieczne jest więc jak najszybsze rozpoczęcie pomiarów przemieszczeń obudów wyrobisk górniczych. Najprostszym sposobem byłby pomiar konwergencji chodników Kopalni Ćwicznej w kilku wyznaczonych punktach. Pomiar taki powinna przeprowadzić specjalistyczna firma, mająca doświadczenie w tego typu obserwacjach w górniczych obiektach podziemnych.

### 7.2. Zagrożenie wodne

W najniższych partiach wyrobisk Kopalni Ćwicznej (poziom II) zamontowane były pompy odprowadzające nadmiar dopływającej wody. Jednak od pięciu miesięcy pompy są całkowicie wyłączone, a według różnych informacji były one także, w okresach poprzednich, długotrwale wyłączane.

Należy zaznaczyć, że obecnie dopływ wody do podziemi następuje w sposób niekontrolowany. Powoduje to zniszczenie obudowy w zatopionych wyrobiskach i wzrost zagrożenia dla całego obiektu. Dlatego też niezwykle pilnym jest podjęcie działań związanych z uruchomieniem systemu odwadniania i prowadzenie jego obserwacji. Musi to być powiązane z obserwacjami geodezyjnymi w wyrobiskach, gdyż niekontrolowane obniżanie zwierciadła wody prowadzi do powstawania zawałów wyrobisk i może spowodować bardzo znaczne obniżenie powierzchni nad wyrobiskami (powstanie dużych zapadlisk).

### 7.3. Inne zagrożenia

Wśród innych istniejących zagrożeń należy zwrócić także uwagę na brak wentylacji w istniejących wyrobiskach górniczych. Kopalnia Ćwiczna posiada tylko dwa otwory wentylacyjne (wlot sztolni i szybik wentylacyjny). Przewidywane było wiele lat temu zgłębienie dodatkowego szybu do poziomu II. Pozwoliłoby to zapewne na poprawę stanu przewietrzania wyrobisk. Brak połączenia wentylacyjnego znacznie utrudnia właściwe przewietrzenie wyrobisk zlokalizowanych na głębszym poziomie II.

W przypadku wykonania projektu adaptacji wyrobisk górniczych na podziemną trasę turystyczną, należy także rozważyć wykonanie projektu i realizacji otworów wentylacyjnych (szybik), naprawiających istniejący system przewietrzania. Wykonany w przyszłości szybik będzie stanowił także ewentualną drogą ewakuacji osób, odwiedzających wyrobiska podziemne, w przypadku zaistnienia nieszczęśliwych wypadków.

## 8. Podsumowanie

W ostatnim okresie czasu można zaobserwować zdecydowanie postępujący proces degradacji w wyrobiskach Kopalni Ćwicznej w Dąbrowie Górniczej. Przejawia się to przede wszystkim w formie:

- widocznych osiadań na powierzchni, bezpośrednio nad wyrobiskami,
- postępującej degradacji obudowy i górotworu w podziemiach Kopalni,
- wzrostu zagrożenia wodnego, spowodowanego wyłączeniem systemu odwadniania.

Te zasygnalizowane zagrożenia skutkują istnieniem zawałów wyrobisk i w rezultacie prowadzą do powstania dużych zapadlisk na powierzchni terenu. Skutkują także awariami dróg, chodników, a także istniejącej sieci wodnej, kanalizacyjnej i gazowej zlokalizowanej w rejonie Kopalni Ćwicznej.

Niezbędne jest więc jak najszybsze podjęcie działań zmierzających do szczegółowej oceny stanu technicznego wyrobisk oraz wpływu tych wyrobisk na powierzchnię oraz określenie docelowych funkcji Kopalni Ćwicznej, a w rezultacie wykonania prac badawczych i opracowania projektu technicznego zabezpieczenia (adaptacji) lub likwidacji wyrobisk górniczych. Zadanie to jest możliwe do realizacji dopiero po wykonaniu niezbędnych prac zabezpieczających, w tym przeprowadzenia naprawy istniejącego systemu odwadniania oraz wentylacji w wyrobiskach Kopalni Ćwicznej.

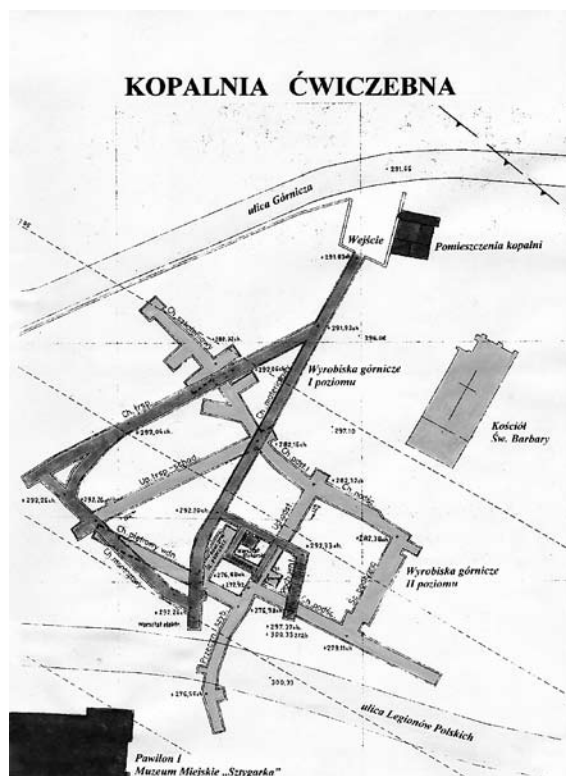
Należy zaznaczyć, że istnienie niezabezpieczonych i nie monitorowanych wyrobisk górniczych na obszarach zurbanizowanych (zabudowa miejska) doprowadza, z upływem czasu, do powstawania szeregu deformacji górotworu, których skala oraz szybkość zmian jest trudna do przewidzenia.

## Literatura

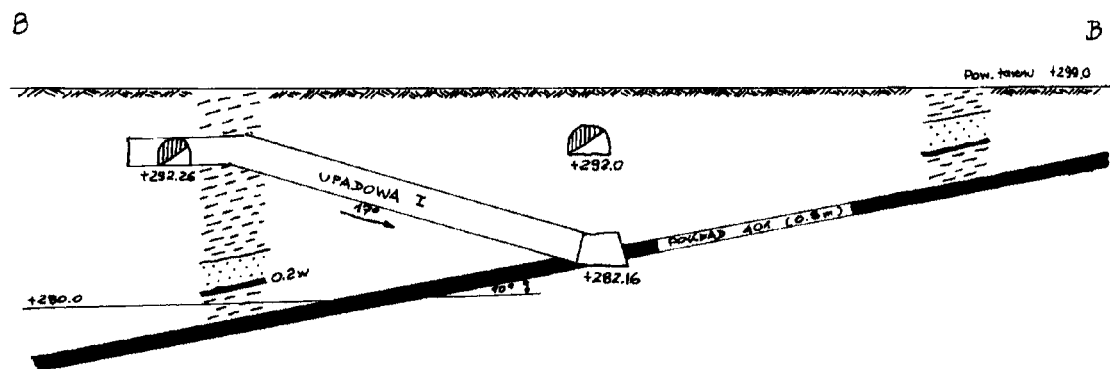
(wybór)

- Bielecki S., Wójcik A. J., 2003. Ochrona zabytków przemysłowych w zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego Zagłębia Dąbrowskiego. [w:] Mater. Konf. SITG „Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych”, Katowice: 138–141.
- Chmura J., Wójcik A. J., 2005. Problemy ochrony i udostępnianie podziemnych geostanowisk w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Górnictwo i Geoinżynieria*, Kwart. AGH, 3/1: 135–144.
- Łabuz M., Rybak A., Wójcik A. J., 1998. Dąbrowa Górnicza. Miasto i przemysł. Przewodnik po wystawie. Muzeum Miejskie „Szttygarka”, Dąbrowa Górnicza: 1–20.
- Rybak A., Wójcik A. J., 1998. Franciszek Maria Lanci – budowniczy gmachu zarządu Górniczego w Dąbrowie Górniczej. *Raptularz Kulturalny*, 3: 30–33.
- Rybak A., Wójcik A. J., 1998. Muzeum Miejskie „Szttygarka”. *Vademecum*. Arch. Muzeum Miejskiego „Szttygarka”. Dąbrowa Górnicza: 1–40.
- Rybak A., Wójcik A. J., 1999. Zarys dziejów Muzeum Miejskiego „Szttygarka”. *Zesz. Muzeum Miejskiego „Szttygarka”*, t. I: 5–10.
- Rybak A., Wójcik A. J., 1999. Budynek Zarządu Górniczego w Dąbrowie Górniczej. *Zesz. Muzeum Miejskiego „Szttygarka”*, t. I: 10–14.
- Rybak A., Wójcik A. J., 2000. Pomnik Stanisława Staszica w Dąbrowie Górniczej. *Wiad. Zagł.*, 17: 13.
- Wójcik A. J., 1988. Muzeum Miejskie w Dąbrowie Górniczej. [w:] *Muzea województwa katowickiego. Informator-suplement*. Muzeum Śląskie, Katowice: 3–5.
- Wójcik A. J., 1982. 70 lat Muzeum Geologicznego w Dąbrowie Górniczej. *Prz. Geol.* 8: 448.
- Wójcik A. J., 1988. Ośrodek Muzealno-Dydaktyczny „Szttygarki”. *Prz. Geol.* 7: 429.
- Wójcik A. J., 1989. Muzeum Geologiczne „Szttygarki” w Dąbrowie Górniczej. [w:] *Mater. Symp. Nauk. 100-lecia „Szttygarki*, Państw. Agencja Węgla Kam., Dąbrowa Górnicza: 1–8.
- Wójcik A. J., 1994. Dąbrowska „Szttygarka” – Muzeum Geologiczne. *Magazyn Szkolny*, Katowice, 8.
- Wójcik A. J., 1995. Ośrodek Muzealno-Dydaktyczny Zespołu Szkół Zawodowych Szttygarka. [w:] D. Chevalier, A. Martin, (eds.) *Connaitre, Conserver, Transmettre. Les techniques et les savoirs des metiers. Repertoire des organismes de conservation active des techniques en Europe. Etude realise dans le code du programme REMUS 1995*. Paris: 85.
- Wójcik A. J., 1996. Dąbrowska Szttygarka na tle początków górnictwa węglowego w Zagłębiu Dąbrowskim. *Prz. Gór.*, 6: 37–40.
- Wójcik A. J., 1998. Ośrodek Muzealno-Dydaktyczny „Szttygarki” w Dąbrowie Górniczej (rys historyczny). *Raptularz Kulturalny*, 2: 26–28.
- Wójcik A. J., 1999. Pomnik Stanisława Staszica w Dąbrowie Górniczej. *Raptularz Kulturalny*, 6: 96–97.
- Wójcik A. J., 2001. 112 lat tradycji Muzeum Miejskiego „Szttygarka”. *Raptularz Kulturalny*, 13: 38–39.
- Wójcik A. J., 2001. Sztolnia Ćwiczna Muzeum Miejskiego „Szttygarka” – informator Muzeum Miejskiego „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. Muzeum Miejskie „Szttygarka”, Dąbrowa Górnicza.
- Wójcik A. J., 2001. Działalność edukacyjna Muzeum Miejskiego „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. *Raptularz Kulturalny*, 14: 14–17.
- Wójcik A. J., 2001. Sztolnia Ćwiczna Muzeum Miejskiego „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. *Raptularz Kulturalny*, 15: 44–49.
- Wójcik A. J., 2001. Sztolnia Ćwiczna Muzeum Miejskiego „Szttygarka” jako dokument historii górnictwa węglowego w Zagłębiu Dąbrowskim. [w:] *Materiały konferencji naukowo-technicznej „Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”* – AGH w Krakowie, Kopalnia Soli w Bochni: 437–444.
- Wójcik A. J., 2002. Miejsce i rola Muzeum Miejskiego „Szttygarka” w życiu naukowym Zagłębia Dąbrowskiego (zarys dziejów). [w:] *Mater. Konf. XI Szkoły Eksploatacji Podziemnej*. t. 2, PAN–Kraków: 821–830.
- Wójcik A. J., 2002. Zarys dziejów Muzeum Miejskiego „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. [w:] Grodzicki A., Lorenc M. W. (red.); *Uczniowie Agricoli. Materiały z konferencji górniczej w Kowarach z 1999 roku*. Muz. Karkonoskie, Jelenia Góra: 293–297.
- Wójcik A. J., 2003. Możliwości wykorzystania dziedzictwa techniki górniczej Zagłębia Dąbrowskiego w aspekcie ochrony krajobrazu kulturowego. *Kwart. Górnictwo i Geoinżynieria*, 3–4: 635–640.
- Wójcik A. J., 2003. Wstępna analiza możliwości wykorzystania dziedzictwa techniki w aspekcie ochrony krajobrazu historycznego i kształtowania przestrzeni przyrodniczej i kulturowej. [w:] *II Konfer. „Ochrona zabytków górniczych*.

Wójcik A. J., 2004. Zabytki techniki i ich wykorzystanie w ochronie krajobrazu historycznego i kształtowania przestrzeni przyrodniczej i kulturowej. [w:] Bogactwo dziedzictwa przemysłowego jako wyzwanie i atrakcyjny produkt dla turystyki i rekreacji. I Konf. Międz., Zabrze 10–11 IX 2004 r. Katowice: 53–58.



### Schematyczny plan Kopalni Ćwiczebnej – A



Schematyczny przekrój geologiczny przez Kopalnię Ćwiczebną – B



Fotografie przedstawiające aktualny stan powierzchni terenu w rejonie Kopalni Ćwiczebnej

## WYCIECZKA TERENOWA A

### BĘDZIN, WZGÓRZE ZAMKOWE – PODZIEMIA

A. Polonius

Pod koniec II wojny światowej okupujący miasto Będzin Niemcy rozpoczęli drążenie, we wschodniej części Wzgórza Zamkowego, tajemniczych podziemi. Prace trwały nieprzerwanie, niemal do samego momentu wkroczenia do miasta wojsk radzieckich. Po zakończeniu działań wojennych pamięć o podziemnych korytarzach wśród mieszkańców miasta stopniowo zanikała. Do dnia dzisiejszego ludzi pamiętających tamte czasy pozostało bardzo niewiele, a wobec upływu tak wielu lat pamięć tych, którzy jeszcze żyją, okazuje się niepełna. Nikt z tych osób nie potrafi powiedzieć, czemu miały służyć lochy. Nie zachowały się żadne dokumenty z tamtych czasów i przeznaczenie tego obiektu pozostaje zagadką. Jednak zachowane podziemne korytarze stanowią ciekawy obiekt kultury materialnej oraz przyrodniczy a odpowiednio zagospodarowane mogą stać się atrakcją turystyczną miasta Będzina.

Fragment korytarzy, które zaczęto drążyć w 1942 lub 1943 roku oraz część naturalnych szczelin skalnych znajduje się pod zabudowaniami i ulicami Wzgórza Zamkowego (rys. 1). Część tych korytarzy posiada betonową obudowę, a pozostała część to chodniki pozbawione jakiegokolwiek zabezpieczenia (w chwili obecnej tymczasowo zabezpieczone drewnianymi stemplami). Obok niewątpliwych korzyści dla rozwoju turystyki, pustki podziemne niosą ze sobą również duże zagrożenie związane z brakiem stabilności górotworu.

#### Geologia

Chodniki podziemne zostały wykute w skałach środkowego triasu. Dzięki temu, że tylko część korytarzy posiada betonową obudowę można określić rodzaj tych skał.

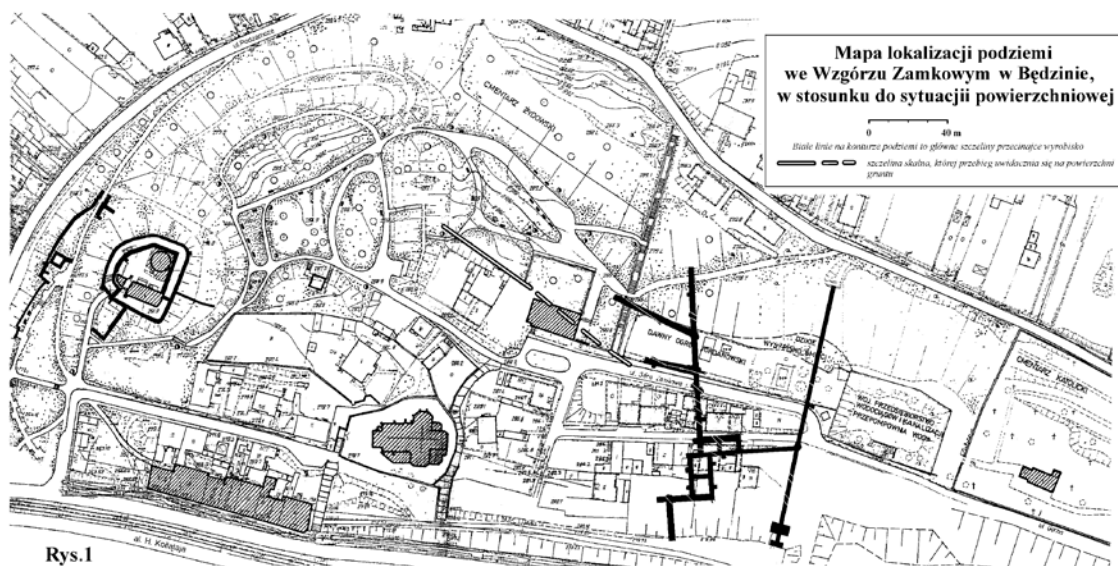
Generalnie, we wnętrzu góry obserwuje się dużą zmienność litologiczną.

Od strony południowej występują szare dolomity i wapienie dolomityczne zaliczane do dolomitów kruszczonośnych (Absalon i in., 2004). Miejscami są to dolomity komórkowe. W odsłonięciu nad południowymi otworami skały te są drobno uławiczone co jest wynikiem specyficznego wietrzenia tych skał. We wnętrzu góry (bardziej na północ), są widoczne żółte dolomity i wapienie dolomityczne oraz słabo związane dolomity piaszczyste. Natomiast w okolicy „korytarza z wagonikiem” w ścianach i stropie widać bardzo związane zlepienie dolomityczne o barwie żółto-szarej.

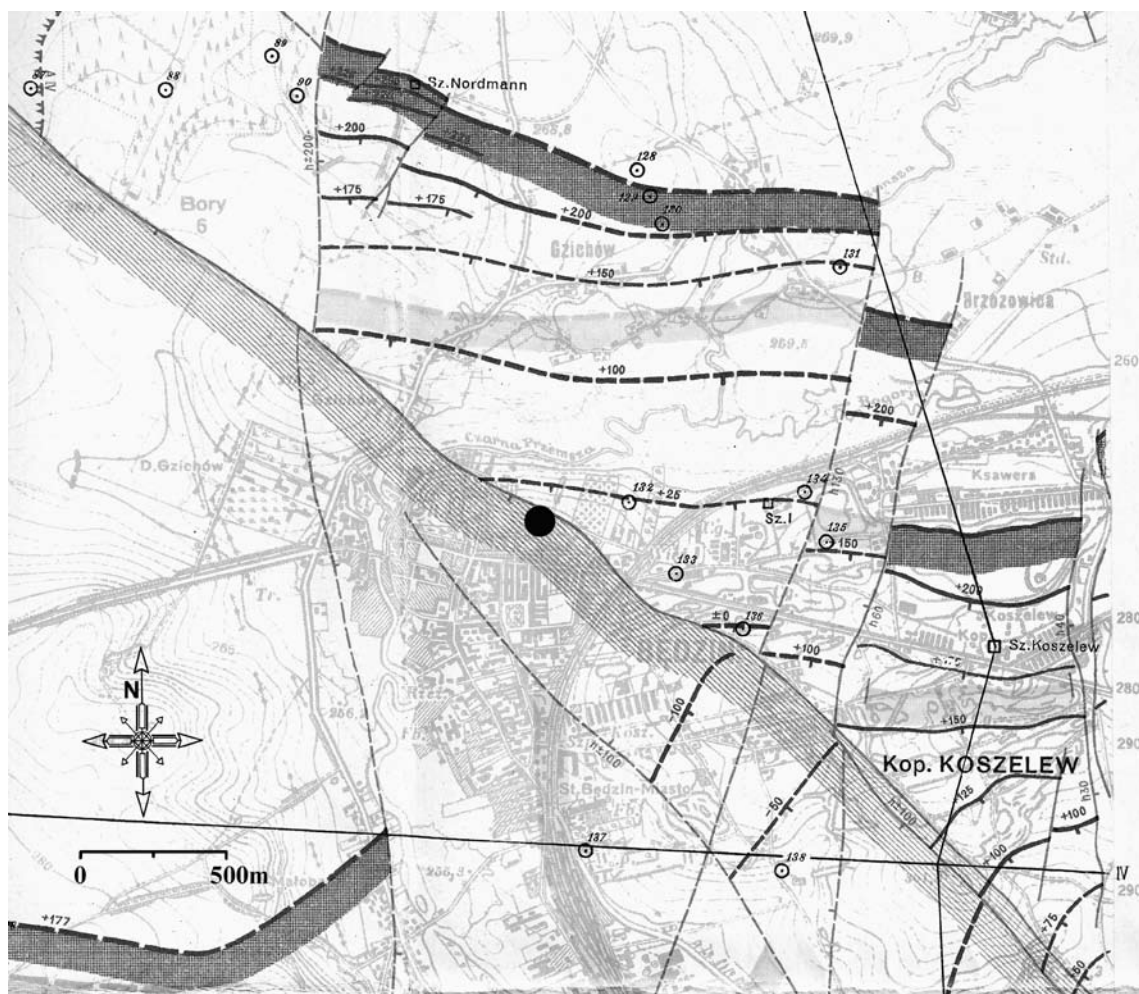
W żadnym rodzaju skał nie zaobserwowano, opisywanej w literaturze, fauny. Natomiast miejscami spotyka się ciekawą mineralizację kalcytową w postaci żył.

Dolomity od strony południowej są słabo uławiczone, natomiast skały w rejonie „prawej i lewej ósemki” są silnie uławiczone i są to ławice średnio grube i grube. Ławice te łatwo się odpajają i odpadają od stropu. Mają one nachylenie w kierunku północnym i północno-zachodnim. Pomierzone kierunki oscylowały wokół następujących wartości: 358/28, 348/15, 350/20. Od strony północno-zachodniej w zlepnięciach dolomitycznych uławiczenie jest słabe lub zupełnie niewidoczne.

Nawet pobieżne obserwacje prowadzą do wniosku, że cały maszyn skalny wzgórza jest wyjątkowo silnie zaangażowany tektonicznie. Jest to związane z faktem, że całe wzniesienie (w tym podziemne korytarze) jest przecięte uskokiem będzińskim zrzucającym skrzydło południowe o około 100-150 m. Przebieg tego uskoku przedstawia rys. 3. Cały system spękań związany z tym uskokiem jest doskonale widoczny w nieobudowanej części podziemi. Gęstość tych spękań jest bardzo duża. Niektóre z nich są szeroko rozwarte (do 2 m), inne są całkiem zamknięte. Kierunki ich rozciągłości zawierają się w przedziale pomiędzy 280 i 310°, a nachylenie jest bardzo strome, w przedziale 75-90° z nachyleniem ku SW.







Rys. 3. Przebieg uskoku będzińskiego (jasna kreskowana linia) przez Wzgórze Zamkowe w Będzinie. Czarną kropką zaznaczono położenie podziemi

temperatura wieloletnia dla Będzina wynosi  $8,9^{\circ}\text{C}$  (Absalon i in., 2004) i zbliżona temperatura powinna panować pod ziemią. Podwyższone wartości tej temperatury świadczą o bliskości powierzchni ziemi i silnym wpływie warunków zewnętrznych na stan atmosfery pod ziemią. Oznacza to jednocześnie, że podczas mroźnych zim, temperatura wnętrza może spadać poniżej średniej wieloletniej.

Temperaturę wnętrza mierzono w „łączniku”, w pobliżu szczeliny z wypływem wody. Natomiast temperaturę zewnętrzną mierzono w cieniu drzew, kilka metrów przed otworem południowo-wschodnim. Wartości temperatury i wilgotności zmierzone w trakcie badań podano w tabeli 1.

Do ciekawszych zjawisk klimatycznych zaobserwowanych w podziemiach należy również deszcz podziemny występujący szczególnie intensywnie w rejonie „prawej ósemki”, a utrzymujący się około dwie, trzy doby po intensywnym opadzie deszczu. Jednocześnie, po opadach deszczu błyskawicznie zwiększa się ilość wody wypływająca ze szczeliny z wypływem.

Tabela 1

| Data       | temp. wnętrza                                            | wilgotność powietrza we wnętrzu | temp. na zewnątrz                                        | wilgotność powietrza na zewnątrz |
|------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 7.09.2004  | s – $10,3^{\circ}\text{C}$<br>m – $10,2^{\circ}\text{C}$ | 100%                            | s – $23,4^{\circ}\text{C}$<br>m – $17,2^{\circ}\text{C}$ | 52%                              |
| 9.09.2004  | s – $10,9^{\circ}\text{C}$<br>m – $10,9^{\circ}\text{C}$ | 100%                            | s – $15,4^{\circ}\text{C}$<br>m – $10,0^{\circ}\text{C}$ | 50%                              |
| 27.09.2004 | s – $10,9^{\circ}\text{C}$<br>m – $10,9^{\circ}\text{C}$ | 100%                            | s – $12,7^{\circ}\text{C}$<br>m – $10,5^{\circ}\text{C}$ | 75%                              |

s – termometr suchy, m – termometr zwilżony

### **Fauna i flora**

Obserwowana w podziemiach fauna jest dosyć uboga. Jedynie w części przyotworowej otworu południowo-wschodniego zarejestrowano niewielką ilość muchówek.

Oprócz wspomnianych muchówek i jednej dżdżownicy w „łączniku”, innych bezkręgowców nie obserwowano.

Z danych literaturowych wynika, że w korytarzach gnieźdzą się nietoperze (Bąk, 1999; przekazy ustne), jednak w trakcie kolejnych odwiedzin obserwowano tylko pojedyncze osobniki w locie, w rejonie „korytarza z wagonikiem” i końcowej części „korytarza spękanego”. Gatunek nietoperzy nie został oznaczony.

Flory zielonej, z oczywistej przyczyny braku światła, nie obserwowano, natomiast w dwóch miejscach, w „korytarzu spękanym”, zaobserwowano rozwijające się na zbutwiałym drewnie, białe pleśnie. Obserwacje z innych podziemi i jaskiń wskazują, że przy dużej ilości materii organicznej i dużej ilości ludzi w podziemiach, pleśnie rozwijają się bardzo intensywnie, natomiast w podziemiach będzińskich, mimo dobrych warunków pleśnie rozwijają się tylko w dwóch niewielkich płatach.

Bliskość powierzchni ziemi sprawia, że w wielu miejscach można obserwować korzenie roślin, „przebijające się” do wyrobisk. Największą ilość korzeni można zobaczyć w stropie korytarzy w pobliżu otworu południowo- i północno-zachodniego, oraz w stropach większości szczelin przecinających „korytarz spękany”.

### **Literatura**

Absalon D., Leśniok M., Nita J., Parusel J. 2004: Waloryzacja przyrodnicza i krajobrazowa miasta Będzina; maszynopis, Referat Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Będzin.

Bąk M., 1999: Podziemia będzińskie; Przyroda Górnego Śląska, Nr 18, zima, Biuletyn Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska.

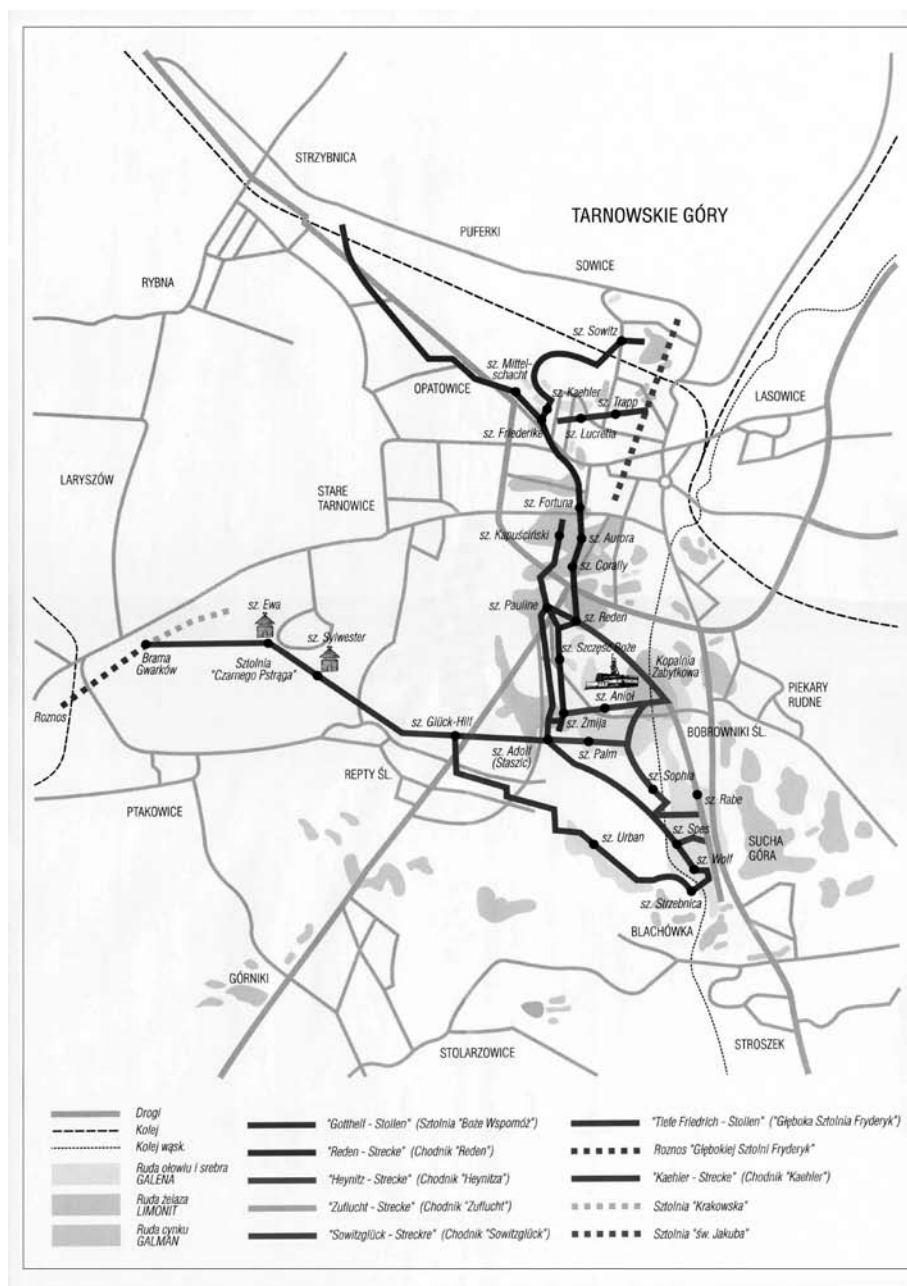
## WYCIECZKA TERENOWA B I C

# OBIEKTY TURYSTYCZNE W OBRĘBIE PODZIEMI TARNOGÓRSKO-BYTOMSKICH

Ł. Polonius, A. Polonius

### Sztolnia Czarnego Pstrąga

Pomysł utworzenia obiektu turystycznego w Głębokiej Sztolni Fryderyk, między świetlikami numer 13 i 17, podsunął Czesław Piernikarczyk w 1956 roku. Nie był to pierwszy pomysł wykorzystania łodzi w Podziemiach Tarnogórskich: w czasach historycznych urzędnicy górniczy z Fryderykiem Redenem na czele, otwierając sztolnię Boże Wspomóż, przebyli prawdopodobnie właśnie łodziami 4 km od szybu Bergdrost (nieco na północ od szybu Fortuna) – do jej wylotu.



Ryc. 1. System odwadniania wyrobisk górniczych Kopalni Fryderyk (wg Moszny, 2003)

Obecna nazwa części sztolni Fryderyk – sztolnia Czarnego Pstrąga – pochodzi z 1956 roku, a wzięła się od koloru ryb żyjących w niej ówczesnie i widzianych w świetle lampy karbidowej. Pstrągi zauważono w czasie badania stanu obiektu (przy użyciu wypożyczonego kajaka)... i kilka z nich poświęcono na wieczerzę wigilijną (w tych czasach nie było tradycji jedzenia karpia). Nowe nazwy szybów, między którymi odbywa się zwiedzanie – Ewa i Sylwester, nadano, upamiętniając datę dotarcia do nich – odpowiednio 24 i 31 grudnia. Dla turystów udostępniony został 600 metrowy fragment sztolni z lat 1821–34 (początkowa nazwa: Głęboka Sztolnia Fryderyk, potem: Kościuszek) pomiędzy wymienionymi szybami, znajdujący się w rozległym, prawie 200 hektarowym parku w Reptach,

Szyb „Ewa” zbudowany został w 1826 roku jako szyb kontrolny i zarazem wentylacyjny, o głębokości 19,97 m. Nadszybie budowane w charakterze rotundy jest zachowaną formą stylową dla tych obiektów górniczych. 18 biegów schodowych oświetlonych pod bezpiecznym napięciem 24 V, łączy je z podszybiem, które stanowi przystań dla łodzi. Strop zabezpieczony jest obudową murową. Szyb „Sylwester”, analogiczny do szybu „Ewa”, budowany w 1828 roku ma głębokość 29,28 m (27 stalowych biegów schodowych) i eliptyczny przekrój (osie w świetle obmurza 2,35 i 1,55 m). Podszybie jest ciekawsze, gdyż ociosy i strop stanowią nie obudowane skały dolomitowe; dach ma konstrukcje drewnianą i jest kryty gontem.

Otwarcie Sztolni nastąpiło podczas pierwszych Tarnogórskich Dni Gwarków, we wrześniu 1957 roku, i w pierwszym dniu zwiedziło ją kilkaset osób. Szyb Sylwester jeszcze nie był oddany do użytku. Od jego uzbrojenia w schody ruch odbywa się wahadłowo (szyb zejściowy dla kolejnej grupy jest szybem wyjściowym dla poprzedniej). Do łodzi wsiada się z pomostu mocowanego na stalowej konstrukcji. Przystanie oraz ciekawsze fragmenty są oświetlone światłem stałym, dodatkowo używa się lamp karbidowych mocowanych na dziobach łodzi (element tradycji górniczej). Przewodnik przeprowadza turystów od szybu do szybu pchając łodzie i opowiadając legendy. Płynąc obserwuje się w migotliwym świetle „karbidek” ocios skał ze śladami otworów strzałowych nawierczanych tzw. laską górniczą. Nad głowami turystów czasami przelatują nietoperze, które wraz z ciekawszymi naciekami i niektórymi elementami trasy stanowią temat opowiadań i legend tworzonych przez przewodników. Niestety, w Sztolni nie ma już pstrągów, przypuszczalnie ze względu na ruch, a nie na zanieczyszczenie wody (2008), chociaż podobno widywane są one u jej wylotu – Bramy Gwarków. Niektóre odcinki Sztolni wymagają odnowienia (zardzewiałe wnętrza dawnych lamp koło szybu Ewa, zacieki, liczne wiązki kabli, stare reflektory), jednak opowieści flisaków i wrażenie po zejściu do Sztolni w sporym stopniu maskują te braki dodając romantycznej atmosfery monotonii samego obiektu.

Szerokość chodnika sztolniowego wynosi 1,2–2 m, wysokość 3,5 do 4 m (w obmurowanych fragmentach 2,2 do 2,5 m). Medium napędowym jest siła mięśni przewodnika, który odpycha się od ścian, ciągnąc 10 stalowych łodzi z maksymalnie 6 osobami w każdej (!), połączonych przegubowo (sworzniami), o zanurzeniu ok. 30 cm. Zwiedzanie trwa do 1 godziny. Dla przewodników jest to ciężka praca fizyczna – przy kursie na wschód trzeba pokonać prędkość nurtu rzędu 20–23 cm/sek.

Zagrożeniami dla obiektu są wahania stanu wód wywołane osunięciami skał i zatamowaniem przepływu wody oraz suszami, np. w 1962 roku zawalone sklepienie w odległości 50 m od wylotu Sztolni spowodowało spiętrzenie wody grożące zatopieniem nawet stacji wodociągowej Staszica, w 1996 r. obfite opady wywołały akumulację ziemi i piasku z okolicznych pól u wylotu Sztolni. Przewodnicy i ochotnicy z SMZT usuwali jednak na czas groźby jej zatopienia. Podniesiono jednak wysokość pomostów w szybach. Kilkakrotnie dochodziło do zaniku wody w Sztolni (lata 1988–95) z powodu spadku wydajności triasowego poziomu wodonośnego, którego wody odprowadza sztolnia.

Ilość wypływającej wody ze sztolni do roznosu jest zmienna, osiąga wartości rzędu kilka m<sup>3</sup>/min. Duże wypływy notowano w lipcu 1997 r. (gwałtowne opady) – 24,0 m<sup>3</sup>/min. Ruch turystyczny jest możliwy, kiedy poziom lustra wody mieści się w przedziale 0,7 do 1,05 m. Turystom po wpadnięciu do wody grozi co najwyżej zamoczenie – woda ma głębokość 0,8–1 m.

Wentylacja obiektu nie wymaga stosowania dodatkowych urządzeń wymuszających ruch powietrza, bowiem ten odbywa się z prędkością 150–280 m<sup>3</sup>/dobę, dzięki różnicy poziomów między wylotem Sztolni a jej szybami oraz stacją wodociągów Staszic położoną na wschód od nich.

Sztolnia, chociaż jej wejścia (szyby i Brama Gwarków) są zabezpieczone, staje się czasem obiektem włamań, po których straty nie są wielkie (głównie przemieszczanie łodzi i kradzieże), ale dokuczliwe przy obsłudze turystów z powodu określonej przed wejściem liczby uczestników.

Aspekt finansowy działalności obiektu jest dość istotny dla SMZT, bowiem funkcjonowanie i obsługa Sztolni nie są drogie, a dochody ze sprzedaży 60 tysięcy biletów rocznie to znacząca pozycja budżetu Stowarzyszenia. Sztolnia jest równocześnie okazją do promocji drugiego obiektu turystycznego – Kopalni Zabytkowej.

Obiekt znajduje się w rejestrze zabytków Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków pod numerem 608/66, a od 2004 roku na Krajowej Liście Pomników Historii.

### Zabytkowa Kopalnia Srebra

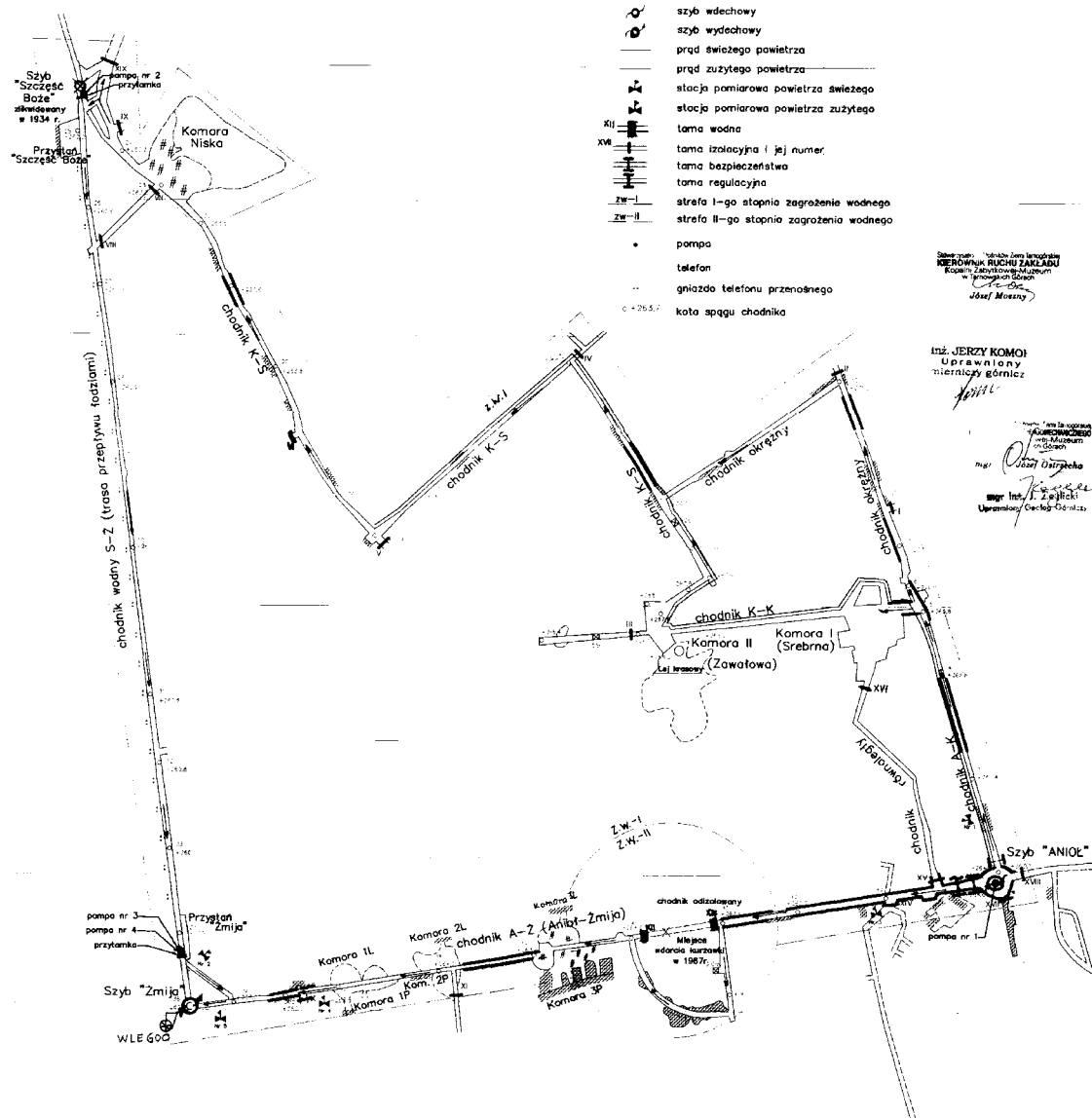
Rok po oddaniu do użytku Sztolni Czarnego Pstrąga, zaprezentowano tworzony przy współpracy z PAN, AGH, Muzeum Techniki w Warszawie, Muzeum w Tarnowskich Górach i Muzeum Górnośląskim w Bytomiu, projekt trasy turystycznej Kopalni Zabytkowej, której budowa, prowadzona społecznie (dopiero w 1990 r. Kopalnia otrzymała dotacje z Rady Miejskiej i Ministerstwa Kultury i Sztuki), przy patronacie Kombinatoru Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały”, trwała od 1960 do 1976 roku. Dodatkowo po 3-letnich uruchomiony został spływ łodziami między szybami Szczęść Boże i Żmija; skutkuje to znacznym wzrostem liczby zwiedzających – pod względem liczby zwiedzających turystyczne obiekty podziemne Kopalnia i Sztolnia „Czarnego Pstrąga” znajdują się – po Kopalni Soli w Wieliczce i Kopalni Soli w Bochni – na trzecim miejscu w Polsce.

KOPALNIA ZABYTKOWA—MUZEUM  
w Tarnowskich Górach  
MAPA WYROBISK PODZIEMNYCH

SKALA 1:1000

Objaśnienia:

-  obudowa muruwa chodników
-  miejsce podsadzenia chodnika
-  wentylator
-  szyb wdechowy
-  szyb wydechowy
-  prąd świeżego powietrza
-  prąd zużytego powietrza
-  stacja pomiarowa powietrza świeżego
-  stacja pomiarowa powietrza zużytego
-  łama wodna
-  łama izolacyjna i jej numer
-  łama bezpieczeństwa
-  łama regulacyjna
-  strefa I-go stopnia zagrożenia wodnego
-  strefa II-go stopnia zagrożenia wodnego
-  pompa
-  telefon
-  gniazdo telefonu przenośnego
-  kota spągu chodnika



Ryc. 2. Plan trasy turystycznej Kopalni Zabytkowej. Skala 1:1000 nie jest zachowana (Plan ruchu na lata 2006–2008 Kopalni Zabytkowej)

Budowa Kopalni Zabytkowej była ewenementem, nie miała pierwowzoru nawet w skali światowej. Jej historia ściśle wiąże się z działalnością Stowarzyszenia Miłośników Ziemi Tarnogórskiej. Od strony prawno-technicznej, Kopalnia jako obiekt zabytkowy będący od 1990 r. własnością SMZT, nie posiada własnego obszaru górniczego, ani złóż przewidzianych do wydobywania (złoża rud cynkowo-ołowiowo-srebrowych zostały wyeksploatowane); teren górniczy w jej użytkowaniu wynosi ok. 0,03 km<sup>2</sup>. Zabezpieczenie użytkowanych wyrobisk i charakter użytkowania (turystyczny) nie prowadzi do naruszenia górotworu i przeobrażeń powierzchni. Poziom udostępniony dla ruchu turystycznego to 40,5 m. Przez obiekt przepływa w niewielkiej ilości woda – ok. 0,9 m<sup>3</sup>/h. Grawitacyjny spływ następuje w kierunku północnym od szybu Szczęść Boże, do wyrobisk połączonych ze sztolnią Fryderyk i dalej z rzeką Dramą; w razie potrzeby woda jest odpompowywana pompą przy przystani w szybie Żmija, w kierunku południowym.

Zrekonstruowane wyrobiska Kopalni Zabytkowej pochodzące z XVII, XVIII i XIX w. poznać można na trasie turystycznej, w ciągu wyrobisk komorowych i korytarzy usytuowanych między szybami: Anioł z 1798 r., z wyróżniającą

się w krajobrazie ponad 30-metrową wieżą szybową (tu następuje zjazd na dół; sam szyb sięga do 45,5 m i pełni w wentylacji rolę ssącą), Szczęść Boże i Żmija (z 1811 r., 40,5 m głębokości, na zrębie umieszczona stacja wentylatorów przemieszczająca przez obiekt 175 m<sup>3</sup> powietrza na minutę – szyb pełni rolę wydechową).

Na trasie o długości 1740 m prezentowane są stanowiska pracy gwarków i ich zachowane, oryginalne narzędzia, umacniania chodników (staranne wykonanie podsadzki zachowane do dzisiaj, fragmenty różnych rodzajów obudów), sposoby eksploatacji, transportu urobku (kubel wyciągowy i zestaw wózków w szybie Szczęść Boże), poszukiwany kruszec – galea, dolomity, wapienie i iły układające się w ławice i warstwy, oraz bogactwo form naciekowych, zjawisk krasowych, szczelin i podziemnych zbiorników wodnych. Prezentowane są rodzaje wyrobisk (komory – największa w tym rejonie Komora Niska ma pow. 2000 m<sup>2</sup>, korytarze, nadsiewłomy), których starano się nie zmieniać w trakcie rekonstrukcji. Przytaczane są zagrożenia, jakie czyhały na gwarków, np. obrywy stropu (stąd tzw. przebitki na drogi ucieczkowe). Na specjalne życzenie grupy organizowany jest (dodatkowa opłata) pokaz pracy gwarków (aktorami są członkowie SPiOP SMZT); można też zamówić imprezy dla dzieci z udziałem historycznego „Skarbnika”. 270 m pomiędzy szybem Szczęść Boże i Żmija (chodnik Redena) przebywa się łodziami.

Częścią Kopalni jest muzeum z salą ekspozycyjną, zwiedzane jako część trasy, przed zjazdem do Kopalni, któremu eksponaty (jako rezultaty penetracji PTB przez członków SMZT) przekazało Muzeum w Tarnowskich Górach. Od 1998 r. trasa Kopalni jest udostępniona dla osób niepełnosprawnych ruchowo.

Na terenie obiektu działa sala kinowa, sklepik z minerałami i pamiątkami, kawiarnia; obok budynku Kopalni otwarta jest ekspozycja Skansenu Maszyn Parowych. Kopalnia od chwili powstania pełni rolę ośrodka naukowo-dydaktycznego i artystycznego. Na jej terenie (budynek główny, Galeria pod Kopułą, teren wokół obiektu) odbywają się konferencje, sympozja, Pikniki Gwareckie (piknik edukacyjny: plastyczny, muzyczny, regionalno-obyczajowy), wystawy z zakresu malarstwa, grafiki, rzeźby i fotografii, konkursy oraz spektakle teatralne, wydarzenia artystyczne.

Niestety, Kopalnia nie znalazła się na Liście Światowego Dziedzictwa Przemysłowego. Władze Międzynarodowego Komitetu Ochrony Dziedzictwa Przemysłowego (TICCIH) wpisały na Listę, z 9 obiektów wybranych przez Polską Grupę Naukową przy TICCIH tylko kopalnię soli w Wieliczce. Kopalnia i Sztolnia Czarnego Pstręga znalazły się jednak w 1966 roku na liście Śląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków (numer 608/66 – jako XVI-wieczna kopalnia kruszców), a w 2004 roku, w drodze rozporządzenia Prezydenta RP (Dz.U., nr 102, poz. 1062), na Krajowej Liście Pomników Historii (w woj. śląskim jest na niej jeszcze tylko klasztor na Jasnej Górze). SMZT ma nadzieję, że obiekty uda się wpisać na listę Światowego Dziedzictwa Kultury UNESCO.

W celu dalszego wzrostu ilości odwiedzin obiektu (i zysków z działalności), powstają nowe pomysły wykorzystania Zabytkowej Kopalni Srebra; myśłano m.in. o wprowadzeniu nowej formy zwiedzania pod kątem geoturystyki (współpraca z Wydziałem Górnicztwa i Geologii Politechniki Śląskiej) i uruchomieniu w wyrobiskach Kopalni speleoterapii przy wykorzystaniu zawartości radonu w powietrzu do inhalacji (reaktywacja pomysłu Sanatorium Podziemnego projektowanego przez Centrum Rehabilitacji Leczniczej i Zawodowej Repty w 1968 r.).

### Szyb Staszic

Przedstawiony poniżej obiekt nie jest udostępniony dla ruchu turystycznego, jednak jego walory predysponują go do tego aby uznać go za godny zwiedzenia.

W odległości kilkuset metrów w linii prostej od Zabytkowej Kopalni Srebra istnieje w Tarnowskich Górach jeszcze jeden godny ochrony obiekt zabytkowy. Jest to nie działający obecnie (2008 r.), z powodu skażenia wód, zespół stacji wodociągowej Staszic. Projekt udostępnienia go dla zwiedzających jest związany z trudnościami, przede wszystkim natury prawnej i finansowej – powstały w latach 90-tych, został „odłożony na półkę” z powodu niewielkich szans na realizację.

Główną ciekawostką obiektu jest zabytkowa maszyna parowa z 1902 roku, która pracowała do roku 1972. Na obszarze PTB maszyny parowe działały ponadto w wielu szybach: m.in. Fryderyk, Starosty Górniczego, Aurora, Kaehler. Z funkcjonujących maszyn w Polsce działają jeszcze np. maszyny wyciągowe Kopalni Ignacy w Rybniku (pełniące funkcję pierwotną) i, uruchamiana do celów pokazowych, maszyna w Skansenie Królowa Luiza w Zabrze.

Stacja wodociągowa Staszic powstała w inicjatywy Ministra Handlu i Przemysłu Królestwa Pruskiego, dla zaopatrzenia Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego w wodę będącą towarem deficytowym. Po ekspertyzie Wyższego Urzędu Górniczego we Wrocławiu, w 1877 roku rozpoczęto budowę stacji, wykorzystując dawne sztolnie do lokalizacji hal produkcyjnych mających pomieścić pompy. Stację uruchomiono w 1884 r. Z powodu pogarszającej się jakości wody w sztolni Fryderyka (poziom wodny wapienia muszlowego na którym prowadzono eksploatację rud Zn-Pb – dolomity kruszczoosne i wapienie gogolińskie), sięgnięto głębiej, po wody z położonego znacznie niżej poziomu retu, zasobnego w czystą wodę pod ciśnieniem, wykonując 3 otwory wiertnicze. Wodę pompowano najpierw do zbiornika przelewowego o pojemności 1200 m<sup>3</sup>, a z niego rurociągami zabudowanymi w szybie Adolph (od 1927 Staszic) i szybie Maszynowym, do rurociągu magistralnego na powierzchni. Oprócz wody z poziomu retu do zbiornika kierowano część wody dopływającej sztolnią Fryderyk; od 1971 r. wodę pitną stanowiła wyłącznie woda z poziomu reckiego. Dopiero w 1972 wycofano ruch parowy. Od modernizacji ujęcia w 1997 r. do 31.07.2001 r. Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągowe prowadziło eksploatację dwoma orurowanymi otworami studziennymi za pomocą pomp głębinowych, osiągając wydajność ok. 18 tys. m<sup>3</sup>/dobę (pełną zdolność do 35 tys. m<sup>3</sup>/dobę wykorzystywano okresowo w latach 1945–1958).

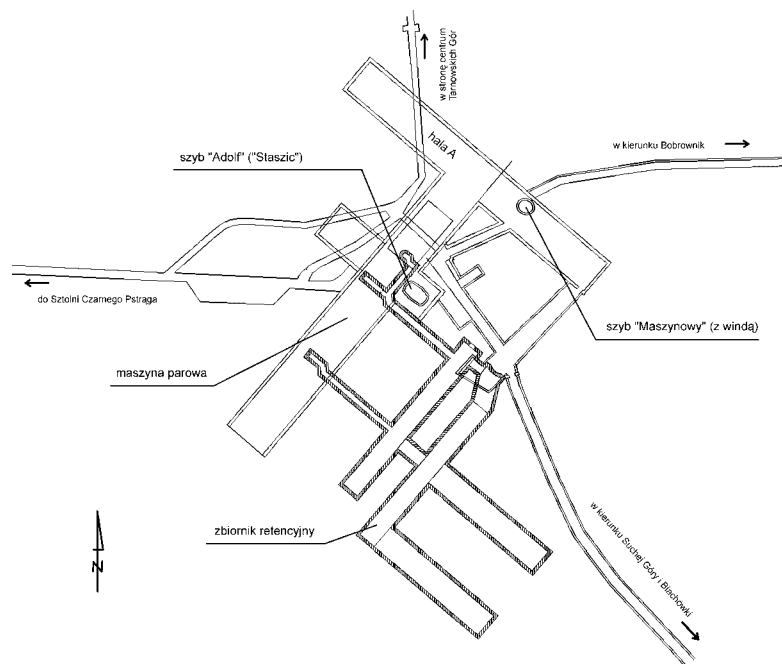
Ujęcie Staszic zaopatrywało w wodę Tarnowskie Góry, Bytom i Świętochłowice. Razem z zespołem ujęć na obszarze tarnogórskim odwadniało wyrobiska nieczynnych kopalń, w tym Kopalnię Zabytkową i Sztolnię Czarnego Pstręga. Obszar Podziemi Tarnogórskich w czasach historycznych odwadniany był przez 2 sztolnie: Fryderyk do rzeki Dramy, oraz Wspomóż Bóg do Stoły. Do drugiej z nich woda była przepompowywana nieczynną już pompownią Richard na

poziomie –41,7 m. Ten kierunek odwadniania jest obecnie nieczynny m.in. z powodu zawału w środkowym odcinku, w rejonie zakładów „Fazos”.

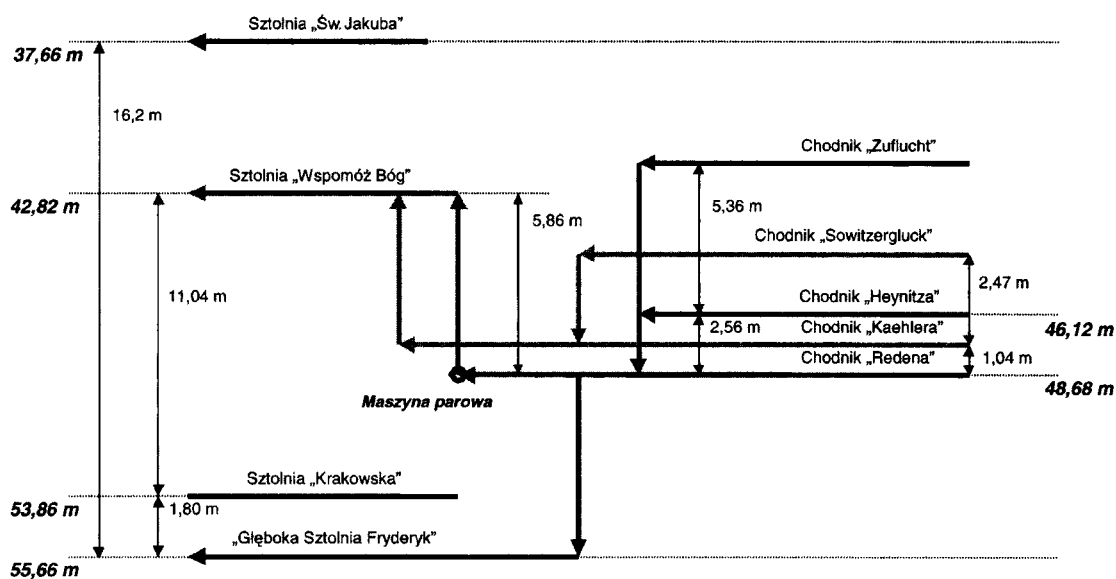
Do dziś zachowano i konserwowano dotychczasowy system eksploatacyjny (sieć rurociągów, zespoły pompowe). W 2008 roku zdemontowano jednak m.in. przedrzewiały rurociąg parowy w szybie technicznym. Od 2007 roku nad konserwacją maszyn na podszybiu szybu Staszic pracują społecznie członkowie SMZT. Obiekt w całości ani w części nie został wpisany do rejestru zabytków, chociaż Ośrodek Dokumentacji Zabytków w Warszawie uznał za konieczne objęcie ochroną całego zespołu zabudowań.

W skład części nadziemnej Stacji wchodziły budynki: nadszybie szybu Staszic (Adolph) i szybu maszynowego, warsztatu mechaniczno-elektryczny, kotłowni, rozdzielni elektrycznej NN i agregatów prądotwórczych, magazynu i warsztatu, budynek administracyjno-mieszkalny, zespół zabudowań łaźni i portierni.

Część podziemna to: szyb Staszic zagłębiony od 1902 r. do 72 m ppt.; szyb Maszynowy zagłębiony do 52 m ppt.; szyby wentylacyjne Pomóż Szczęściu i Worek; komory pomp (hale maszyn) A i B – 50 m ppt.; komora pomp C – 72 m ppt. (pompy wyposażone były w silniki parowe); żelbetonowy retencyjny zbiornik przelewowy o poj. 1200 m<sup>3</sup> oraz wyróbka łącząca komory pomp, fragmenty sztolni i przekopów.



Ryc. 3. Szkic podszybia Szybu Staszic – hala A ma długość 59 m i szerokość (w połowie długości) 6 m (materiały niepublikowane, opracowanie planu: L. Janik – Sekcja Penetracji i Ochrony Podziemi SMZT)



Ryc. 4. Schemat głębokości i różnic poziomów sztolni odwadniających kopalni Fryderyk (wg Mosznego, 2003)



## WYCIECZKA TERENOWA C

## KAMIENIOŁOM BLACHÓWKA

Andrzej Tyc

Obszar nieczynnego kamieniołomu Blachówka jest położony w północnej części Wyżyny Śląskiej, w dzielnicy Sucha Góra w Bytomiu. Kamieniołom został uruchomiony w drugiej połowie XIX w. Pierwotnie była to kopalnia rud żelaza, w której wydobywano również niewielką ilość dolomitu. Po wyeksploatowaniu rudy (pozostały po niej hałdy skały płonej, wykorzystane w dużej mierze przez powstałe przed kilkoma laty całoroczne centrum sportów zimowych „Dolomity Sportowa Dolina”) kopalnia przekształciła się w kamieniołom dolomitu. Po II wojnie światowej kamieniołom był częścią Górniczych Zakładów Dolomitowych. Ograniczenie wydobycia, a w końcu jego zaprzestanie nastąpiło w związku z utworzeniem w sąsiedztwie wyrobiska rezerwatu „Segiet” w 1953 roku. Na podstawie rozporządzenia nr 19/2002 wojewody śląskiego z 15.05.2002 r. kamieniołom dolomitów triasowych w Blachówce jest objęty ochroną prawną w formie stanowiska dokumentacyjnego „Blachówka” o powierzchni 6 ha.

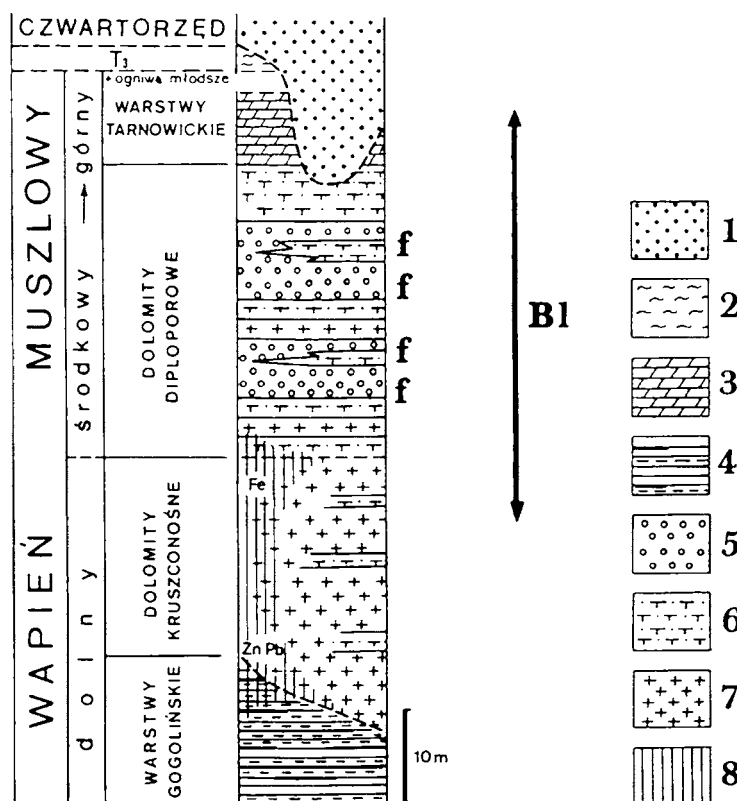
Kamieniołom Blachówka założony został w zachodniej części niecki tarnogórskiej, którą budują utwory środkowego triasu. Niecka jest częścią jednostki geologicznej triasu śląskiego obrzeżającej od północy i północno-wschodu Górnośląskie Zagłębie Węglowe. Utwory triasowe spoczywają tu na różnych ogniwach paleozoiku (dewon-perm), stanowiąc mniej lub bardziej zwartą pokrywę rozciągającą się od rejonu Strzelca Opolskich na zachodzie po Chrzanów na południowym wschodzie. Obszar niecki tarnogórskiej jest silnie zaangażowany tektonicznie. Przeważającymi kierunkami większych dyslokacji są: SW-NE i N-S.

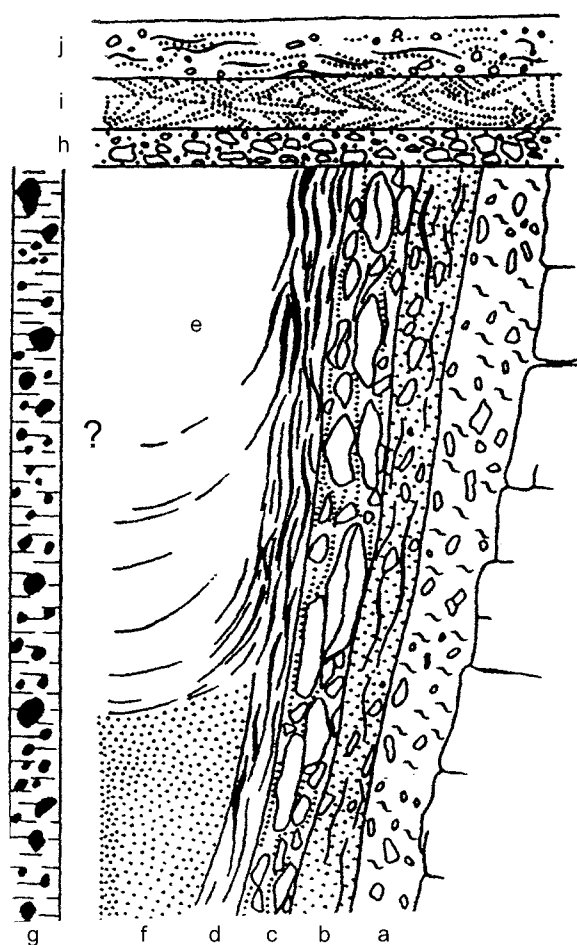
Profil osadów wapienia muszlowego odsłaniających się w kamieniołomie Blachówka reprezentują dolomity kruszonośne i dolomity diploporowe (ryc. 1). Spoczywają one tu na stropowych partiach warstw gogolińskich wykształconych jako wapień ziarniste i margliste oraz margle, wykazujące lokalnie ślady okruszczenia Zn-Pb. Nie odsłaniają się one na powierzchni, ale zostały nawiercone licznymi otworami badawczymi. Dolomity diploporowe przykryte są osadami czwartorzędowymi niemal w całym rejonie kamieniołomu. Jedynie na jego północnym i północno-wschodnim obrzeżeniu, pod pokrywą czwartorzędową występują zwietrzałe, cienkoławicowe jasne dolomity margliste reprezentujące najprawdopodobniej warstwy tarnowickie.

Pod względem geomorfologicznym omawiany obszar znajduje się w obrębie Progu Środkowotriasowego (w ujęciu Gilewskiej, 1963). Między doliną Odry i przełomem Brynicy tworzy on zwarty maszyn nazywany Garbem Tarnogórskim lub Płaskowyżem Tarnowickim. W rejonie Suchej Góry i Tarnowskich Gór płaskowyż osiąga wysokości do 350 m n.p.m.

Ryc. 1. Sekwencja osadów wapienia muszlowego w rejonie niecki tarnogórskiej (wg Absalona i in., 1992).

1 – gliny, piaski i żwiry, 2 – iły i ilowce, 3 – dolomity margliste, 4 – wapień, wapień margliste i margle, 5 – dolomity oolitowe, 6 – dolomity ziarniste, 7 – dolomity krystaliczne, 8 – podwyższona mineralizacja; f – większe skupienia fauny, Bl – fragment profilu odsłonięty w kamieniołomie Blachówka





Ryc. 2. Fragment osadów odsłoniętych w leju krasowym w Suchej Górze (wg Gilewskiej, 1963).

a – warstwa iłu żółtobrunatnego, tłustego, miejscami nieco piaszczystego, zawierającego okruchy różowego piaskowca z nieoznaczalnymi szczątkami roślin oraz nieregularne okruchy dolomitu; b – odwapniona glina ze smugami białego mułku oraz iłu brunatnożółtego, tłustego z okruchami wapieni i dolomitów; c – bloki dolomitowe, tkwiące niemal pionowo w mułku ilastym szarobiałym i żółtym; d – iły różnobarwne (szarozielone, żółte, jaskrawoczerwone), występujące jako prawie pionowe smugi; e – il zwięzły, barwy pomarańczowej i szarej z domieszką kwarcu, reagujący z HCl, uwarstwiony, pocięty żyłami szarobiałej, kruchej substancji wapiennej i smugami szarozielonego piasku (siodełkowe ugięcie warstw wskazuje na osiadanie materiału); f – piasek szarozielony i biały, pylasty; g – il ciemnobrunatny, miejscami żelazisty, zawierający karnie – rudy bobowe (kontakt iłu żelazistego z piaskami nie był odsłonięty); h – warstwa drobnego rumosu dolomitowego wymieszanego ze żwirami krystalicznymi; i – piasek różnoziarnisty, warstwowany krzyżowo; j – piasek z rumosem dolomitowym i wapiennym z wkładkami czerwonej gliny

Kamieniołom Blachówka rozcina wzgórze o wysokości 345 m n.p.m. Na obszarze tym, zbudowanym z wapieni i dolomitów triasowych, utwory plejstoceńskie występują w postaci piaszczystych osadów wypełniających obniżenia dolinne. Liczne pagóry piaszczysto-żwirowe występują na zachód od Bytomia i Tarnowskich Gór. Są to moreny czołowe wyznaczające maksymalny zasięg zlodowacenia odry (Lewandowski, Zieliński, 1980). Położenie omawianego obszaru na przedpolu ciągu czołowo-morenowego tego zlodowacenia wskazuje, że utwory akumulacji lodowcowej odsłaniające się w rejonie kamieniołomu są starsze i należą do zlodowacenia sanu. W bezpośrednim otoczeniu wyrobiska występują gliny zwałowe tego zlodowacenia, leżące bezpośrednio na dolomitach triasowych lub rumoszu skalnym tych dolomitów. Gliny te można obserwować w obrębie hałdy nadkładu zasypującego wyrobisko wzdłuż wschodniej ściany kamieniołomu.

W bezpośrednim otoczeniu kamieniołomu Blachówka, jak i w samej odkrywce można obserwować różnego wieku formy wypełnione formy krasowe. Część z nich była przedmiotem badań naukowych w latach wcześniejszych (m.in. Hornig, 1956; Gers, 1963; Gilewska, 1963). W rejonie Suchej Góry występują głębokie leje krasowe rozcinające znaczną część profilu dolomitów środkowotriasowych. Przedłużone są w głąb masywu kanałami krasowymi lub siecią szczelin. Ich rozmiary są szczególnie duże w tej części Progu Środkowotriasowego i osiągają 50–100 m średnicy i ponad 10 m głębokości. Obok nich znajdowane są lejki krasowe o rozmiarach dużo mniejszych (1–2 m średnicy i głębokości do 5 m). Wszystkie te formy są wypełnione różnowiekowymi osadami. Część z nich to osady dolnej jury znajdujące się w lejach na wtórnym złożu (ich geneza nie jest bezpośrednio związana z rozwojem lejów). Zawierają one, obok najbardziej charakterystycznych różnobarwnych glinek ogniotrwałych i żwirów kwarcowych, również bloki piaskowców ze szczątkami roślinności (ryc. 2). W jednym z takich kopalnych lejów w Suchej Górze wśród wypełniających iłów znaleziono łuskę i zęby ryb z rodziny *Heterodonta*, będące reziduum skał jurajskich (Gers, 1963). Leje krasowe wypełnione tak starymi osadami rozwinęły się prawdopodobnie pod istniejącą już pokrywą zwietrzelinową i pokrywą przemytych osadów dolnej jury. Osady te wraz z rozwojem formy wnikały do jej wnętrza. Dowodzi tego zarówno charakter ścian formy jak i ułożenie osadów (ryc. 2).

We wschodniej ścianie kamieniołomu Blachówka odsłania się (aktualnie niedostępny) fragment wypełnionego osadami leja krasowego charakteryzującego się cechami podobnymi do omawianych w wymienionych publikacjach. Lej został przecięty wyrobiskiem i znajduje się w górnej, częściowo zakrytej hałdą nadkładu i niewidocznej obecnie z dna kamieniołomu, części ściany. Formę wypełniają różnobarwne iły oraz piaski kwarcowe, ułożone koncentrycznie i zapadające w głąb leja pod dużym kątem.

W zachodniej ścianie wyrobiska znajduje się jedno z wejść do ciągu podziemnych wyrobisk Podziemi Tarnogórskich.

### **Literatura**

- Absalon D., Głuchowski E., Jankowski A.T., Kropka J., Tyc A., 1992. Dokumentacja geologiczno-hydrologiczna dla projektowanego stanowiska dokumentacyjnego przyrody „Błachówka”. Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec [maszynopis, Archiwum Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody, Katowice].
- Gers J., 1963. Zjawiska krasowe na obszarze Tarnowskie Góry – Radzionków. Przegląd Geologiczny. T. 11, z. 2. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Gilewska, S., 1963. Rzeźba Progu środkowotriasowego w okolicy Będzina. Prace Geograficzne Inst. Geogr. PAN, nr 44.
- Hornig A., 1956. Z zagadnień krasu w górnośląskim triasie. Czasopismo Geogr., 27, z. 4.
- Lewandowski J., Zieliński, T., 1980. Warunki akumulacji kemu przełęczowego w Suchej Górze (Wyżyna Śląska). Prace Naukowe Uniw. Śl. nr 398, Geologia, t. 5.



# **STRESZCZENIA REFERATÓW**



## SKŁADNIKI PODRZĘDNE W KRASOWIEJĄCYCH WAPIENIACH SKALISTYCH I WODACH SZCZELINOWO-KRASOWYCH JURY KRAKOWSKIEJ

Grażyna Bzowska, Adam Polonius, Jacek Rózkowski  
Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec

### Wstęp

W klasycznym podziale w profilu jury górnej Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej wyróżnia się 3 główne typy wapieni: 1/ cienkoławicowe wapienie margliste oraz margle w dolnej i górnej części sekwencji, 2/ wapienie warstwowe mikrytowe i ławicowe, 3/ wapienie biohermalne, masywne (skaliste) i kredowate. Spośród wymienionych litofacji wapienie skaliste traktowane są jako skały płonne, nieokruszczowane (Bednarek i in., 1983), w których powstała większość jaskiń Wyżyny. Z wapieniami Jury Krakowskiej związane są procesy dolomityzacji, pirytyzacji, sylikfikacji wczesnodiaogenetycznej (w tym ostatnim przypadku także epigenetycznej), zwłaszcza w stropie, jak i w strefach spękań (Dżułyński, Żabiński 1954, Bednarek i in., 1987, Łaptaś 1989). W niniejszym artykule zwrócono uwagę na znaczącą obecność składników podrzędnych zarówno w masywie wapieni skalistych jak i w wodach szczelinowo-krasowych, dla których wapienie są skałami zbiornikowymi. Odniesiono się do składu chemicznego wapieni skalistych na podstawie dokumentacji złożowych, składu mineralnego z wykorzystaniem dyfraktometrii rentgenowskiej, obecności mikroskładników z użyciem spektrometru absorpcji atomowej oraz składu chemicznego wód szczelinowo-krasowych na podstawie badań hydrochemicznych. Umożliwiło to przedstawienie relacji pomiędzy obecnością składników o różnym stopniu ruchliwości w płytkiej strefie aktywnego krążenia wód, reprezentującej środowisko utleniające i alkaliczne skał węglanowych, w skałach zbiornikowych i wodach podziemnych. Proces ługowania skał węglanowych Jury Krakowskiej wzdłuż dróg przepływu w świetle modelowania hydrogeochemicznego przedstawiono m.in. w pracach J. Rózkowski, K. Jóźwiak (2005), J. Rózkowski, H. Rubin (2006).

### Skład chemiczny złóż wapieni jurajskich

Na podstawie dokumentacji geologicznych złóż wapieni jurajskich z zasobami, głównie w kategorii C1 i B, wykonanych w latach 1965–1987, zestawiono zakresy średnich zawartości głównych składników złóż wapieni skalistych (przeliczonych na formy węglanowe i tlenkowe): Kąpiele Wielkie, Wolbrom–Zarzecze, Zabierzów, Nielepice, Kamień – Odwozy, Mydlniki, Rząska II i Zakrzówek. Zakresy średnich zawartości podstawowych składników w populacji ww. złóż wynoszą (%):  $\text{CaCO}_3$  95,32–97,20;  $\text{MgCO}_3$  0,75–1,65;  $\text{SiO}_2$  0,77–2,50;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,15–0,45;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,23–1,00;  $\text{SO}_3$  <0,05–0,14;  $\text{S}_{\text{całk.}}$  0,07–0,17;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,06–0,12;  $\text{K}_2\text{O}$  0,05–0,14. Jednocześnie w profilach geologiczno-chemicznych otworów złożowych do głębokości 30–60 m nie obserwuje się zmian w proporcjach występowania tych składników.

### Badania geochemiczne dla identyfikacji faz mineralnych.

W latach 2006–2007 pobrano w obszarze Jury Krakowskiej próbki wapieni skalistych do badań geochemicznych w 11 kamieniołomach i naturalnych odsłonięciach: Bogucinie, Ulinie Wielkiej, Wielkanocy, Skale, Czajowicach, dol. Kobylańskiej, dol. Bolechowskiej, Zabierzowie, Młynce, Nawojowej Górze i Gwoźdźcu. Badania mineralogiczne wykonano w Pracowni Rentgenowskiej Zakładu Mineralogii WNoZ Uniwersytetu Śląskiego. Skład fazowy próbek określono metodą wzorców przy użyciu dyfraktometru rentgenowskiego firmy PHILIPS PW 3710 i programu komputerowego X'PERT. Do oznaczenia składu mineralnego pozostałości niewęglanowej (residuum) usunięto z próbek kalcyt. Próbkę poddano działaniu kwasu solnego (w 6 próbkach 2-krotnie). Zawartość minerałów niewęglanowych w badanych wapieniach jurajskich sięgała od ułamka do kilku procent. We wszystkich próbkach pojawił się kwarc (do kilku procent) oraz minerały ilaste. Chalcedon na dyfraktogramach daje identyczne refleksy jak kwarc a opał może odpowiadać zidentyfikowanej „substancji bezpostaciowej”. Minerały ilaste reprezentowane są przez kaolinit lub haloizyt, illit, smektyt wraz ze strukturami mieszano-pakietowymi, rzadko chloryt. W osadach węglanowych minerały ilaste charakteryzują się słabym uporządkowaniem. Minerałami występującymi tylko w pojedynczych próbkach były skalenie, goethyt i piryt. Wśród skałeni najczęstsze były skalenie potasowe (prawdopodobnie sanidyn), rzadziej – sodowe (albit). Sanidyn jest wskaźnikiem wpływów wulkanicznych (tufitowych). Wyraźniejsze przesłanki do przypisania oddziaływań wulkanicznych (piroklastycznych) w niektórych próbkach można wiązać dodatkowo z prawdopodobną zawartością substancji bezpostaciowej (szkliwa wulkanicznego?), anatazu i smektytów. Goethyt i bardzo słabo krystaliczne związki żelaza (tlenki i tlenowodorotlenki) występują w kilku residuach, barwiąc je na różne odcienie rdzawe. Dla ułatwienia identyfikacji minerałów zużyciem dyfraktometru dokonano ilościowej oceny zawartości w próbkach skalnych Mg, Fe, Mn, Al, Sr, K, Zn za pomocą techniki absorpcji atomowej. Zawartości w/w składników w próbkach wynosiły (ppm): Mg 1617–2439; Fe 184–1185; Mn 87–211; Al 71–1729; Sr 64–129; K 27–371; Zn 10–76, co odpowiadało procentowemu udziałowi: Mg 0,16–0,24; Fe 1,84E–2–0,12; Mn 8,75E–3–2,11E–2; Al 7,09E–3–0,173; Sr 6,40E–3–1,29E–2; K 2,73E–3–3,71E–2; Zn 1,04E–3–7,63E–3.

### Udział składników podrzędnych w wodach szczelinowo-krasowych Jury Krakowskiej

Udział składników przedstawiono na podstawie badań hydrogeochemicznych źródeł wykonanych w latach 2004–2005 (51 opróbowań) w lewobrzeżnej części zlewni Rudawy, objętej Jurajskim Parkiem Krajobrazowym Dolinek Krakowskich, gdzie stopień przeobrażeń antropogenicznych jest nieznaczny (zwłaszcza w dolinie Będkowskiej). Jednocześnie wyróżniono główne mikroskładniki występujące w wodach szczelinowo-krasowych, w odniesieniu do których

analizowano populację 175 analiz chemicznych wód źródłanych z lat 2004–2008 opróbowanych w zlewniach Prądnika, Rudawy, Białej Przemszy i Sanki, głównie w obszarach podległych ochronie prawnej. Według klasyfikacji Szczukariewa – Priłkońskiego są to wody dwujonowe  $\text{HCO}_3\text{--Ca}$ . Udział jonów głównych wyniósł:  $\text{HCO}_3\text{--}$  73-90% mval/L, Ca 85-96% mval/L, co oznacza że na składniki podrzędne przypada wśród: anionów 10-27% mval/L (Cl 3,3-9,9;  $\text{SO}_4$  3,5-11,4;  $\text{NO}_3$  0,2-9,0) kationów 4-15% (Na 0,6-3,8; K 0,1-2,0; Mg 2,3-11,0). Obecność mikroskładników w wodach szczelinowo-krasowych jest uwarunkowana ich udziałem w budowie skał węglanowych oraz stopniem ich ruchliwości w formie kationowej w środowisku utleniającym i alkalicznym strefy aktywnego krążenia wód. Analizując tło hydrogeochemiczne obserwuje się dominację ilościową migrantów: ruchliwego Sr (34-148  $\mu\text{g/L}$ ), średnio ruchliwego Ba (11-88  $\mu\text{g/L}$ ) i bezwładnego Fe (1-35  $\mu\text{g/L}$ ), niższe stężenia średnio ruchliwego Zn (2-15  $\mu\text{g/L}$ ), mało ruchliwego Al (0,3-14  $\mu\text{g/L}$ ) i bezwładnego Mn (0,06-7,0  $\mu\text{g/L}$ ). Skład chemiczny wód szczelinowo-krasowych jest w obszarach chronionych modyfikowany przez procesy rozpuszczania skał węglanowych wzdłuż dróg krążenia oraz nieznacznie przez antropopresję. Na podstawie modelowania numerycznego i badań hydrochemicznych J. Rózkowski (2006) oszacował denudację chemiczną w badanym obszarze na 15,5-18,9  $\text{m}^3/\text{km}^2\cdot\text{a}$ . W wariacie minimalnego spływu jonowego, liczonego jako łączny ładunek rozpuszczanych składników geogenicznych pomniejszony o ładunki tych składników wnoszone z opadami, udział  $\text{CaCO}_3$  wynosił aż 94%, krzemionki 4,8%, Mg 0,8%, Sr i Ba 0,06%. Z kolei w wariacie maksymalnego spływu jonowego, liczonego jako łączny ładunek rozpuszczanych składników geogenicznych i prawdopodobnie poligenetycznych w strefie freatycznej wynoszony poza granice obszaru zlewni, udział  $\text{CaCO}_3$  wynosił zaledwie 81%, krzemionki 4,2%, Mg 1,5%, Sr i Ba 0,06%, Na i K 2,6%, a  $\text{SO}_4$ , częściowo pochodzący z wietrzenia pirytu – 10,5%.

### Literatura

- Bednarek J., Górecka E., Zapaśnik T., 1983. Uwarunkowania tektoniczne rozwoju mineralizacji kruszcowej w utworach jurajskich monokliny śląsko-krakowskiej. „Ann. Soc. Geol. Pol. Rocznik PTG”, (druk 1985), 53, 1–4, Kraków: 43–62.
- Bednarek J., Kaziuk H., Zapaśnik T., 1978. Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Ogródzieniec. Wyd. IG, Warszawa.
- Dżużyński S., Żabiński W., 1954. Ciemne wapienie w jurze krakowskiej. „Acta Geol. Pol.”, 4, 1, Warszawa: 181–190.
- Łaptaś, 1989. Dolomity w wapieniach skalistych. [w]: Przewodnik 60 Zjazdu PTG. AGH, Kraków: 185–190.
- Rózkowski J., 2006. Wody podziemne utworów węglanowych południowej części Jury Krakowsko-Częstochowskiej i problemy ich ochrony. Uniw. Śląski, Katowice: 263.
- Rózkowski J., Józwiak K., 2005. Modelowanie hydrogeochemiczne specjacyjne w środowisku szczelinowo-krasowym Jury Krakowskiej. „Współczesne Problemy Hydrogeologii”, T. XII, Uniw. M. Kopernika, Toruń: 623–630.
- Rózkowski J., Rubin H., 2006. Zmienność chemizmu wód podziemnych uwarunkowana krasowym charakterem Jury Krakowskiej (Polska). Mat. X Międzynar. Konf. „HYDROGEOCHEMIA`06”, 23-24.06.2006. Wyd. Nauk o Ziemi Uniw. Śląskiego w Sosnowcu. Sosnowiec.

## **PROBLEMY ZABEZPIECZANIA I REWITALIZACJI PODZIEMNYCH OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH**

**Janusz Chmura**

*Wydział Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie*

### **1. Wstęp**

Symbioza człowieka z podziemiami sięga tak odległych czasów, jak daleko w przeszłość sięga historia egzystencji rodzaju ludzkiego. Od najdawniejszych lat ludzie wykorzystywali bowiem skalne żalomy, nawisy i jaskinie, jako naturalne schronienie. Miejsca takie miały za zadanie przede wszystkim chronić przed niekorzystnymi warunkami klimatycznymi – zarówno gorącem w strefach ciepłych naszego globu, jak też dotkliwym zimnem w strefach chłodnych, ale również przed naturalnymi wrogami, jakimi dla pradawnego człowieka były rozliczne drapieżne zwierzęta. Symbioza ta obejmowała również wykorzystanie bogactw naturalnych ziemi. Historia górnictwa na naszym globie sięga czasów praczłowieka. Przez setki a nawet tysiące lat kopalnie przynosiły bogactwo właścicielom, wokół nich powstawały miasta, koncentrował się przemysł, były one ośrodkami myśli technicznej i postępu naukowego. Dziś, bez sentymentu likwidowane są kopalnie i całe rejony górnicze, dewastacji ulegają średniowieczne, a często jeszcze starsze zabytkowe kopalnie.

### **2. Idea kompleksowej ochrony i zabezpieczenia zabytkowych podziemi**

Idea kompleksowej ochrony podziemnych i naziemnych obiektów zabytkowych powstała na Akademii Górniczej 70 lat temu (Duda, 1998). Wieloletnie doświadczenia budownictwa podziemnego i geotechniki zmierzają do przywrócenia obiektom podziemnym dawnych wartości historycznych bądź użytkowych np. w postaci udostępnienia zwiedzającym podziemnych tras turystycznych, podziemnych komór – sanatoriów itp. Wiele zabytkowych podziemi należy do najbardziej znanych i najczęściej zwiedzanych obiektów na świecie. Rośnie zapotrzebowanie na turystykę podziemną; rodzi się specyficzna moda na zwiedzanie tajemniczych bądź sentymentalnych podziemi, które zawsze przyciągać będą ludzką wyobraźnię swoją osobliwością, historią bądź osobistymi wspomnieniami. Duże rzesze ludzi na całym świecie zwiedzają corocznie zarówno podziemia powstałe w sposób naturalny (jamy, kawerny, groty, jaskinie) jak też będące efektem pracy człowieka (miasta jaskiniowe, podziemne grobowce i miejsca kultu religijnego, klasztory skalne, zabytkowe piwnice, podziemne obiekty militarne). Zabytkowe podziemia ukazują wielorakość i niezwykłość przyrody w jej nadzwyczajnych przejawach. Wszystkie budzą ciekawość zwiedzających i pragnienie obejrzenia, zrozumienia i przeżycia związanych z nimi wrażeń. Wiele z nich stanowi często rezerваты przyrody, posiada status pomników przyrody, należy do światowego dziedzictwa kulturalnego i przyrodniczego. Przekazane nam z odległej przeszłości podziemne osobliwości posiadają nierzadko wartości archeologiczne, historyczne, estetyczne i użytkowe (Mikoś, Chmura, 2000).



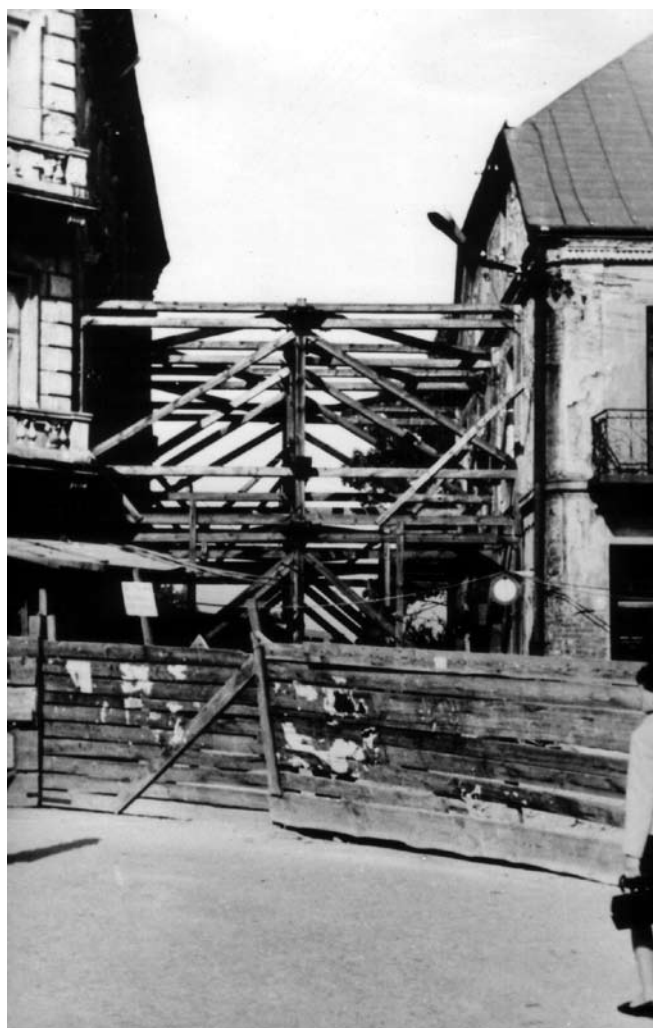
Fig. 1. Grota Kryształowa w K.S. „Wieliczka” (foto J. Chmura)

Koncepcja kompleksowej ochrony podziemnych obiektów zabytkowych powstała na Wydziale Górniczym z inicjatywy prof. Feliksa Zalewskiego. Od wielu lat idea ta jest w szerokim zakresie wykorzystywana w praktyce. Po śmierci prof. Zalewskiego realizację chronionych obiektów przejął prof. Zbigniew Strzelecki, który w tym celu powołał zespół specjalistów z zakresu budownictwa górniczego, geomechaniki i dziedzin pokrewnych. Z czasem zbiór wytycznych zaproponowany przez prof. Z. Strzeleckiego dla realizacji całokształtu akcji ratunkowych poszczególnych obiektów przekształcił się w schemat postępowania rozpowszechniony pod nazwą metody Zalewskiego–Strzeleckiego (metoda Z-S) (Strzelecki, 1988). Metoda ta obejmuje określony wielokierunkowy program działania, którego realizacja gwarantuje eliminację przyczyn i skutków zagrożenia.

Z geomechanicznego punktu widzenia metoda Z-S zwraca szczególną uwagę na takie aspekty jak:

- prowadzenie obserwacji pomiarowych obiektu i podłoża;
- konieczność dokładnego rozpoznania w wyniku badań laboratoryjnych aktualnych wielkości parametrów fizyko-mechanicznych i wytrzymałościowych podłoża (górotworu) w rejonie obiektu zabytkowego;
- analiza wyników badań wytrzymałościowych i objawów destrukcji użytych materiałów i konstrukcji budowlanych chronionego obiektu;
- kontrola i pomiary jakości użytych podsadzek do wypełniania zbędnych wyrobisk;
- zmiany parametrów fizyko-mechanicznych i wytrzymałościowych użytych w przeszłości materiałów budowlanych na skutek zawodnienia, zawilgocenia, starzenia się, intensywnej wentylacji itp.;
- badanie parametrów materiałów używanych do izolacji ścian, wzmacniania filarów itp.;
- możliwość zastosowania sztucznych filarów o odpowiednich parametrach i nośności;
- rola badań nieniszczących przy określaniu aktualnej stateczności wyrobisk;
- analiza statyczno-wytrzymałościowa poszczególnych rozwiązań technicznych w zakresie stabilizacji i wzmocnienia obiektów chronionych naziemnych i podziemnych.

Postępowanie w myśl tych zaleceń metody usuwa przyczyny występujących zagrożeń w postaci degradacji zabytkowych obiektów chronionych takich jak: nierównomierne osiadanie fundamentów, pękanie ścian konstrukcyjnych, katastrofy budowlane, zawały chronionych obiektów ziemnych, tworzenie się zapadlisk, uszkodzeń sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych, ciepłowniczych itp. (Mikoś, 2005).



Idea kompleksowego ratowania zastosowana została w wielu zabytkowych aglomeracjach miejskich, gdzie występowały liczne awarie budowlane, bądź górnicze. Groziły one poszczególnym obiektom i zabytkowym dzielnicom poważnymi zniszczeniami, a nawet całkowitą zagładą. Przyczyn tych katastrof należało dopatrywać się w istnieniu starych, zniszczonych wyrobisk, które wykonywano niegdyś dla celów komunikacyjnych, gospodarczych lub obronnych. Przestrzenna struktura tych wyrobisk w czasie wielowiekowego ich użytkowania niejednokrotnie ulegała różnorodnym przebudowom dostosowanym do zmiennych potrzeb funkcjonalnych miejscowej ludności. Brak odpowiedniej izolacji wodnej i kanalizacyjnej oraz odwodnienia powierzchniowego budynków i całych dzielnic powodowały z upływem czasu niekorzystną zmianę parametrów fizyko-mechanicznych i wytrzymałościowych podłoża, a następnie spadek stateczności tych wyrobisk (Chmura, Mikoś, 1999).

Wprowadzenie technik górniczych na tereny zabytkowych starówek i wielokierunkowy program działania pozwoliło opanować większość zagrożeń i zabezpieczyć dzielnice staromiejskie m.in. w Jarosławiu, Sandomierzu, Opatowie, Kłodzku. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych prace zabezpieczające prowadzono w Lublinie, Rzeszowie, Krasnymstawie, Krzemionkach, Puławach, Chełmie oraz częściowo w Przemyśle, Bodzentynie, Klimontowie i Bystrzycy Kłodzkiej.

Fig. 2. Awaria budowlana w Jarosławiu w latach 50-tych (foto Archiwum)

### 3. Adaptacja obiektów podziemnych dla potrzeb podziemnych tras turystycznych

Z dostępnych informacji prasowych oraz danych organizatorów obsługi turystów w poszczególnych obiektach podziemnych wynika, że polskie zabytkowe kopalnie, średniowieczne piwnice i składy, jaskinie i groty oraz podziemne obiekty strategiczno-militarne zwiedza około 5 mln osób rocznie. Łączna długość tras podziemnych dawno przekroczyła 50 km. Do dnia dzisiejszego w naszym kraju zabezpieczono i zaadaptowano na podziemne trasy turystyczne kilkadziesiąt obiektów, a ilość zabezpieczonych, zagospodarowanych i zmodernizowanych obiektów podziemnych z każdym rokiem systematycznie wzrasta. Powiększa się również długość istniejących tras podziemnych oraz ich atrakcyjność (Mikoś, Chmura, 2000).

Zagospodarowanie dla celów turystyki wyrobisk podziemnych polega na odpowiednim przygotowaniu trasy od strony górniczo-budowlanej, co ma zagwarantować pełne i całkowite bezpieczeństwo przebywających w podziemiach zwiedzających. Sama natomiast trasa powinna być atrakcyjna z dydaktycznego i poznawczego punktu widzenia oraz zapewnić minimum komfortu zwiedzania. Niestety, nie wszystkie obecnie dopuszczone do ruchu turystycznego obiekty podziemne spełniają te postulaty. Jednym z istotnych problemów są luki formalno-prawne związane z adaptacją obiektów podziemnych (Mikoś, Tajduś, 2000).

Niemniej ważnym elementem organizacji tych tras powinien być projekt ochrony konserwatorskiej, który zwraca uwagę na piękno i wartość kulturową tego dziedzictwa narodowej tradycji jaką są szeroko rozumiane podziemne trasy turystyczne. Stosowanie wiedzy, metod i sposobów ratowania wyż. wym. obiektów na bazie doświadczeń teoretyczno-praktycznych wytycza kierunki dalszego uczestnictwa w pracach tego typu przy adaptacji podziemnych tras turystycznych w perspektywie nadchodzących lat. Każdy obiekt bowiem, mimo pozornych podobieństw, posiada różnorodny charakter, pochodzenie, zlokalizowany jest w różnych skałach o odmiennych parametrach geotechnicznych. Każda trasa turystyczna posiada zatem charakter unikalny i niepowtarzalny; niezbędne są więc kompleksowe badania naukowe i odmiennie potraktowanie specyfiki każdej z tych tras (Mikoś, Chmura, 2000).

Współczesny stosunek do zabytkowego obiektu podziemnego to przede wszystkim jego ochrona. Praktyka konserwatorska w elementach architektonicznych podziemi powinna indywidualnie rozpatrywać każdą trasę turystyczną i każdy zabytek podziemny pod względem jego przeszłości jak też aktualnej sytuacji i przeznaczenia.

W podziemiach zabytkowych w porozumieniu z Konserwatorem Zabytków i ewentualnie z architektem wnętrz podejmuje się decyzje odnośnie likwidacji, zamknięcia lub utrzymania wyrobisk, a następnie wykonuje się górnicze prace zabezpieczająco-rekonstrukcyjne. W miarę możliwości finansowych ciekawsze komory, korytarze, przejścia i inne obiekty o uznanej wartości historycznej lub architektonicznej (będące niejednokrotnie pomnikami przyrody nieożywionej) – po odrestaurowaniu łączy się w ciąg podziemnej trasy turystycznej. Zagospodarowane i zabezpieczone stanowią część geoturystyki. Trasy takie wyposażone w stosowne oświetlenie, wystrój, sprawny system wentylacji naturalnej oraz zaplecze techniczne spełniają dużą rolę dydaktyczno-wychowawczą. Są bowiem materialnym świadectwem dawnej działalności naszych przodków oraz ich kunsztu w zakresie budownictwa podziemnego i równocześnie stanowią atrakcję miejscowości chętnie odwiedzaną przez turystów (Duda, 1998 b). Powstanie podziemnych tras turystycznych wpływa znacząco na aktywizację ruchu turystycznego w rejonie, a więc spowodować może wymierne korzyści gospodarcze tych miejscowości.

Fig. 3. Komora „Jezioro „Wessel” (z Archiwum K.S. Wieliczka)



Mówiąc o adaptacji zabytkowych podziemi należy wspomnieć o kilku niezwykle ciekawych obiektach i prowadzonych tam pracach zabezpieczająco-adaptacyjnych. Szczególnie bogaty zakres górniczych robót zabezpieczających wykonany został w podziemiach Kopalni Soli w Wieliczce w obrębie popularnej trasy turystycznej oraz podziemnego Muzeum Żup Solnych. Jest to wzorcowa trasa turystyczna. Przedmiotowy zespół muzealno-turystyczny wpisany został w 1978 roku przez UNESCO do rejestru dóbr Światowego Dziedzictwa Kultury. Wiąże się to z jednej strony z uznaniem najwyższej rangi zabytku, z drugiej zaś – zobowiązuje do szczególnej troski o stan jego zachowania. W takich przypadkach muszą współpracować specjaliści z różnych dziedzin inżynierii ze specjalistami i rzeczoznawcami z zakresu muzealnictwa, historii sztuki, architektury, konserwacji zabytków, leśnictwa itp. Powołany uczelniano-przemysłowy Zespół ds. Górniczego Zabezpieczenia Kopalni Soli „Wieliczka” sprawował opiekę nad stroną techniczną rekonstrukcji górotworu oraz zabytkowych komór, chodników i szybów, kierunkowanie rozwiązań odwadniania i wentylacji, a także koordynację prac badawczych, projektowych i wykonawstwa w tym zakresie. Korzystano przy tym jak najszerzej ze starych historycznych wzorów ciesielstwa i murarstwa górniczego. Pozostali specjaliści „pionu artystycznego” sprawowali opiekę nad znaleziskami dawnego kopalnictwa wraz z ich ekspozycją, opracowywali założenia programowe odbudowy i rewaloryzacji, zapewniali pomoc w utrzymaniu podziemnego sanatorium alergologicznego. Propagowali przy tym idee ratowania i odnowy starych wielickich wyrobisk. Przy odtwarzaniu murowanych obudów, portali, ścian oporowych oraz drewnianych odrzwi, wieńców i innych ustrojów nośnych obowiązuje zasada zachowania pierwotnego.

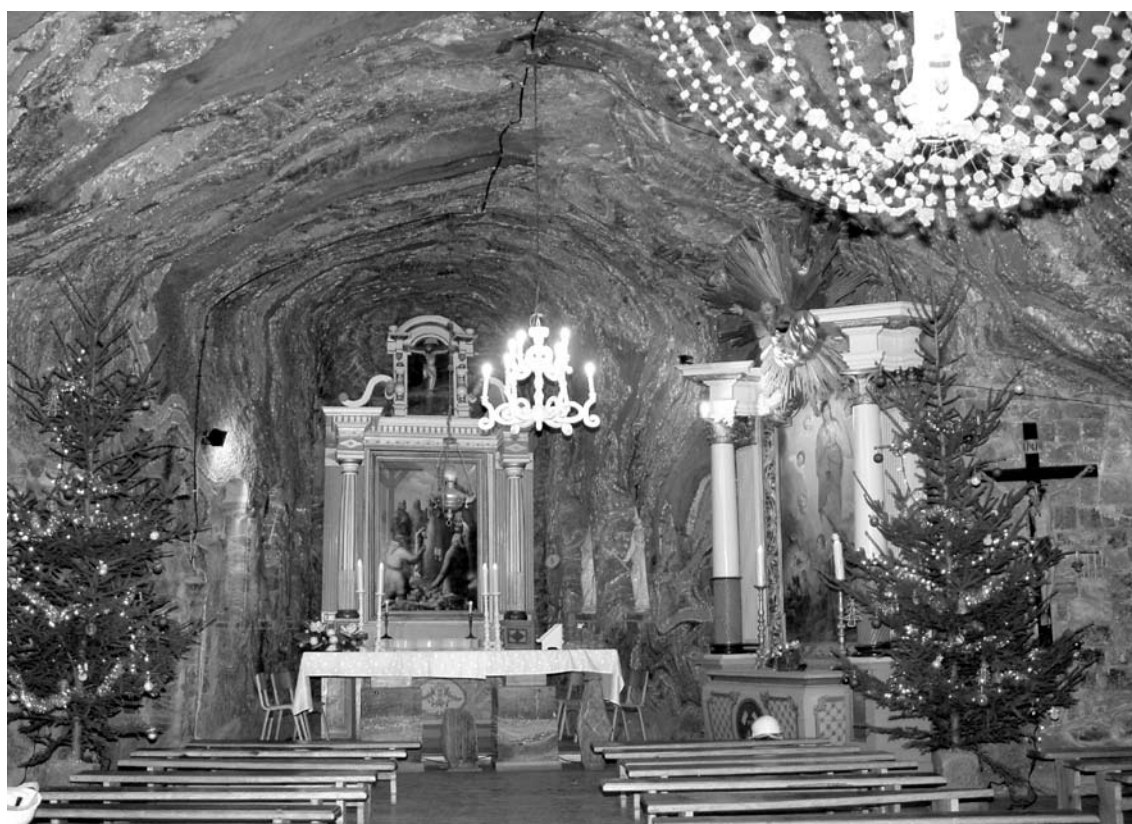


Fig. 4. Kaplica św. Kingi w K.S. „Bochnia” (foto J. Chmura)

Górnice prace zabezpieczające, w których brali udział pracownicy obecnego Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii AGH w Krakowie realizowano również w Kopalni Soli „Bochnia”, kopalni kredy w Chełmie Lubelskim, w rejonie rezerwatu archeologicznego prakopalni krzemienia pasiastego w Krzemionkach k/Ostrowca Świętokrzyskiego. Odstaurowanie Smoczey Jamy na Wawelu, Grot Puławskich w obrębie zespołu pałacowo-parkowego Czartoryskich również pozwoliło na udostępnienie zwiedzającym tych atrakcyjnych obiektów (Konferencja Naukowo-Techniczna, 2001).

Na podstawie opracowanych przez Zespół Naukowy, pod kierownictwem profesorów naszego Wydziału, założeń technicznych, przeprowadzono wiele podziemnych prac penetracyjnych i rozpoznawczych, czego efektem było rozeznanie podziemi i późniejsza ich adaptacja na atrakcyjne podziemne trasy turystyczne w Kłodzku, Sandomierzu, Jarosławiu, Opatowie, Krzemionkach Opatowskich, Krakowie, Wieliczce, Bochni, Puławach, Kletnie, Tomaszowie Mazowieckim i innych. Zespoły Naukowe przy Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH sprawują również opiekę nad adaptacją podziemi w Będzinie, Kamiennej Górze, Dąbrowie Górniczej i powstających kolejnych odcinków podziemnej trasy turystyczno-sanatoryjnej w kopalni bocheńskiej. Przy udziale tego Zespołu prowadzona jest rozbudowa trasy turystycznej w Kopalni Złota w Złotym Stoku (Mikoś, 2005). W ramach Euroregionu „PRADZIAD” prowadzone były prace nad udostępnieniem międzynarodowej trasy górniczo-turystycznej związanej ze średniowiecznym kopalnictwem złota w rejonie Głucholazy–Złote Hory.

Nauka i technika wsparta wieloletnim doświadczeniem stosowanym przy zabezpieczaniu i rewitalizacji podziemnych obiektów zabytkowych w coraz większym stopniu i niejednokrotnie na coraz większą skalę podejmują i aktualnie rozwiązują różne złożone problemy – kierując się aspektami przyszłości.

Wspomniany już wcześniej Zespół Naukowy w zakresie swojej działalności naukowo-badawczej (Tajduś, Mikoś, Chmura, 2000) zajmuje się takimi zagadnieniami jak:

- ochrona i zabezpieczenia architektonicznych obiektów zabytkowych (również obiektów budownictwa komunalnego). W pracach tych wykorzystuje się metody i techniki budownictwa górniczego przede wszystkim przy stabilizacji podłoża gruntowego i wzmacnianiu elementów konstrukcji budowlanych (np. fundamentów, ścian);
- rekonstrukcja fundamentów budynków w zabytkowych dzielnicach staromiejskich i poprawianie ciągłości podłoża budowlanego;
- zabezpieczanie zabytkowych wyrobisk podziemnych o charakterze turystyczno-muzealnym oraz wzmacnianie otaczającego go górotworu;
- adaptacja podziemnych wyrobisk górniczych i militarnych oraz grot i jaskiń na podziemne trasy turystyczne, muzea i sanatoria;
- rekonstrukcja istniejących poziomnych wyrobisk zabytkowych.

Przy udziale pracowników naszego Wydziału zostały wykonane specjalistyczne prace ratunkowo-zabezpieczające, m.in. w Zamku Średnim w Malborku, w Zamku Piastowskim w Raciborzu, Prudniku (Ratusz z wieżą ratuszową), Łęczycy (Archikolegiata Łęczycka w Tumie) itp.

W naszym kraju istnieje cały szereg starych zabytkowych zarówno naziemnych jak i podziemnych obiektów techniki górniczej. Te zabytkowe obiekty muszą zostać uratowane i zabezpieczone pod względem górniczym i budowlanym, aby następnie mogły służyć przyszłym pokoleniom jako podziemne trasy turystyczne i dydaktyczne, sanatoria, muzea, miejsca spotkań okolicznościowych, praktyk studenckich itp. Ponieważ górnictwo na naszych ziemiach jest znacznie starsze aniżeli tysiącletnia historia państwowości polskiej, dlatego też te zazwyczaj unikalne wyrobiska muszą być szczególnie chronione w kraju o tak bogatych tradycjach górniczych.



Fig. 5. Świątogorsk (Ukraina) – prawosławny klasztor z wydrążonymi chodnikami w górotworze wapiennym (foto J. Chmura)

#### 4. Zakończenie

Problemy ratowania, zabezpieczenia i adaptacji podziemnych pomników naszej kultury materialnej, stanowią jedną z najbardziej nietypowych dziedzin działalności budownictwa górniczego i geotechniki realizowanych na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH w Krakowie.

Realizując zasadę polskiej myśli konserwatorskiej – kompleksowego rozwiązywania problemów badawczych powołano w ramach istniejącej struktury Wydziału nową specjalność *Geotechnika w rewaloryzacji zabytków*. Zadaniem absolwentów tej specjalności jest inżynierska ochrona dla przyszłych pokoleń nie tylko zagrożonych pomników architektury (obiektów zabytkowych, architektonicznych i dzielnic staromiejskich) ale też starych, zabytkowych zarówno naziemnych

jak i podziemnych obiektów techniki górniczej (Mikoś, Chmura, 2000). Takimi obiektami szczególnie chronionymi powinny stać się historyczne już wyrobiska górnicze, które można udostępnić i zaadaptować do różnych celów.

Zabezpieczone, zagospodarowane, przywrócone życiu podziemne obiekty zabytkowe i inne nie zrewitalizowane dotąd podziemia milcząco oddają hołd i podziękowanie naszym przodkom i całym rzeszom górników – tym często bezimiennym bohaterom... Ochrona dziedzictwa kulturowego w jednoczącej się Europie stanowić może również dziedzinę międzynarodowej współpracy naukowej. Zaowocuje to z pewnością rozwojem geoturystyki krajowej i zagranicznej.

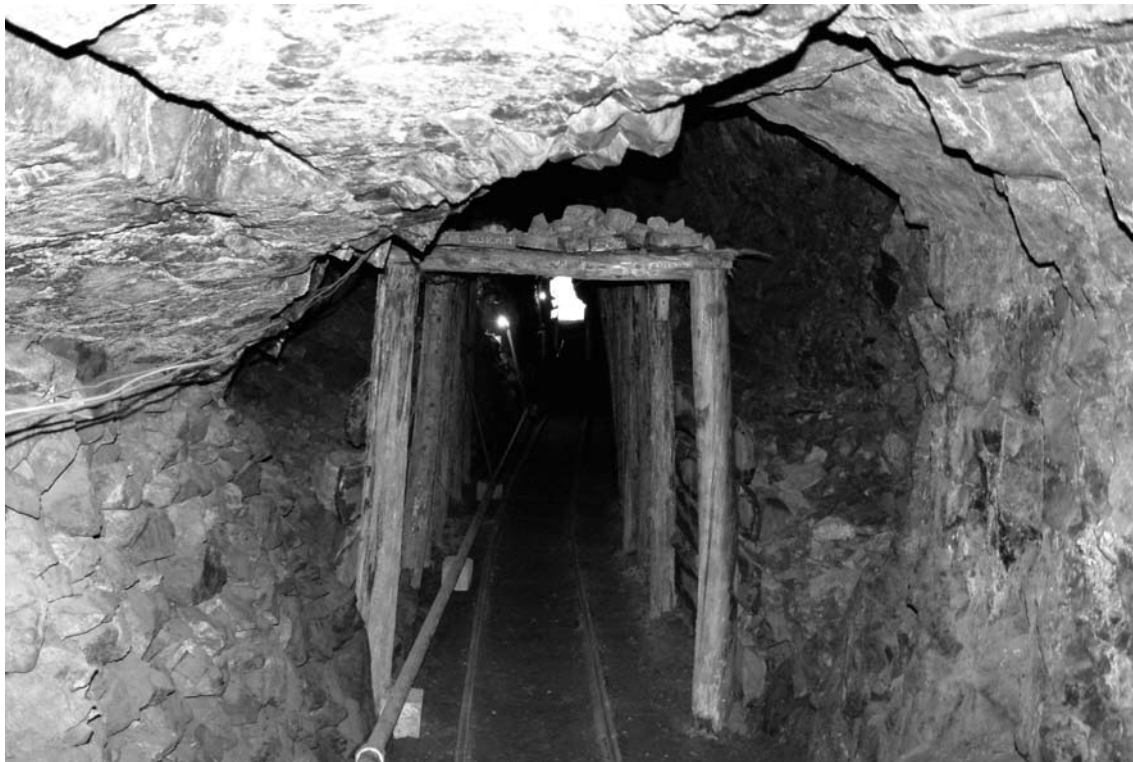


Fig. 6. Andacollo (Chile) – Podziemia ćwiczebnej kopalni Uniwersytetu La Serena (foto J. Chmura)

Kończąc chcemy jeszcze zwrócić uwagę Czytelników na pewien paradoks cywilizacyjny, że człowiek XX i XXI wieku, podobnie jak przed tysiącami lat zaczyna na wielką skalę wykorzystywać podziemia do swoich potrzeb. Człowiek współczesny zaczyna doceniać podziemia... Zamykając ogromne koło historii, śladem naszych przodków znów wracamy do podziemi, ale już dla przyjemności i relaksu.

### **Literatura**

- Chmura J., Mikoś T., 1999. Wybrane problemy stateczności podziemnych tras turystycznych w Polsce. Konferencja – Przemysł wydobywczy – Teraźniejszość i Przyszłość. Kraków.
- Duda Z., 1998 a. Doświadczenia Akademii Górniczo-Hutniczej w zabezpieczaniu obiektów zabytkowych. Budownictwo Górnicze i Tunelowe., 2.
- Duda Z., 1998 b. Budownictwo górnicze, a ochrona obiektów architektonicznych. [w:] XXI Zimowa Szkoła Mechaniki Górnotworu „Geomechaniczne problemy eksploatacji złóż i budownictwa specjalnego. Zakopane.
- Duda Z., Mikoś T., 1999. Problemy geotechniczne ochrony podziemnych i naziemnych obiektów zabytkowych. [w:] XXII Zimowa Szkoła Mechaniki Górnotworu. Wrocław.
- Kohutek Z., 1993. Wkład budownictwa górniczego w dzieło rewaloryzacji dóbr kultury narodowej. Przegląd Górniczy, 2.
- Mikoś T., 2005. Metodyka kompleksowej rewitalizacji, adaptacji i rewaloryzacji zabytkowych obiektów podziemnych z wykorzystaniem technik górniczych. Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Mikoś T., Chmura J., 2000. Problems of Mining Protection of Underground Touristic Routes in Poland. [w:] International Conference: Mining and geological Activities under the new conditions. Słowacja, Banská Bystrica.
- Mikoś T., Tajduś A., 2000. Podstawy prawne funkcjonowania i ochrony podziemnych tras turystycznych w Polsce. [w:] Konferencja Naukowa. Budownictwo Podziemne 2000, Kraków.
- Strzelecki Z., 1988. Metoda Z-S kompleksowego zabezpieczenia zabytkowych miast w Polsce. Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej PAN, Seria Górnictwo, z. 28, Warszawa-Kraków.
- Tajduś A., Mikoś T., Chmura J., 2000. Problemy techniczne adaptacji podziemnych obiektów zabytkowych – doświadczenia Wydz. Górniczego AGH w Krakowie. [w:] Międzynarodowa Konferencja Konserwatorska, Kraków.
- Konferencja Naukowo-Techniczna 2001. „Zabezpieczanie i Rewitalizacja Podziemnych Obiektów Zabytkowych”, Kraków – Bochnia, 21–22 września 2001 r.

## **MODEL GLACJALNEJ TRANSFORMACJI RZEŻBY KRASOWEJ W LUBELSKO-WOŁYŃSKIM OBSZARZE KRASOWYM**

**Radosław Dobrowolski**

*Zakład Geografii Fizycznej i Paleogeografii, Instytut Nauk o Ziemi UMCS*

*20-718 Lublin, al. Kraśnicka 2 c,d*

*e-mail: rdobro@poczta.umcs.lublin.pl*

Zagadnienie wpływu lądolodów kontynentalnych na węglanowe podłoże lubelsko-wołyńskiego obszaru krasowego (=wyżyn metakarpackich i ich północnego przedpola) było dotychczas traktowane marginalnie i ograniczało się do lakonicznych stwierdzeń sugerujących, bądź destrukcję form z wcześniejszych epizodów aktywności krasowej, bądź ich całkowite zasypianie.

Nadrzędnym celem podjętych badań było zebranie nowych faktów dotyczących warunków rozwoju rzeźby krasowej północnego przedpola wyżyn lubelsko-wołyńskich (Polska SE, Ukraina NW) w plejstoceniowym środowisku glacialnym. Zebrany materiał badawczy pozwolił na odtworzenie mechanizmów prowadzących do przemian morfogenetycznych w stropie osadów węglanowych pod wpływem mas lodowych oraz towarzyszącej im ekstraglacialnej zmarzliny. Efektem finalnym było wypracowanie modelu glacialnej transformacji rzeźby krasowej. W jego świetle zakres oddziaływań plejstoceniowych mas lodowych na skrasowiałe podłoże analizowanego obszaru jest znacznie bardziej złożony niż było to dotychczas przyjmowane. Działalność lądolodu przejawiała się: (1) bezpośrednią, glacialdynamiczną transformacją preglacialnego systemu krasowego; (2) pośrednią, sub- i terminoglacjalną: (a) przebudową krasu preglacialnego oraz (b) kreacją form erozyjnych (=protokrasowych), rozwijających się w okresie postglacialnym jako formy krasowe; (3) pośrednim, glaciostatycznym odmłodzeniem struktur tektonicznych w masywie górnokredowym oraz (4) reorganizacją krasowego systemu drenażu podziemnego.

## SKĄPOSZCZETY POTOKU POWIERZCHNIOWEGO I WÓD JASKINI MIECHARSKIEJ (BESKID ŚLĄSKI)

Elżbieta Dumnicka

Akademia Jana Długosza w Częstochowie, Instytut Chemii i Ochrony Środowiska  
al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa

Odkryta w ostatnich latach (Szura, 2006) i intensywnie badana (Dumnicka, Kur, Margielewski i in. w: Urban, 2006, Margielewski i in., 2007). Jaskinia Miecharska jest jedyną niekrasową jaskinią w Polsce przez którą przepływa nieduży potok; ponadto znajduje się w niej niewielkie jeziorko zasilane zarówno wodami potoku jak i wodą przesączającą się z powierzchni ziemi. Celem badań było porównanie składu gatunkowego skąposzczetów żyjących w potoku powierzchniowym i w wodach jaskini oraz stwierdzenie czy istnieją różnice między fauną podobnych siedlisk w jaskiniach krasowych a fauną Jaskini Miecharskiej.

Jakościowe próby do badań faunistycznych z podziemnego odcinka potoku i z jeziorka zostały pobrane czterokrotnie w latach 2006–2007\*. Dwukrotnie (07.04.2006 i 30.08.2006) pobrano ilościowe próby fauny dennej z wód jaskini oraz z potoku powyżej i poniżej jaskini. W tych terminach zebrano także próbki wody do analiz hydrochemicznych i osady dennie do określenia zawartości materii organicznej.

Badane wody charakteryzowały się niską mineralizacją ogólną (przewodnictwo w zakresie 61.3–76.1  $\mu\text{S}$ ), niewielką zawartością biogenów, szczególnie fosforanów (w kilku przypadkach poniżej czułości metody) oraz wysokim natlenieniem (84.6%–93.9%), które osiągało najwyższe wartości w wodach potoku poniżej jaskini. Zawartość łatwo rozkładalnej materii organicznej w wodzie, wyrażona wskaźnikiem BZT<sub>5</sub> (biologiczne zapotrzebowanie tlenu), była bardzo niska i w wodach jaskini nie osiągała nawet 1 mg O<sub>2</sub>/l, a w potoku poniżej jaskini sięgała najwyżej 1.5 mg O<sub>2</sub>/l. Ilość materii organicznej w osadach dennych badanych wód wahała się od 2 do 4.5% suchej masy osadu. Tak niewielkie jej zawartości są często spotykane w wodach górskich, ale stanowią one wystarczające źródło pokarmu dla drobnych organizmów detritusozernych, do których należą skąposzczety.

Skład i struktura głównych grup systematycznych fauny dennej (owady, mięczaki, skorupiaki itp.) została już wcześniej opracowana (Dumnicka, 2008). Skąposzczety stanowiły zazwyczaj niewielki procent fauny dennej w powierzchniowych odcinkach potoku (od kilku do kilkunastu procent całości fauny, wyjątkowo do 40%) natomiast w wodach podziemnych grupa ta stanowiła zdecydowaną większość bezkręgowców (od 79 do 94% fauny).

Gatunki o różnych wymaganiach ekologicznych (typowo wodne, ziemno-wodne i lądowe) występowały wspólnie na wszystkich stanowiskach, co często spotykane jest w wodach górskich (Dumnicka, 2000). Największą różnorodność gatunkową stwierdzono w podziemnym odcinku potoku, gdzie prócz gatunków typowych dla wód powierzchniowych stwierdzono także gatunki stygobiontyczne lub stygofilne. Zazwyczaj większą różnorodność notuje się w powierzchniowych odcinkach potoków i pod tym względem Jaskinia Miecharska jest wyjątkiem.

Natomiast liczba gatunków znalezionych w jeziorku była bardzo niska, gdyż występowały w nim wyłącznie taksony związane mniej lub bardziej ściśle z wodami podziemnymi. Brak gatunków typowych dla wód powierzchniowych może być spowodowany silną konkurencją innych detritusofagów lub utrudnioną migracją osobników z wodami potoku do jeziorka położonego najdalej od otworu spośród badanych stanowisk.

Obliczone tylko na podstawie niewielkiej liczby prób ilościowych zagęszczenie skąposzczetów było najniższe w jeziorku (około 250 osobników/m<sup>2</sup>), nieco wyższe w podziemnym odcinku potoku a najwyższe w potoku poniżej jaskini (około 2100 osobników/m<sup>2</sup>).

Większość gatunków skąposzczetów ma dużą tolerancję na zmiany chemizmu wody, w tym jej odczynu, dlatego te same taksony spotykane są zarówno w górskich potokach jak i w wodach jaskiń na podłożu węglanowym, fliszowym oraz granitowym (np. rodzaje *Cernovitiella*, *Marionina* czy *Stylodrilus*). Tylko niektóre gatunki np. *Propappus volki*, są związane z wodami o dużej zawartości wapnia i magnezu i nie zostały znalezione w wodach Beskidu Śląskiego. Inne, mniej wymagające pod tym względem (np. *Rhyacodrilus falciformis*), zostały znalezione w Jaskini Miecharskiej, ale nie występują w słabiej mineralizowanym potoku powierzchniowym.

### Literatura

- Dumnicka E., 2000. Studies on Oligochaeta taxocens in streams, interstitial and cave waters of southern Poland with remarks on Aphanoneura and Polychaeta distribution. Acta Zool. Cracov., 43: 339–392.
- Dumnicka E., 2008. Stream bottom fauna in the Jaskinia Miecharska cave, Silesian Beskid (Poland). Zacisk, Special Issue: 14–15.
- Margielewski W., Urban J., Szura C., 2007. Jaskinia Miecharska cave (Beskid Śląski Mts., Polish Outer Carpathians): case study of a crevice-type cave developed on a sliding surface. Nat. Conserv., 63: 57–68.
- Szura C., 2006. Jaskinia Miecharska – beskidzki gigant. Jaskinie, 2 (43): 6.
- Urban J., ed. 2006. 9<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst. Wyd. INC, PAS, Cracow, pp. 100.

\* Serdecznie dziękuję kolegom: Jarosławowi Kurowi, Czesławowi Szurze i Janowi Urbanowi za zebranie i dostarczenie mi prób fauny dennej z omawianej jaskini.

## UWAGI O ROZWOJU JASKIŃ W STRUKTURZE PŁASZCZOWINOWEJ CZERWONYCH WIERCHÓW W TATRACH – CZYLI JAK FABRYKOWAĆ FAKTY, BY POTWIERDZIĆ WYZNAWANĄ TEORIĘ

Jerzy Grodzicki

Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi

Jesienią 2004 r. na Sympozjum Speleologicznym dr M. Bac-Moszaszwili i dr T. Nowicki przedstawili aktualne (swoje) poglądy na budowę geologiczną masywu Czerwonych Wierchów w Tatrach Zachodnich, opierając się na wstępnych, niepełnych i amatorskich doniesieniach o łupkach występujących w Jaskini Małej w Mułowym oraz na powszechnie dostępnej literaturze tematu, w tym publikacjach przedstawiających wyniki badań geologicznych w jaskiniach masywu, w większości mojego autorstwa. Nie powołują się przy tym na własne badania czy ewentualne obserwacje, stąd wnosząc należy, że badań takich nie prowadzili. Główne tezy tych poglądów przedstawili nieco później w Instytucie Nauk Geologicznych PAN na seminarium, którego byłem uczestnikiem. Mimo wykazywania pomijania i/lub przeinaczania wielu znanych faktów odnośnie budowy geologicznej masywu oraz informacji, że zostały podjęte działania mające na celu zebranie i uściślenie danych geologicznych z niedawno odkrytej Jaskini Małej w Mułowym (mającej zasadnicze znaczenie dla określenia budowy masywu), pp. Bac i Nowicki w rozszerzonej formie opublikowali te poglądy w artykule zamieszczonym w *Przeglądzie Geologicznym* vol. 54, nr 1 2006 pod tytułem „Uwagi o rozwoju jaskiń w strukturze płaszczowinowej Czerwonych Wierchów w Tatrach”.

Przyjrzyjmy się więc jak wyglądają fakty w konfrontacji z tezami i ich dokumentacją, przedstawionymi w tym artykule.

1. Przekrój Ciemniak–Wantule prezentowany przez p. M. Bac-Moszaszwili i p. T. Nowickiego przebiega przez Jaskinię Marmurową. Szczegółowy przekrój geologiczny przez tę jaskinię został opublikowany w 1989 r. (Grodzicki, Kardaś, 1989). Zasadnicze dane z przekroju pp. Bac i Nowickiego są błędne:

- ukazana jest środkowa jura na rzędnej ok. 1700 m n.p.m. – w rzeczywistości utwory środkowej jury nie są znane z Jaskini Marmurowej,

- utwory malmoneokomu wg przekroju zalegają od rzędnej 1680 do rzędnej 1550 mając upad ok. 40° S – o tyle to dziwi, że Jaskinia Marmurowa sięga jedynie do rzędnej 1644 m n.p.m., podczas gdy w rzeczywistości występują od rzędnej 1720 do 1680 m n.p.m. (czyli aż 130 m wyżej, niż na przekroju, co zapewne nie pasowało do koncepcji autorom), a ich tektoniczny kontakt z leżącymi niżej wapieniami urgonu (podobnie jak z nadległymi utworami triasu środkowego) ma upad 57° S,

- dalej ku południowi przekrój pokazuje już zupełnie fikcyjny obraz – rzekomo oparty na danych z Jaskini Małej w Mułowym – według którego „Ponad zespołem korytarzy nazwanym Czarnym Łądem... pojawiają się czarne łupki. Są to niewątpliwie **łupki dolnotriasowe**...” (op. cit.). Otóż są to łupki **środkowego cenomanu**! formacji Zabijaka (Krajewski, 2003). Ich wiek bez wątpienia określa opisana ze szlifów tych utworów przez A. Pszczółkowskiego mikrofauna: cysty *Dinoflagellata*, otwornice *Praeglobotruncana* Cf. i *Rotalipora* sp. Dalsze rozważania i wnioski autorów są równie wiarygodne, jak podstawa tych rozważań.

Rzeczywisty obraz, niestety niepełny, obrazuje prezentowany przekrój (rys 1). Poprowadzony jest wzdłuż linii S-N poprzez otwór

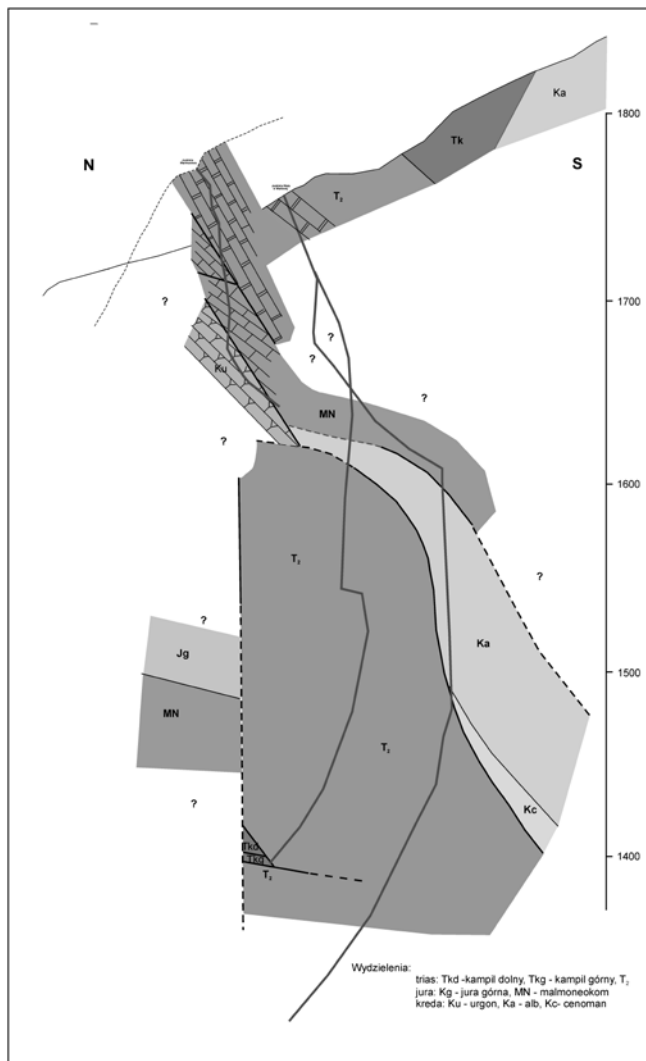


Fig. 1

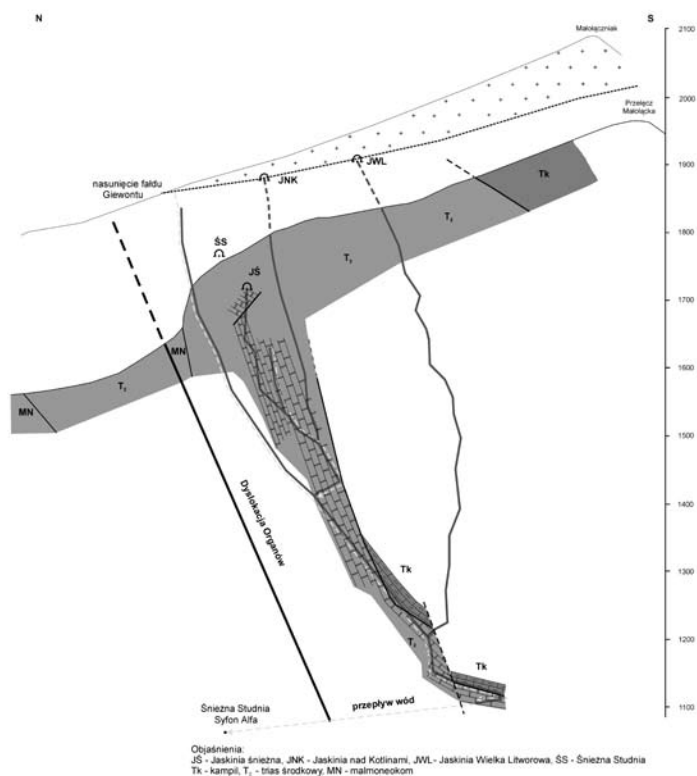
Jaskini Małej w Mułowej – około 140 m na E od omawianego powyżej przekroju I pp Bac i Nowickiego. Sporządzony został z mapy strukturalnej sporządzonej przez autora na podstawie obserwacji i pomiarów kontaktów pomiędzy różnymi utworami poczynionych 6, 11–14 listopada 2004 r. przez p. mgr Krzysztofa Recielskiego oraz opracowaniu prób pobranych w czasie tych pomiarów. Z prób sporządzono płytki cienkie, w których mikrofaunę oznaczył prof. dr hab. Andrzej Pszczółkowski w styczniu 2005 r. Niestety, dane dotychczas zebrane nie są wystarczające do skonstruowania wiarygodnego przekroju geologicznego wzdłuż linii Twardy Uplaz–Dolina Miętusia. Jak wynika z zestawionych danych, do chwili obecnej brak geologicznych obserwacji z wstępnych partii jaskini na początkowych 100 m głębokości od otworu do rzędnej 1650 m n.p.m., jak również danych od rzędnej 1440 do dna jaskini, tzn. do rzędnej 1220 m n.p.m. Poważnym mankamentem jest także brak pomiarów biegów i upadów warstw i szczegółowych opisów utworów pomiędzy rozpoznanymi już kontaktami.

Niemniej jednak, przedstawione tu dane dowodzą, że dotychczasowe interpretacje budowy masywu w przekroju Ciemniaka mają niewiele wspólnego z rzeczywistością i czas najwyższy, by zrezygnować z prób ratowania za wszelką cenę dotychczas obowiązującego modelu budowy geologicznej tego obszaru.

2. Odnosząc się do przekrojów przez Małolężniak, trudno powstrzymać się od stwierdzenia, że autorzy posunęli się do przeinaczania znanych z publikacji faktów, a w niektórych przypadkach wręcz ich tworzenia. I tak na przykład traktują występujące w najniższych partiach Jaskini Śnieżnej cienkie przewarstwienia jasnych wapieni jako utwory malmoneokomu lub urgonu ignorując fakt, iż znajdujące się w nich szczątki organiczne oraz występowanie w postaci wkładki w warstwach nadmyophoriowych jednoznacznie sytuują te wapienie w obrębie górnego kampilu. Zresztą wszyscy autorzy od chwili dotarcia na dno Jaskini Śnieżnej w 1961 r. zgodnie przytaczają ten fakt. Nie ma żadnej wzmianki o jakichkolwiek badaniach, prowadzonych w tej jaskini przez pp. Bac i Nowickiego w tej materii, więc należy stwierdzić, że ów „fakt” występowania w tej pozycji i tej lokalizacji wapieni malmoneokomu i/lub urgonu został stworzony na potrzeby lansowanej przez nich hipotezy. Umacnia w tym przekonaniu także to, że w ich interpretacji owe wapienie leżą powyżej powierzchni nasunięcia Organów – które, jak wykazano poniżej, przebiega daleko na północ od przyjmowanej w tej interpretacji – a poniżej tego nasunięcia znajdują się utwory kampilu. Przebieg tego kontaktu obrazuje profil geologiczny przez Jaskinię Śnieżną, przedstawiony na rys. 2, sporządzony w oparciu o mapę strukturalną opracowaną na podstawie obserwacji prowadzonych przez autora w latach 1960–1983 w Jaskini Śnieżnej i Jaskini nad Kotlinami (rys. 3).

Odnosnie rozważań nt. związku przebiegu korytarzy i studni w Jaskini Śnieżnej z dyslokacją Organów, należy stwierdzić, że związek ten oparty jest na wydumanych przesłankach – dyslokacja Organów przebiega na północ od rozwiniętej w głębi masywu sieci korytarzy i studni tej jaskini, choć niewątpliwie wzdłuż strefy tensyjnie rozwartych szczelin – wzdłuż tej strefy rozwijają się wszystkie niemal systemy jaskiniowe w podszczytowych partiach masywu.

Trzeba tu zwrócić uwagę na naginanie faktów w celu uprawdopodobnienia tej tezy:



– upad dyslokacji Organów na obu przekrojach pp. Bac i Nowickiego wynosi 60–70° S (przekroje przez Jaskinię Śnieżną i Śnieżną Studnię), w przeciwieństwie do licznych (także cytowanych) źródeł (m.in. Guzik, Sokołowski, 1959, Rabowski, 1959, Kotański, 1961, Grochocka-Rečko, 1963 Bac i in., 1979), które podają nie tylko upad rzędu 40°–50° S, ale także i przebieg dyslokacji (przy okazji – o rozwarciu międzywarstwowej szczeliny Wodociągu pisałem w 1971 r., w przywoływanej w artykule mojej publikacji z 2002 nie ma nawet najmniejszej wzmianki na ten temat!). Można natomiast domniemywać, że znaczna część pionowych partii Śnieżnej Studni rozwinęła się wzdłuż tej powierzchni nasunięcia.

– zestawianie na jednej płaszczyźnie dwóch przekrojów przebiegających do siebie pod kątem wymaga przeliczenia upadów pozornych na płaszczyznę zobrażenia, czego autorzy nie dokonali. W żadnym wypadku nie można otrzymać (przy tym samym upadzie rzeczywistym) dwóch równoległych powierzchni – to wynika z geometrii!

Tektonika nieciąga odgrywa zasadniczą rolę m.in. w górnych partiach Jaskini

Fig. 2

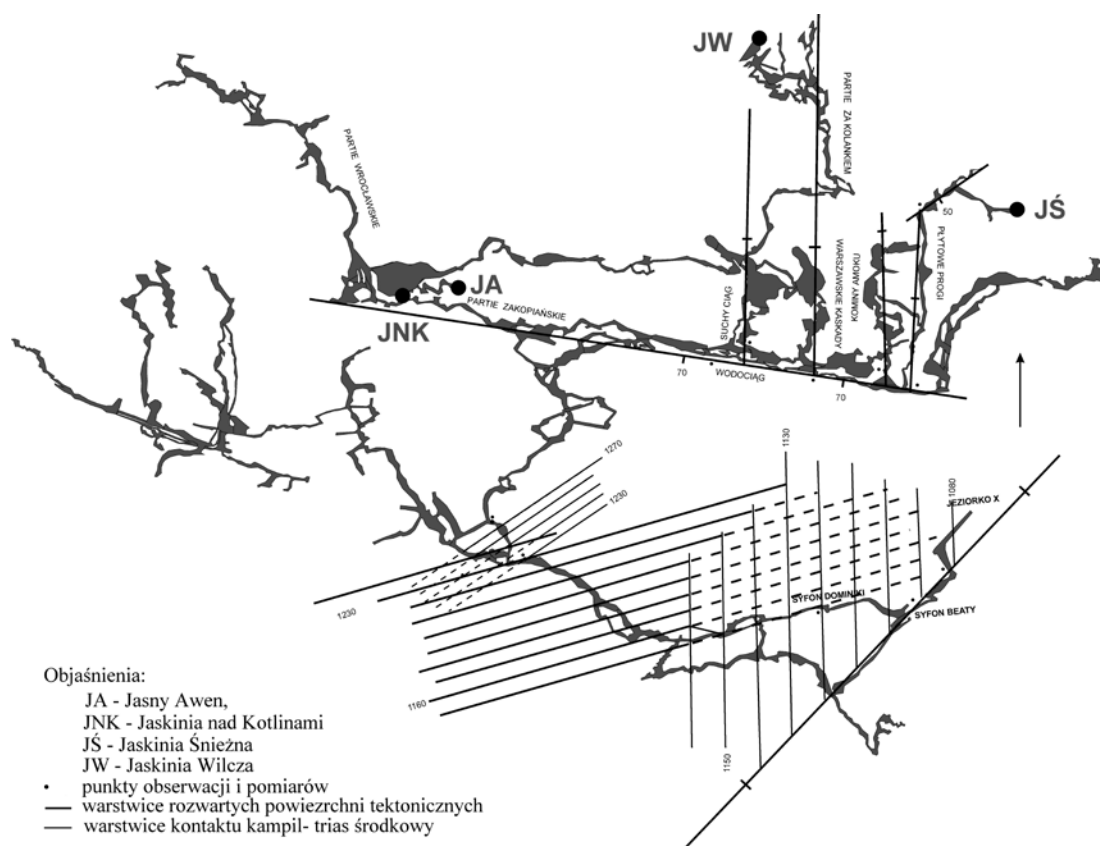


Fig. 3

Śnieżnej – z systemem pionowych, rozwartych pęknięć o przebiegu N-S związane są Partie za Kolankiem, Warszawskie Kaskady, odcinek Wielka Studnia–Wodociąg, natomiast z systemami rozwartych szczelin równoległych do Wodociągu związane są m.in. Partie Zakopiańskie, Partie Wrocławskie i główny ciąg jaskini od Wodociągu do Studni Wiatrów (rys 3).

3. Osobnym zagadnieniem są przemyślenia autorów nt odpływu wód z systemów jaskiniowych w Małolączańniku do Lodowego Źródła. Otóż ów rzekomo dokładny, przestrzenny plan Jaskini Śnieżnej p. Bartoszewskiego, na który powołują się autorzy, ma charakter ciekawostki i powstał na podstawie mało precyzyjnych planów i szkiców różnego autorstwa PRZED opracowaniem rzeczywiście w miarę dokładnego planu i przekroju Jaskini Wielkiej Śnieżnej, opublikowanego w 2002 w 9 tomie Jaskiń Tatrzańskiego Parku Narodowego. Tak więc przywoływanie tego „planu” w postaci argumentu jest co najmniej nie na miejscu, natomiast z rzetelnego zestawienia materiałów kartograficznych i geologicznych wynika że odpływ ten z Jaskini Śnieżnej jest realizowany ku NE do Syfonu Alfa w Śnieżnej Studni (rys. 2) i dalej ku zachodowi, już w obrębie jednostki Organów. Tu na marginesie istotna uwaga. Już w 1970 roku (a ponownie w 1991 r.) pisałem o możliwości przebijania się korytarzy jaskiniowych przez serie skał niekrasowijących, gdyż rozwój podziemnych dróg krążenia wody zależy nie od właściwości skał, lecz od układu rozwartych, tektonicznych szczelin. Najnowszym dowodem na prawdziwość tej tezy w masywie Czerwonych Wierchów jest Jaskinia Mała w Mułowej, w której Studnia Czesanka przebija margle albu, a kilkusetmetrowy ciąg Czarnego Łądu rozwija się na kontakcie łupków środkowego cenomanu z wapieniami triasu środkowego (?). Podobnie w partiach Ale Cyry na głębokości 350–370 m korytarz przebiega w obrębie czerwonych i zielonych łupków dolnego kampału. Niemniej jednak, taka możliwość nie wyklucza istnienia powierzchni tektonicznej ograniczającej od dołu strukturę zwaną fałdem Czerwonych Wierchów, a przebieg warstw triasu środkowego i dolnego w najgłębszych partiach Jaskini Śnieżnej wyklucza istnienie jakiegokolwiek skrzyżowania w tej strukturze i na tej głębokości. Tak więc i ten przekrój przedstawia fikcyjny obraz, nie poparty żadnymi faktami, gdyż trudno uznać za geologiczny fakt stwierdzenie Z. Kotańskiego (1963) „*Żdziary są jedynym miejscem w Tatrach, gdzie widoczny jest trias dolnego skrzydła fałdu synklinalnego Żdziarów. Jest to o tyle ważny fakt, że pozwala on na rysowanie w przekrojach przez Czerwone Wierchy dolnego skrzydła tego fałdu*”.

Na zakończenie wypada mi wyrazić nadzieję, że znajdą się chętni do prowadzenia szczegółowych badań w największych jaskiniach masywu Czerwonych Wierchów, co na pewno zaowocuje radykalną zmianą poglądów na budowę wglębną nie tylko tego obszaru, ale i całych Tatr, szczególnie w związku z nowymi możliwościami budowania przestrzennego modelu z danych obserwacyjnych, możliwościami stworzonymi przez nowe aplikacje komputerowe. Dotychczas stosowane metody graficznego przedstawiania skomplikowanej i niezwykle zmiennej przestrzennie budowy geologicznej obszarów silnie zaawansowanych tektonicznie stają się obecnie całkowicie nieprzydatne przy próbach syntetycznego, spójnego ujęcia takiej budowy.

### **Literatura**

- Bac-Moszaszwili M. i in., 1979. Mapa Geologiczna Tatr Polskich. Wyd. Geol. Warszawa.
- Bac-Moszaszwili M., Nowicki, T., 2006. Uwagi o rozwoju jaskiń w strukturze płaszczwinowej Czerwonych Wierchów w Tatrach. *Przegl. Geol.* vol. 54, 1: 56–60, Warszawa.
- Grochocka-Rečko K., 1963. Budowa geologiczna Wyżniej Świstówki. *Acta Geol. Pol.* 13: 239–270.
- Grodzicki J., 1970. Rola tektoniki w genezie jaskiń Czerwonych Wierchów. *Speleologia* t. V, 1–2: 33–48.
- Grodzicki J., 1978. Nowe elementy strukturalne jednostki Organów między Doliną Kościeliską i Doliną Miętusią. *Kras i Speleologia* t. 2 (XI): 77–83.
- Grodzicki J., 1991. Geneza i ewolucja jaskiń tatrzańskich [w:] Grodzicki J. (red.) *Jaskinie tatrzańskiego Parku Narodowego, Jaskinie Doliny Chochołowskiej i dolinek reglowych*, (red. J. Grodzicki): 11–41, Warszawa.
- Grodzicki J., Kardaś, R.M., 1989. Tektonika masywu Czerwonych Wierchów w świetle obserwacji z jaskiń. *Ann. Soc. Geol. Pol.* vol. 59: 275–293, Kraków.
- Guzik K., Sokołowski S., 1959. Mapa geologiczna Tatr Polskich 1:10.000, ark. Czerwone Wierchy, Wyd. Geol., Warszawa.
- Kotański Z., 1963. Nowe elementy budowy masywu Czerwonych Wierchów. *Acta Geol. Pol.* 13: 149–198, Warszawa.
- Krajewski K.P., 2003. Facies development and lithostratigraphy of the Hightatric mid-Cretaceous (Zabijak Formation) in the Polish Tatra Mountains. *Studia Geol. Pol.* vol. 121: 81–158, Kraków.
- Rabowski F., 1959. Serie wierchowe w Tatrach Zachodnich. *Pr. Inst. Geol.*, 27, Warszawa.

## MOTYWY I SYMBOLE JASKINIOWE (PODZIEMNE) W WYBRANYCH DZIELACH KULTURY I SZTUKI

**Jacek Gubała, Izabella Żuławnik**

*Instytut Sztuk Pięknych. Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach*

*ul. Podklasztorna 117*

*Grupa under-ART*

*e-mail: gacek\_kolorowy@interia.pl, easyrider67@wp.pl*

Podziemiami historycznie nazywano: jaskinie, grotty, schroniska skalne, lochy, wnętrza ziemi, kopalnie, labirynty grobowce itp., często bez jednoznacznej i prawdziwej lokalizacji tych miejsc.

O etapie symbolicznych eksploracji jaskiń pisze Piotr Kulbicki (1997): (...) *najstarszymi śladami umysłowej twórczości człowieka w sferze pojęciowej są symbole. Jaskinie zajmowały w myśleniu symbolicznym naszych dalekich przodków zasadnicze miejsce, być może proporcjonalne do ich miejsca w ich sferze egzystencjonalnej.* Natomiast wg „Słownika Symboli” W. Kopalińskiego *jaskinia jest wyobrażeniem wiatru; deszczu; symbolem światyni; grobu, (zejścia do) świata podziemnego; zmartwychwstania; śmierci (ciemności); bezpieczeństwa, kryjówki, pierwotnej siedziby dzikiego człowieka, schronienia (ludzi, potworów, lwów, wrózek); serca; umysłu; podświadomości; złudzeń tego świata, tajemnicy, matki, macicy, miłości płciowej, płodności, narodzin, miejsca narodzin bogów, bohaterów; nieśmiertelności. Istnieje także szereg symboli powiązanych tj.: noc, góra, labirynt, zima.*

Możliwości odszukania motywu podziemi jest wiele (a zarazem jest to bardzo trudne), gdyż artyści czerpali z szerokiego repertuaru odwiecznych symboli, obrazów i wizualnych kodów, do których często zagubiono klucz interpretacyjny. Kody te, to część składowa dzieła i nie znający ich widz nie jest w stanie zrozumieć, jaką treść za sobą niosą. Dzięki odkrywcom i tłumaczom manuskryptów z epoki odrodzenia znamy teksty, które przywrócą Zachodowi prastare tradycje kulturowe, które sięgają czasów cywilizacji mezopotamskiej, indoirañskiej czy egipskiej.

### Podziemny początek

W wyobrażeniach starożytnych Greków zaświaty (symbolizujące ciągłość życia po śmierci) to podziemne królestwo Hadesa i Persefony. Bramy do nich znajdowały się na zachodzie, w miejscu, gdzie chowa się słońce, i stamtąd udaje się na nocną wędrówkę po świecie podziemi. Prowadziło do niego na ogół kilka wejść i były to pieczary lub rozpadliny skalne (Pietrzykowski, 1983). Zaświaty te zostały przedstawione na obrazie Josepha Heniza „Pluton wjeżdża do Tartaru”. Płynęła tam boska rzeka Styks, której częścią jest Okeanos. Opływa ona wszechświat uosabiając z jednej strony pierwotną wodę będącą źródłem wszystkiego, niekończącego się życia, z drugiej jest granicą świata i symbolizuje przeznaczenie, kierujące losem (Battistini, 2005).

### Cztery pory roku

Według mitologii greckiej władca podziemi Hades porwał i pojął za żonę Persefonę. Jej matka Demeter, bogini Ziemi bardzo cierpiała z powodu utraty dziecka. Umówiła się z Hadesem, że pół roku Persefona będzie spędzać u niej, a następne pół pod ziemią. Jest to alegoryczne przedstawienie pór roku. Wiosna i lato to czas, który córka spędzała razem z matką, jesień i zima zatem to pory spędzone pod ziemią. Dlatego też zima to pora śmierci i okresowego odpoczynku natury. Łączy się ściśle ze światem podziemnym, ciemnością i wilgocią. Giuseppe Arcimboldi w antropomorficznym portrecie zimy wprowadza element wody, podziemny żywioł związany z królestwem zmarłych oraz będący źródłem wszelkiego życia kosmicznego.

### Matka Noc

Również noc jest matką wszelkiego początku pierwiastków kosmicznych. Według „Hymnów orfickich” zespoliła się z wiatrem i zrodziła Księżyc (Lunę), z której to bogini narodził się Eros. Do grona jej dzieci należą także: Niebo, Ziemia, Śmierć i Sen. Na obrazie Battista Rosi pt. „Noc lub Sen”, Sen przedstawiony jest w scenie usypiania swojej matki, odpoczywającej za dnia w grocie na dalekim zachodzie. Jako matka wszelkich rzeczy, Noc jest związana z żywiołem wody.

### Matka Ziemia

Nosicielka i macierz życia – postać matki – łączy się symbolicznie z wodą i ziemią, uniwersalnymi pierwiastkami życiodajnymi. W dziełach sztuki przedstawiona jako bezgłowe bóstwo, leżące na plecach z wyeksponowanymi atrybutami seksualności. Widoczne jest to na obrazie Marcela Duchampa pt. „Dane są: 1) wodospad; 2) gaz świetlny”. Postać ta niebezpiecznie umieszczona jest w wyjściu jaskini, które przypomina w kształcie waginę – jako symbol wyjścia z wnętrza matki ziemi. Tak jak na obrazie Leonarda Da Vinci pt. „Madonna w grocie”, jaskinia symbolizuje matczyne łono, miejsce odrodzenia i przejścia. Skała jest powiązana z ziemską misją Chrystusa.

### Tam gdzie rodzili się bogowie

Zatem jaskinie były miejscem narodzin bogów i herosów. W mitologii irańskiej wszechwiedzący bóg Mitra, zrodził się z pieczary skalnej. (Kopaliński, 1991)

Według bardzo wczesnych świadectw z II w. n.e. (św. Justyn), Jezus Chrystus narodził się w grocie skalnej, znajdującej się 8 km od Jerozolimy. W jej pobliżu ok. 420 r. n.e. zamieszkał wiodąc życie pustelnika św. Hieronim. W namalowanym

ok. 1480 roku przez Leonarda Da Vinci obrazie, najbardziej charakterystyczna jest twarz świętego, odcinająca się na ciemnym tle groty. Tam gdzie znajdowała się Grota Narodzenia cesarzowa Helena zbudowała bazylikę, która uległa spaleni. Odbudował ją w IV wieku cesarz Justynian I. Zachowała się ona w tej formie do naszych czasów. Grota Narodzenia Pańskiego znajduje się pod prezbiterium. W jej wnętrzu są dwa ołtarze: jedno w miejscu narodzenia – pod nim jest się gwiazda z napisem łacińskim *Tu z Maryi Panny narodził się Chrystus, drugi w miejscu żłóbka* (www.wikipedia.pl).

### Nos habebit humus

Słowo grota sięga korzeniami do języka greckiego, „crypte” znaczy podziemny – stąd wzięto łacińskie „crypta”. Zatem rytualne miejsce pochówku (grób), ma ścisły etymologiczny związek z podziemiami (powrót do wnętrza Matki Ziemi).

Pochówek w jaskini mogącej występować w gołoborzu z piaskowców kambryjskich, opisany jest również w legendzie o świętokrzyskim zbójcu Kaku. *Kak zraniony krwio, już broceł, kiej wybiegła ze schronu jaskini dziewczka biskupa i śmiało pierśmiom zastawiła zbójca... [...] Przysięgli jom strzałami do jego ciała, że umarła, na jego piersiach zwisajonca. Ostatkiem sił zaniósł jom do lochu i przywałęł kaminem cieskim.* (Ozga–Michalski, 1985)

Kolejnym architektonicznym przykładem jest Bazylika Grobu Pańskiego. Znajdowała się w Jerozolimie, gdzie znaleziono domniemany grób Jezusa Chrystusa. Pierwsze wzmianki o jej budowie, notuje się na IV w. n.e. Obecny kształt uzyskała w czasie wypraw krzyżowych. Zasadniczo wyróżniamy jej następujące części: rotundę z kaplicą grobu Chrystusa, kaplicę Golgoty, kryptę św. Heleny, klasztor franciszkanów i klasztor grecki. W centrum rotundy jest kaplica. Przez drzwiczki przechodzi się do kaplicy św. Anioła, a przez nią do jeszcze mniejszego pomieszczenia, które miało być właściwą komorą grobową. Moment złożenia ciała Jezusa do grobu ukazał w sposób symboliczny Roger Van Der Weyden w obrazie pt. „Złożenie do grobu”. Grób Chrystusa jest przedstawiony jako wykuta wnęka w ścianie góry. Grobem biblijnego Łazarza również była jaskinia, jak pisze św. Jan w swojej Ewangelii: *Jaskinia i kamień był na niej położony* (Ew. wg św. Jana 11, 38).

### W cieniu wielkiej góry

Ikonograficznie i symbolicznie jaskinia związana jest z górą. Jaskinia symbolizuje żeński skierowany w dół trójkąt. Góra jest atrybutem męskim, otwartym i zewnętrznym. Przystawiona jest w postaci trójkąta skierowanego ku górze. Podczas gdy jaskinia (atrybut żeński), pozostaje w niej ukryta i zamknięta (będąc jej częścią) – obie są kosmicznymi środkami (Cooper, [w:] Kulbicki, 1988).

Góra ma charakter mistyczny, gdyż w mitologii często jej szczyt skrywany w chmurach. To siedziba bogów (Olimp), zaś na jej stokach znajdują się bramy do królestwa umarłych (Battistini, 2005).

Motyw zejścia do jaskiń ukrytych w zboczach gór opisuje w swojej prozie J.R.R. Tolkien. Można tu przytoczyć słowa Gandalfa, jednego z głównych bohaterów trylogii „Władca Pierścieni”, *Moria jest tam! [...] gdzie zbocza gór opadały stromo w cień zalegający u ich podnóży. W dali majaczyła linia nagich skał, a wśród nich wyższa niż inne, wystrzela olbrzymia lita szara ściana* (Tolkien, 1981). Również inny tolkienowski bohater, Bilbo Baggins, w zboczu góry Samotnej, odnalazł wejście do jaskini smoka Smauga.

Według wielu legend ludowych wejścia do jaskiń były bramami piekieł (Wojewódzki, 1996) Stąd też w górach świętokrzyskich istnieje wiele jaskiń i zgrupowań skalnych mających w nazwie wyraz piekło np. Brama Piekło, Czarcie Wrota, Piekło pod Małogoszczem czy najbardziej znane Piekło pod Skibami (Dumnicka i in., 1996).

### W labiryncie

Z motywem góry związany jest labirynt, co możemy zaobserwować na obrazie Lorenzo Leombruno „Olimp otoczony labiryntem”. Labirynt to bardzo złożony symbol. Może wystąpić w postaci ornamentu muru w budowlu bądź ścieżki otoczonej żywopłotem, często lokalizowany jest pod ziemią, w ciemnościach. Znaczenie symbolu labiryntu to poszukiwanie własnej drogi życiowej (np. sytuacja gdzie brakuje orientacji) – ze wszystkimi problemami, którym trzeba sprostać. Labirynt jest związany z symboliką jaskiń, ideą podziemnej wędrówki, podróży na tamten świat (Cooper, [w:] Kulbicki, 1988).

Najsłynniejszy labirynt wywodzi się z greckiego mitu o Minotaurze, zamkniętym w legendarnej budowlu stworzonej przez Dedala. Prawdopodobnie to właśnie w tym mieście labirynt staje się symbolem, zstąpienia do świata podziemnego (Fiebag i in., 2003). Scenę zabijania Minotaura przez Tezeusza, możemy zobaczyć na obrazie Maestro Dei Cassoni Caspara „Tezeusz i Minotaur”. Wspominana również wcześniej Moria, przez którą wędrowała Drużyna Pierścienia, była trudnym do pokonania labiryntem: *Leżeli otoczeni zewsząd pustą bezbrzeżną ciemnością, przytłoczeni samotnością i ogromem wydrążonych w skale jaskiń, niezliczonych, splątanych korytarzy i schodów.*

### Bezpieczne miejsce

Jaskinia od niepamiętnych czasów służyła za schronienie np. człowiekowi i jego przodkom, odtrąconym, zagubionym, sprawiedliwym, uciekającym, wróżkom, bogom itp. To właśnie w niej schronił się, uciekający z płonącej Sodomii Lot z córkami. Tę apokaliptyczną scenę uwiecznił flamandzki malarz Jan Bruegel (Starszy).

Wcześni chrześcijanie także ukrywali się w katakumbach, które swoją wielkością stanowiły prawie osobne podziemne miasto (np. katakumby św. Kaliksta) (Kulbicki, 1997).

Wergiliusz w „Eneidzie” opisuje miejsce schronienia, wróżki Sybilli: *Wielka grota, gdzie wróżka budząca przerażenie ukryła się w głębokiej ciemności* (Kopaliński, 1991).

Chronili się również w jaskiniach zbójcy i sprawiedliwi (vel. zbójnicy). Za taką postać można uznać bohatera cyklu filmów i komiksów – Batmana. Stworzył on w jaskini swoją bazę i kryjówkę, co zostało ukazane w filmie „Batman

początek” (reż. Christopher Nolan). Również sławny w naszej kulturze zbójnik Janosik (znany z serialu w reż. Jerzego Passendorfera oraz komiksu Jerzego Skarżyńskiego) miał swoje schronienie w grocie. Natomiast legendy ludowe opowiadają o armiach rycerzy uśpionych w jaskiniach, którzy czekają na sygnał, by ruszyć do walki o wolność. O rycerzach Bolesława Chrobrego pisze Jan Kasprzowicz oraz góralską gwarą Kazimierz Przerwa-Tetmajer. *Jest hań grota niezmierna, ciemna, ino się kaganki świecom po ścianak. Ci rycerze śpiom, a co dziesięć lat nostarsy pomiędzy niemi podźwiguje głowe i pyto się janiola, co ig pilnuje: – Cy już cas?* W opowieści Macieja Kuczyńskiego „Na tropie legendy” jej bohater umiejscawia ich w Jaskini Miętusiej.

Uśpieni żołnierze także czekali w Górach Świętokrzyskich, w Grodowej Górze (zbudowana jest ona z piaskowca, w którym jaskinie raczej nie występują) (Krawczyński, 1983).

Mity te odżywały w świadomości Polaków, w momentach zagrożenia tożsamości narodowej, podczas zsyłki powstańców na ciężkie roboty w kopalniach. Ukazał te sceny J. Malczewski na obrazie „Niedziela w kopalni” i A. Grottger w jednej z grafik z cyklu „Lithuania”.

### Grota duchów i potworów

Oprócz ludzi i mitycznych bohaterów jaskinie były siedliskiem różnego rodzaju bestii, potworów i duchów. Chociażby legendarny smok wawelski pokonany przez szewca Skubę, miał swoje schronienie w jaskini Góry Wawel, która później została nazwana Smoczą Jamą (Kopaliński, 1991).

Motyw zabicia smoka wychodzącego z groty pokazany jest na obrazie Paula Uccello pt. „Święty Jerzy walczący ze smakiem”. Pokonanie bestii miało w średniowieczu znaczenie symboliczne i oznaczało uwalnianie duszy z okowów ciała (pokonanie barier uniemożliwiających rozwój duchowy) (Battistini, 2005).

Smoki i inne bestie, w które obfitował świat prozy J.R.R. Tolkiena, strzegły ukrytych w jaskiniach skarbów. Na przykład wspomniany już smok Smaug, ze zrabowanych krasnoludom klejnotów, uczynił sobie skorupę chroniącą jego nie pokrytą łuskami skórę na brzuchu. Również grocie znajdującą się u bram Mordoru zamieszkiwała pajęczycza Szeloba, która poraziła swoim jadem Frodo Bagginsa. Nie można pominąć tu postaci Goluma, kryjącego się przed światem ze swoim „skarbem”, w bocznej odnodze podziemnej siedziby Orków. Natomiast w starej sztolni kopalni rud miedzi „Miedzianka” koło Chęcina krąży duch Wojtka – Miedzianej Stopy. Opisywał go E. Niziurski w książce „Księga urwisów”.

Śląskich zaś kopalń pilnują skarbnicy a grotołazom towarzyszą np.: Smok Cheloś w Chelosiowej Jamie (Bednarz, Krupski, 1988) czy Duch Majak w labiryntach Jaskini Optymistycznej.

### Filozofia jaskini

Jaskinia funkcjonowała w teoriach filozoficznych i dziełach sztuki, jako symbol złudzenia i nieznanego. Platon porównywał poznanie świata do ludzi siedzących tyłem do wejścia jaskini. Widząc oni tylko migocące cienie (złudny obraz świata), lecz prawdziwe poznane jest poza nimi. Na obrazie Giorgione „Trzej filozofowie” przedstawieni są mędrcy zaopatrzeni w różne naukowe przyrządy. Stoją u wejścia do jaskini, która symbolizuje nieznanne, a oni swoją wiedzę próbują to rozwić.

### Bajeczna jaskinia

Motywy podziemi pojawiają się w literaturze dziecięcej, np. w IV części „Koziołka Matołka” K. Makuszyńskiego czy w baśni M. Konopnickiej „O Krasnoludkach i Sierotce Marysi”.

Jaskinie były również inspiracją dla kompozytorów. Edward Grieg inspirowany folklorem norweskim, skomponował suitę „W grocie króla gór”. Innym utworem muzycznym poświęconym jaskiniom jest „Caverna magica” Andreasa Volenvajdera.

Wątek muzyczny porusza także nowela fantastyczna J.B. Dziekońskiego (1949) pt. „Duch jaskini”, którego akcja rozgrywa się w jednej ze Skoroćkich jaskiń.



„Janosik”, rys. Jerzy Skarżyński 1974



„Duch Jaskini”, rys. Jan Marcin Szancer 1949

### Niekończąca się opowieść

Ten świat, tak skrzątnie przez naturę skrywany przed ludzkim okiem, w którym panuje wszechogarniający i kojący zapach wilgotnej ziemi, funkcjonował w ludzkiej świadomości od pradziejów. Stał się on miejscem, pretekstem i inspiracją do stworzenia tak wielu dzieł kultury i sztuki. By nie przestał istnieć w ludzkiej świadomości, nie można o nim zapomnieć. Bez obaw można więc, zinterpretować słowa Edwarda Stachury i powiedzieć, że „Wszystko jest jaskinią”.

### Literatura

- Battistini M., 2006. Symbole i alegorie. Arkady.
- Bednarz J., Krupski W., 1988. Jaskinia Chelosiowa Jama. Międzyzczasie, Czasop. Oddz. Akad. PTTK Kielce, 2.
- Cooper J.C. Kustrowana Encyklopedia symboli tradycyjnych. [w]: Kulbicki P. 1988. Katedra Spelooofilstwa stosowanego czyli jaskinioznawstwa mile uprawianego. Eksplorancik, 1.
- Dumnicka E. i in. Jaskinie regionu świętokrzyskiego. PTPNoZ, W-wa.
- Dziekoński J.B. 1949 Duch jaskini. [w:] Polska nowela fantastyczna. Zebrał Julian Tuwim, wyd. 1 PIW. W-wa.
- Fiebag P., Gruber E., Holbe R., 2003. Wielkie Zagadki Świata. Europa Zachodnia i Nowy Świat. Świat Książki.
- Kopaliński W., 1990. Słownik symboli. Wiedza Powszechna, W-wa.
- Kuczyński M., 1963. Do widzenia Słońce. Nasza Księgarnia.
- Kulbicki P., 1997. Historia polskiej działalności jaskiniowej. Jaskinie, 6.
- Krawczyński Ś., 1983. Raptularz świętokrzyski. Wyd. Łódzkie.
- Ozga – Michalski J., 1985. Godki Świętokrzysie. Wyd. Łódzkie.
- Pietrzykowski M., 1983. Mitologia starożytnej Grecji. Wyd. Artystyczne i Filmowe.
- Przerwa Tetmajer K., 1984. Śpiący rycerz. Sądecka Ofic. Wyd. Nowy Sącz.
- Tolkien J.R.R., 1981. Władca pierścieni. Wyprawa. Czytelnik.
- Wojewódzki B., 1996. Opowieści i legendy świętokrzyskie. Ofic. Wyd. STON 2.

Referatowi towarzyszy wystawa prac plastycznych pt. „Podziemne Impresje” następujących autorów: Lubos Werner, Anna Wojtaszek, Karolina Urbańska, Izabella Żuławnik.

## ROZWÓJ JASKINI BRESTOVSKIEJ (SŁOWACKIE TATRY ZACHODNIE) W ŚWIETLE U-TH WIEKU NACIEKÓW I JEGO ZWIĄZEK Z ROZWOJEM DOLINY ZIMNEJ WODY ORAWSKIEJ

Helena Hercman<sup>1</sup>, Michał Gradziński<sup>2</sup> & Pavel Bella<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instytut Nauk Geologicznych PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa

<sup>2</sup> Instytut Nauk Geologicznych UJ, Oleandry 2a, 30-063 Kraków

<sup>3</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptowski Mikuláš

Jaskinia Brestovska (Brestovská jaskyňa) jest położona u wylotu Doliny Zimnej Wody Orawskiej (Dolina Studeného potoka) do Kotliny Zuberskiej (Słowackie Tatry Zachodnie). Jaskinia ma łączną długość 1450 m i jest uformowana w triasowych dolomitach jednostki choczańskej i węglanowych zlepieńcach eocenu. Dolny odcinek doliny, gdzie znajduje się jaskinia, prawdopodobnie nie był zlodowacony w trakcie plejstocenu, a z pewnością był usytuowany poniżej maksymalnego zasięgu lodowca würmskiego.

Jaskinia składa się z dwóch wyraźnych pięter. Górne piętro, położone 5–10 m ponad dolnym ma wyraźnie nierówny, zygzakowaty profil. Dolnym piętro płynie współcześnie potok zasilany w strefie ponorowej położonej w górę Doliny Zimnej Wody Orawskiej, a także poprzez ponory zlokalizowane w bocznych dolinkach. Woda wypływa na powierzchnię w wywierzysku ok. 250 m od wejścia do jaskini. W dolnym piętrze znajdują się syfony mające do 17 m głębokości. Jest ono częściowo wypełnione allogenicznymi osadami, o miąższości do 1,8 m. Wójcik (1968) wiązał powstanie dolnego piętra jaskini z głównym stadiem ostatniego zlodowacenia. Podobne poglądy wyrażał również Droppa (1972).

Datowanie U/Th wskazuje na pięć etapów wzrostu nacieków w Jaskini Brestovskiej to jest: ok. 200 tys. lat, między ok. 128 a 88 tys. lat, ok. 82 a 65 tys. lat, ok. 64 a 50 tys. lat, i w trakcie holocenu. Wiek nacieków w połączeniu z ich przestrzennym rozmieszczeniem w jaskini świadczy, że górne piętro jaskini było odwodnione już ok. 200 tys. lat temu. W tym czasie musiało zatem istnieć dolne piętro jaskini, które miało wystarczające rozmiary aby skutecznie odprowadzać płynące przez jaskinię allogeniczne wody. Sugeruje to, że poziom wód gruntowych był wówczas usytuowany w przybliżeniu na poziomie zbliżonym do dzisiejszego, a zapewne również skalne dno doliny było wcięte do zbliżonego poziomu jak dzisiaj. Wnioski te są spójne z wcześniej uzyskanymi rezultatami dotyczącymi historii rozwoju innych dolin tatrzańskich, a także obszaru Niżnych Tatr.

Przynajmniej w trakcie części ochłodzenia związanego z 6 stadiem tlenowym (MIS 6) w jaskini zachodził wzrost nacieków, co wskazuje, że była ona wówczas usytuowana poza strefą wiecznej marzłoci.

Pomiędzy ok. 50 tys. lat a początkiem holocenu poziom wód w jaskini podniósł się przynajmniej o 7 m, a zapewne nawet 12 m. Doprowadziło to do korozji starszych nacieków i depozycji w jaskini różnorodnych osadów klastycznych – głównie droбноziarnistych. Procesy te były związane z zalaniem jaskini przez inwazyjne wody pochodzące z topnienia lodowców würmskich usytuowanych wyżej w dolinie. Zwierciadło wód zostało dodatkowo podniesione na skutek depozycji osadów klastycznych tworzących rozległy stożek fluwioglacjalny u wylotu Doliny Zimnej Wody Orawskiej. Osady te zasypały istniejące wywierzysko, a co za tym idzie spowodowały spiętrzenie wód na jego zapleczu.

### Literatura

Droppa A., 1972. Kras skupiny Sivého vrchu v Západných Tatrách. Československý kras, 23: 77–98.

Wójcik Z., 1968. Rozwój geomorfologiczny wapiennych obszarów Tatr I innych maszywów krasowych Karpat Zachodnich. Prace Muzeum Ziemi, 13: 3–169.

## **WIELE PROFILI IZOTOPOWYCH – JEDEN ZAPIS PALEOKLIMATYCZNY? JAK MOŻNA TO PRZETESTOWAĆ?**

**Helena Hercman, Jacek Pawlak**

*Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.*

*e-mail: hhercman@twarda.pan.pl*

Prace analityczne należą do początkowego etapu powstawania rekonstrukcji paleoklimatycznej. Efektem prac analitycznych z reguły jest kilka profili izotopowych. Następnym etapem jest datowanie w celu określenia skali czasu oraz korelacja otrzymanych profili. Podstawowe pytania na tym etapie pracy to – Jaka jest precyzja wykonanej rekonstrukcji? Czy możemy wyznaczyć dla niej przedziały ufności? Aby odpowiedzieć na to pytanie należy rozwiązać kilka problemów.

Pierwszy z nich to skala czasu. Najczęściej jako źródło informacji paleoklimatycznej wykorzystywane są dane wysokiej rozdzielczości. Próbkę do datowania pobiera się ze znacznie mniejszą gęstością. W celu oznaczenia wieku każdego punktu z krzywej danych izotopowych konieczne jest zbudowanie modelu  $\text{wiek} \sim \text{głębokość}$ , za pomocą którego będzie można przybliżyć wiek każdego punktu. W niniejszej prezentacji przedstawiony zostanie model  $\text{wiek} \sim \text{głębokość}$ , zbudowany przy wykorzystaniu metody Monte Carlo (MC). Możliwe jest w tym przypadku uwzględnienie niepewności obydwu współrzędnych (wieku i głębokości) oraz wyznaczenie przedziałów ufności dla estymowanej zależności. Drugą zaletą tej metody jest jej nieparametryczny charakter. Jedyne założenie jakie należy przyjąć jest to że pomiary aktywności opisywane są rozkładem normalnym.

Po stworzeniu skali czasu dla wszystkich profili pozostaje problem ich korelacji. Często poszczególne profile bazują na różnej ilości punktów pomiarowych. Pojawia się pytanie czy reprezentowane przez takie krzywe zapisy w istocie przedstawiają tę samą informację paleoklimatyczną. Często jest przypadek gdy porównujemy dwie krzywe (A) zbudowaną na podstawie N-punktów czyli o dużej gęstości zapisu oraz (B) opartą na n punktach o mniejszej gęstości zapisu. Pojawia się problem czy n-punktowa krzywa B reprezentuje ten sam zapis co krzywa wyższej rozdzielczości oparta na N punktach. Używając metody MC możemy wyznaczyć przedziały ufności dla punktowych n-punktowych realizacji N – punktowej krzywej A. Co da podstawę dla porównania krzywych A oraz B.

## UWARUNKOWANIA GEOGENICZNE ROZPUSZCZANIA SKAŁ GIPSOWYCH W ZLEWNI POTOKU SKOROCICKIEGO (NIECKA NIDY) W ŚWIEŁLE MODELOWANIA HYDROGEOCHEMICZNEGO

**Krzysztof Józwiak<sup>1</sup>, Jacek Rózkowski<sup>2</sup>, Wacław Andrejczuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

<sup>2</sup> Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

**Cel i zakres badań.** Celem modelowania geochemicznego było ustalenie zmian składu chemicznego wód Potoku Skorocickiego w górnym biegu, ługującego warstwę gipsów w obrębie jaskiń przepływowych. Przeanalizowano rozkład stężeń molowego oznaczonych pierwiastków rozpuszczonych w wodzie (specjacje) oraz oceniono zdolność rozpuszczania skał w strefie przepływu potoku. Jako miarę zdolności wód do rozpuszczania skał przyjęto wskaźnik nasycenia wód względem faz mineralnych tworzących szkielet skalny (SI). W celu wykonania modeli geochemicznych wykonano dwukrotne opróbowanie hydrogeochemiczne wód w obrębie Potoku Skorocickiego i jego bezpośredniego otoczenia. Wody w zlewni Potoku Skorocickiego opróbowano w 7 punktach, zgodnie z biegiem potoku: 1) wód gruntowych ujętych studzienką (prawobrzeżny dopływ), 2) źródła głównego wypływającego w bocznej dolinie, 3) w Jaskini Skorocickiej za ponorem, 4) w rejonie zapadliska nad jaskinią, 5) u wylotu systemu jaskiniowego, 6, 7) 50 m i 100 m poniżej wylotu systemu jaskiniowego. Badania terenowe przeprowadzono w październiku 2006 r. i czerwcu 2007 r. uzyskując zbliżone wyniki. W trakcie badań terenowych i laboratoryjnych oznaczono stężenia następujących jonów:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{SiO}_2$ . Z uwagi na brak w oznaczonych próbkach wód stężeń glinu nie było możliwości uwzględnienia w stworzonych modelach geochemicznych faz glinokrzemianowych. Bezpośrednio w terenie wykonano pomiary temperatury, wartości pH, potencjału redoks (Eh), przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW) oraz zawartości rozpuszczonego w wodzie tlenu. Przedstawione dalej wartości Eh są wartościami pomierzonymi w terenie, do modeli geochemicznych powiększono je odpowiednio o stałą będącą różnicą pomiędzy stosowaną elektrodą a elektrodą wodorową. Analizy chemiczne opróbowanych wód wykonano w Laboratorium Naukowo-Dydaktycznym Katedr Geograficznych WNoZ Uniwersytetu Śląskiego. Ponadto pobrano w terenie próby skał i residuum z koryta ciekłu do badań geochemicznych, które wykonano w Pracowni Rentgenowskiej Zakładu Mineralogii WNoZ Uniwersytetu Śląskiego. W próbkach skał stwierdzono fazy mineralne: gips, bassanit, kwarc, celestyn, natomiast w osadach dennych stwierdzono obecność gipsu, kalcytu, dolomitu, celestynu, kwarcu, kaolinitu-haloizytu, illitu, smektytu, skaleni K, Na, Ca. W składzie skał najprawdopodobniej występują również tlenki i wodorotlenki Fe, Mn, Al, amorficzne i skrytokrystaliczne formy krzemu. Obliczenia hydrogeochemiczne wykonano przy pomocy programu PHREEQCI ver. 2.139 z wykorzystaniem bazy danych *wateq.dat*.

**Wyniki badań.** W obu seriach badań uzyskano podobne prawidłowości, stąd dla większej klarowności przedstawiono wyniki 1 serii badań. W punkcie 1 występują wody słodkie ( $M\ 980\ \text{mg/L}$ ) typu  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$ . W źródle głównym oraz w systemie jaskiniowym występują wody zmineralizowane ( $M\ 2350\text{-}2495\ \text{mg/L}$ ) typu  $\text{SO}_4\text{-Ca}$ . W punktach pomiarowych położonych poniżej wypływu z jaskini notujemy stopniowy spadek mineralizacji do poziomu  $2390\text{-}2285\ \text{mg/L}$  jako efekt mieszania się wód potoku z wodami opadowymi oraz dopływem płytkich wód gruntowych. Zawartość rozpuszczonego  $\text{O}_2$  niska w słabo sączących się źródłach z dużą zawartością substancji organicznej ( $1,8\text{-}2,9\ \text{mg/L}$ ) wzrasta w systemie jaskiniowym do  $12,9\text{-}13,2\ \text{mg/L}$ , po czym stopniowo spada po wyjściu z systemu do  $11,9\text{-}10,2\ \text{mg/L}$ . Podobnie zachowuje się odczyn wód: od obojętnego w strefie źródłiskowej ( $\text{pH}\ 7,04\text{-}7,07$ ) do słabo zasadowego w systemie jaskiniowym ( $\text{pH}\ 7,82\text{-}8,01$ ). Wartości Eh utrzymują się w zakresie  $174\text{-}225\ \text{mV}$ . Wartość wskaźnika  $\text{SI} = -0,88$  dla gipsu już w obrębie wód gruntowych wskazuje na występowanie tego minerału w stanie bliskim równowagi z wodami podziemnymi. Wśród faz węglanowych kalcyt występuje w stanie równowagi ( $\text{SI} = 0,19$ ), z kolei dolomit charakteryzuje się stałą możliwością do rozpuszczania przez krążące wody podziemne ( $\text{SI} = -0,89$ ). Kwarc znajduje się w stanie przesylenia ( $\text{SI} = 0,78$ ), także na drodze przepływu przez Jaskinię Skorocicką ( $\text{SI}\ \text{ok.}\ 0,84$ ). Wzrost wartości SI dla gipsu w źródle głównym ( $\text{SI} = -0,01$ ) jest efektem wzmożonego rozpuszczania zeszczelinowanej warstwy gipsów. Efekt ten utrzymuje się dalej na kierunku przepływu wód w systemie jaskiniowym ( $\text{SI}\ \text{ok.}\ 0,0$ ). W źródle głównym i w systemie jaskiniowym obserwuje się wzrastające możliwości do wytrącania kalcytu ( $\text{SI}\ \text{od}\ 0,44\ \text{do}\ 1,34$ ) i dolomitu ( $\text{SI}\ \text{od}\ -0,93\ \text{do}\ 1,29$ ). W efekcie stałego wytrącania się węglanów z wód widać w obrazie wskaźników SI malejącą zawartość dwutlenku węgla w wodach ( $\text{SI} = -2,68$ ) oraz malejące stężenia wapnia, magnezu i wodorowęglanów. Po wypłynięciu potoku z systemu jaskiniowego jest zauważalny spadek wartości SI dla minerałów szkieletu skalnego ( $\text{SI}\ \text{gipsu}\ -0,04$ ; kalcytu  $1,21$ ; dolomitu  $0,44$ ; kwarcu  $0,79$ ) jako efekt wspomnianego mieszania się wód. Wody te charakteryzują się znacznie większymi zdolnościami do rozpuszczania skał, ich charakterystyka jest względnie podobna do wód w strefie źródłiskowej potoku (pkt. 1).

**Model specjacyjny.** Istotną rolę w migracji wodnej ma forma występowania danego pierwiastka (specjacja) w wodach podziemnych. Dla wód Potoku Skorocickiego interpretacji poddano rozkład procentowy sumarycznego stężenia molowego wybranych pierwiastków. W strefie zasilania oraz na „wejściu” wód w system krasowy (pkt. 1) dominującymi formami występowania rozpuszczonych w wodach podziemnych związków są proste formy jonowe. Jony  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  stanowią ok. 88% wszystkich rozpuszczonych form danego pierwiastka;  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$  przekraczają 99%. Wśród anionów najmniejszy udział ma jon siarczanowy (ok. 73%) pomimo, że ten jon oznaczony analitycznie stanowi 100% siarki

w badanych wodach. Jon wodorowęglanowy w strefie źródłkowej potoku stanowi 79% węgla zawartego w wodach. Chlorki i azotany występują wyłącznie jako jony  $\text{Cl}^-$  i  $\text{NO}_3^-$ . Wzdłuż kierunku przepływu wód można zaobserwować następujące tendencje:

- zmniejszanie się procentowego udziału prostych form jonowych;
- wzrost udziału (o 9%) form siarczanowych ( $\text{CaSO}_4$ ) związany ze wzrostem stężeń metali ziem alkalicznych i zmianami warunków pH-Eh w systemie krasowym. Wywołany jest on głównie rozpuszczaniem gipsu w wodach;
- dominacja kwaśnych węglanów  $\text{CaHCO}_3^+$ , nad formami dwuwęglanowymi  $\text{CaCO}_3$  (do 4.0%), limitowana m.in. zbyt niskimi wartościami pH, aby zaczęły przeważać formy dwuwęglanowe. Występowanie kwaśnych węglanów koreluje się z warunkami ograniczenia wpływów atmosferycznych – w miarę ograniczania dostępu rozpuszczania gazów z atmosfery w wodach notujemy wzrost stężeń form kwaśnych węglanów;
- wzrost udziału jonów  $\text{HCO}_3^-$  w stosunku do  $\text{CO}_2$ . Spadek stężeń  $\text{CO}_2$  spowodowany jest koniecznością utrzymania w wodzie zwiększonych ilości wapnia z rozpuszczania gipsu oraz rozkładem substancji organicznej. Wzrost procentowej zawartości formy  $\text{HCO}_3^-$  wzdłuż drogi krążenia (pomimo ogólnego spadku stężeń wodorowęglanów) można wytłumaczyć wytrącaniem się z wód kalcytu oraz rozpuszczaniem się w wodzie dwutlenku węgla i dysocjacji powstałego w tym procesie kwasu węglowego.

Pierwiastki alkaliczne (K, Na), Cl i N(5) z uwagi na ich charakterystykę geochemiczną i powiązaną z tym migrację wodną występują prawie wyłącznie w formie jonów  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{NO}_3^-$ . Wśród specjacji węgla (C) i siarki (S) dominują formy wodorowęglanowe i siarczanowe. Związane jest to z wykształceniem litologicznym utworów, głównie w facjach siarczanowych, jednak dominującymi czynnikami są warunki pH oraz Eh. Formą występowania krzemionki jest kwas ortokrzemowy, który dysocjując w wodach o charakterze zasadowym daje nieznaczne zawartości w wodzie jonu  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$ .

## EKSPLORACJA I INWENTARYZACJA JASKIŃ POLSKICH KARPAT FLISZOWYCH (wrzesień 2007 r. – sierpień 2008 r.)

Grzegorz Klassek<sup>1</sup>, Tomasz Mleczek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klub Taternictwa Jaskiniowego „Speleoklub” Bielsko-Biała; ul. 1 Maja 45, 43-300 Bielsko-Biała;  
www.speleo.bielsko.pl

<sup>2</sup> Stowarzyszenie Speleoklub Beskidzki; ul. Szkotnia 5/25, 39-200 Dębica;  
www.ssb@ssb.strefa.pl

Komunikat z prac eksploracyjno-inwentaryzacyjnych prowadzonych w polskich Karpatach Fliszowych przez członków Klubu Taternictwa Jaskiniowego „Speleoklub” w Bielsku-Białej (SBB) i członków Stowarzyszenia Speleoklub Beskidzki z Dębicy (SSB) przy współudziale innych klubów obejmuje okres od września 2007 r. do sierpnia 2008 r.

Wyniki tych prac to udokumentowanie 76 nowych jaskiń i schronisk skalnych, nowych partii w obiektach już znanych, uporządkowanie zaszyłości inwentaryzacyjnych.

W rozbiu regionalnym wyniki te przedstawiają się następująco:

### Beskid Śląski

#### Rejon Grabowej

Członkowie SBB B. Juroszek, J. Pysz, Cz. Szura oraz G. Szalbot, wszyscy z „Dzikiej Grupy Malinka” („DGM”), zinwentaryzowali: **Grabową Studnię** K.Bs-04.68 (23,5 m długości, -9,2 m głębokości); **Grabową Kolebę** K.Bs-04.69 (10,0 m długości); **Grabowy Schron 1** K.Bs-04.70 (2,0 m długości); **Grabowy Schron 2** K.Bs-04.71 (2,0 m długości); **Grabowy Schron 3** K.Bs-04.72 (4,5 m długości); **Grabowy Schron 4** K.Bs-04.73 (4,2 m długości); **Szczelinę w Grabowej 2** K.Bs-04.74 (3,0 m długości).

B. Juroszek, J. Pysz: **Szczelinę w Grabowej 3** K.Bs-04.75 (2,0 m długości); **Szczelinę w Grabowej 4** K.Bs-04.76 (3,5 m długości); **Szczelinę w Grabowej 5** K.Bs-04.77 (2,3 m długości).

B. Juroszek, Cz. Szura: **Szczelinę w Grabowej 6** K.Bs-04.78 (2,5 m długości), **Okap w Grabowej** K.Bs-04.79 (3,0 m długości).

**Grabową Kolebę 2** K.Bs-04.80 (7,3 m długości) zinwentaryzowali P. Beczała, P. Król, L. Ostrowski (SBB).

**Szczelinę w Grabowej 7** (2,3 m długości) odkrył B. Juroszek, udokumentował Cz. Szura.

W 2007 roku odkryto i udokumentowano wstępnie – Cz. Szura, G. Szalbot – **Grabową Kolebę 3** (10,2 m długości); **Grabową Kolebę 4** (4,0 m długości); **Grabową Kolebę 5** (2,0 m długości); **Jaskinię w Grabowym Wąwozie 1** (8,1 m długości); **Jaskinię w Grabowym Wąwozie 2** (11,2 m długości); **Jaskinię w Grabowym Wąwozie 3** (11,1 m długości).

Ponadto zarejestrowano: **Norę pod Korzeniem**; **Norę pod Korzeniem 2** (3,0 m długości); **Schron w Głazach** (3,0 m długości); **Szczelinę nad Wywierzyskiem** (5,3 m długości); **Szczelinę z Grzybami** (4,0 m długości).

W 2008 roku odkryto i zinwentaryzowano – Cz. Szura, B. Juroszek – **Grabową Kolebę 6** (3,0 m długości); **Grabowy Schron 5** (2,0 m długości); **Grabowy Schron 6** (4,0 m długości).

Intensywną eksplorację w **Odgruzowanej Szczelinie** K.Bs-04.43 (odkrytej w 2004 r.) w omawianym okresie prowadzili: Cz. Szura, B. Juroszek, M. Procnier (z „DGM”), R. Cieślak (z „DGM”) oraz G. Szalbot. Długość jaskini wzrosła do 68 m.

Pracami uzupełniającymi – B. Juroszek oraz G. Szalbot – objęto: **Jaskinię Grabową** K.Bs.-04.44 (48,0 m długości); **Jaskinię w Grabowej 1** K.Bs-04.48 (7,8 m długości); **Jaskinię w Grabowej 2** K.Bs-04.50 (4,8 m długości); **Awen Lisa** K.Bs-04.41 (11,4 m długości).

#### Rejon Malinów–Salmopol

B. Juroszek, Cz. Szura inwentaryzują: **Salmopolską Szczelinę** K.Bs-04.81 (2,5 m długości); **Salmopolski Schron 1** K.Bs-04.82 (4,0 m długości); **Salmopolski Schron 2** K.Bs-04.83 (2,3 m długości); **Salmopolski Schron 3** K.Bs-04.84 (2,0 m długości); **Salmopolski Schron 4** K.Bs-04.85 (2,5 m długości); **Salmopolski Schron 5** K.Bs-04.86 (2,0 m długości); **Salmopolski Schron 6** K.Bs-04.87 (2,0 m długości); **Salmopolski Schron 7** K.Bs-04.88 (2,5 m długości). Agresywną **Szczelinę** K.Bs-04.89 (ok. 5,0 m długości – eksploracja trwa) zinwentaryzował zespół J. Pysz, K. Borgiel (SBB).

Zespół w składzie: R. Cieślak, M. Cieślak (z „DGM”) oraz G. Szalbot w 2007 r. odkrywa i inwentaryzuje w następnym roku **Jaskinię Wiślanek** (140,0 m długości; -14,4 m głębokości).

#### Rejon Malinki

W 2007 roku Cz. Szura oraz G. Szalbot inwentaryzują następujące obiekty, odkrywane sukcesywnie od 2004 do 2007 r.: **Jaskinię w Miecharskiej 3** (12,0 m długości) – B. Juroszek, A. Żera (SBB) oraz G. Szalbot; **Jaskinię w Miecharskiej 4** (12,3 m długości) – B. Juroszek oraz G. Szalbot; **Jaskinię w Miecharskiej 5** (11,4 m długości) – R. Cieślak, M. Cieślak; **Szczelinę w Miecharskiej** (3,6 m długości) – B. Juroszek oraz G. Szalbot; **Szczelinę w Miecharskiej 2** (7,5 m długości) – B. Juroszek, A. Żera (SBB); **Szczelinę w Miecharskiej 3** (2,0 m długości) – Cz. Szura, G. Woś (z „DGM”); **Schronisko w Miecharskiej** (6,1 m długości) – B. Juroszek, Cz. Szura, G. Woś oraz G. Szalbot; **Miecharską Kolybę** (11,3 m długości) – B. Juroszek oraz G. Szalbot.

### Rejon Klimczok–Stołów

Udokumentowano **Schronisko w Klimczoku 2** K.Bs-04.90 (2,0 m długości).

Owocne prace eksploracyjno-inwentaryzacyjne prowadzono tu w obiektach znanych: **Jaskinia Ali-Baby w Klimczoku** K.Bs-04.02 – odkrycie nowych partii – B. Juroszek, G. Michalek (SBB), J. Pysz, Cz. Szura oraz G. Szalbot. Dwie ostatnie osoby z wymienionych wykonywały nowy plan jaskini. Długość obiektu wzrosła do 328,0 m, głębokość – 17,6 m.

**Szczelina w Klimczoku** K.Bs-04.03 (34,5 m długości) – Cz. Szura;

**Szczelina w Klimczoku I** K.Bs-04.01 (8,0 m długości) – Cz. Szura;

**Jaskinia Piętrowa w Klimczoku** K.Bs-04.63 (wzrost do 125,0 m długości) – Cz. Szura, B. Juroszek;

**Jaskinia Zbója Klimczaka** K.Bs-04.64 (wzrost do 40,0 m długości) – Cz. Szura, B. Juroszek;

**Jaskinia w Stołowie** K.Bs-04.13 (nowe partie, wzrost do 91,0 m długości) – Cz. Szura, B. Juroszek, K. Handzlik (SBB).

Ponadto zlokalizowano nowy obiekt do eksploracji – **K2** (nazwa robocza) K.Bs-04.91 – K. Borgiel.

### Rejon Skrzycznego

Zinwentaryzowano: **Mały Okap na Skrzycznym** K.Bs-03.84 (1,3 m długości) – J. Ganszer (SBB); **Zapadlisko** K.Bs-03.83 (5,0 m długości) – J. Ganszer, K. Borgiel. Zweryfikowano **Schron z Wilgotnym Okapem** K.Bs-03.71 (2,8 m długości) – J. Ganszer.

W Wąwozie Złomiska stwierdzono zawalenie otworów **Dziury pod Korzeniem** K.Bs-03.20N (2,5 m długości) i **Szczeliny pod Klinem** K.Bs-03.21N (4,0 m długości) – J. Ganszer, J. Pukowski, G. Klassek (SBB).

W rejonie Twardorzeczki K. Handzlik zlokalizował 4 obiekty: **Schroniska Nowe 1, 2, 3 i 4** (nazwa robocza) o szacunkowej długości 10,0 m.

Udokumentowano też **Schronisko w Skale nad Ciężciną** K.Bs-02.93 (3,0 m długości) oraz **Okap nad Ciężciną** K.Bs-02.94 (1,6 m długości) – J. Ganszer, M. Ganszer (SBB).

### Beskid Mały

Stwierdzono zawalenie **Jaskini Koziańskiej** K.Bm-01.03N (3,0 m długości) – J. Ganszer, J. Pukowski (SBB).

### Beskid Żywiecki

Zinwentaryzowano **Okap nad Potokiem Cebulowym** K.Bż-03.05 (2,7 m długości) – J. Ganszer (SBB).

Weryfikowano też dane dotyczące **Nory przed Jaskinią w Boraczej** K.Bż-02.12 (zmiana długości z 3,0 m na 1,6 m) – J. Ganszer, J. Pukowski (SBB).

### Beskid Wyspowy

26 sierpnia 2008 r. A. Gubała i W.J. Gubała ustalili deniwelację **Jaskini Zbójcekiej w Łopieniu** K.Bw-02.09 na 20,3 (-18,8 +1,5) m. Długość jaskini bez zmian – 433,0 m.

### Beskid Sądecki

6 lipca 2008 r. uczestnicy 10. Spotkania Eksploratorów Jaskiń Beskidzkich zinwentaryzowali w Muszynie **Schron Muszynianka** K.Bsd-02.49 (5,5 m długości).

### Beskid Niski

18 września 2007 r. W.J. Gubała (SSB) splanował **Schronisko na Kalitówce** K.Bn-09.81 (5,0 m długości).

6 listopada 2007 r. T. Mleczek i R. Solak (SBB) zinwentaryzowali koło Pielgrzymki: **Schronisko Przeziorowe** K.Bn-07.33 (5,0 m długości), **Szczelinę pod Dziurawym Bukiem** K.Bn-07.34 (3,0 m długości), **Ruską Kolebę** K.Bn-07.35 (4,0 m długości), **Lisią Kolebę** K.Bn-07.36 (8,0 m długości), **Schronisko na Grani** K.Bn-07.37 (2,0 m długości) oraz **Schronisko Listopadowe** K.Bn-07.38 (1,5 m długości).

30 marca 2008 r. M. Marszałek i T. Mleczek (SSB) splanowali nowe partie w **Jaskini Słowiańskiej-Drwali** K.Bn-09.70 wydłużając ją do 601,0 m.

### Góry Sanocko-Turczańskie

13 stycznia 2008 r. T. Mleczek, A. Szebla i W. Wojtaszek (SSB) splanowali **Szczelinę w Rybotyczach** K.Gst-03.01 (2,0 m długości).

### Pogórze Wiśnickie

8 maja 2008 r. T. Mleczek (SSB) zinwentaryzował **Schronisko Wodne w Chronowie** K.Pw-02.05 (1,7 m długości) oraz **Schron pod Grzybem** K.Pw-02.06 (6,0 m długości) w rezerwacie „Kamień Grzyb”.

### Pogórze Ciężkowickie

28 grudnia 2008 r. T. Kałuża, T. Mleczek i B. Szatkowski (SSB) splanowali koło Olpin **Schron Staw** K.Pc-02.05 (1,5 m długości).

13 lutego 2008 r. T. Mleczek (SSB), J. Płodzień (SDG) i P. Kozioł (ZPKP w Tarnowie) zinwentaryzowali w rezerwacie „Skamieniałe Miasto” **Schronisko w Czarownicy** K.Pc-01.28 (4,0 m długości).

**Pogórze Strzyżowskie**

8 października 2007 r. *T. Mleczek* (SSB) splanował w Dębicy **Schron nad Wisłoką** *K.Pst-01.16* (2,0 m długości) oraz **Jaskinię Żabią** *K.Pst-01.17* (5,5 m długości).

29 lutego 2008 r. *T. Mleczek* i *W. Wojtaszek* (SSB) zinwentaryzowali w rezerwacie przyrody „Golesz”: **Schronisko Ewy** *K.Pst-02.03* (6,0 m długości), **Schron pod Strażnicą I** *K.Pst-02.04* (4,0 m długości), **Schron pod Strażnicą II** *K.Pst-02.05* (4,5 m długości), **Komarową Szczelinę** *K.Pst-02.06* (2,0 m długości) oraz **Komin w Diabelskiej Przepaści** *K.Pst-02.07* (8,0 m długości; 6,5 m przewyższenia).

Według stanu na 31 sierpnia 2008 r. w polskich Karpatach Fliszowych istnieje **1010** zinwentaryzowanych jaskiń i schronisk skalnych o łącznej długości **18128,3** m (Tab. 1); **34** jaskinie osiągają długość ponad 100 m (Tab. 2); **22** jaskinie mają deniwelację równą lub większą od 15 m (Tab. 3).

Tab. 1. Rozmieszczenie jaskiń polskich Karpat Fliszowych

| Region                   | Ilość jaskiń | Łączna długość [m] |
|--------------------------|--------------|--------------------|
| Beskid Śląski            | 292          | 8206,9             |
| Kotlina Żywiecka         | 1            | 20,0               |
| Beskid Żywiecki          | 48           | 863,2              |
| Beskid Mały              | 52           | 879,7              |
| Beskid Makowski          | 21           | 401,5              |
| Beskid Wyspowy           | 63           | 1174,0             |
| Gorce                    | 36           | 331,5              |
| Beskid Sądecki           | 80           | 1338,8             |
| Beskid Niski             | 229          | 3100,7             |
| Bieszczady               | 15           | 193,5              |
| Góry Sanocko-Turczańskie | 8            | 43,0               |
| Pogórze Śląskie          | 3            | 18,0               |
| Pogórze Wielickie        | 14           | 93,0               |
| Pogórze Wiśnickie        | 7            | 42,0               |
| Pogórze Rożnowskie       | 67           | 959,0              |
| Pogórze Ciężkowickie     | 33           | 188,0              |
| Pogórze Strzyżowskie     | 17           | 109,5              |
| Pogórze Dynowskie        | 24           | 166,0              |
| <b>Razem</b>             | <b>1010</b>  | <b>18128,3</b>     |

Tab. 2. Najdłuższe jaskinie polskich Karpat Fliszowych

| L.p. | Nazwa jaskini                 | Region             | Długość [m] |
|------|-------------------------------|--------------------|-------------|
| 1.   | Jaskinia Miecharska           | Beskid Śląski      | 1801,0      |
| 2.   | Jaskinia w Trzech Kopcach     | Beskid Śląski      | 1244,0      |
| 3.   | Jaskinia Słowiańska-Drwali    | Beskid Niski       | 601,0       |
| 4.   | Jaskinia Dująca               | Beskid Śląski      | 582,0       |
| 5.   | Jaskinia Głęboka w Stołowie   | Beskid Śląski      | 554,0       |
| 6.   | Jaskinia Oblica               | Beskid Żywiecki    | 436,0       |
| 7.   | Jaskinia Zbójcka w Łopieniu   | Beskid Wyspowy     | 433,0       |
| 8.   | Diabla Dziura w Bukowcu       | Pogórze Rożnowskie | 365,0       |
| 9.   | Jaskinia Niedźwiedzia         | Beskid Sądecki     | 340,0       |
| 10.  | Jaskinia Ali-Baby w Klimczoku | Beskid Śląski      | 328,0       |
| 11.  | Malinowska Studnia            | Beskid Śląski      | 324,6       |
| 12.  | Mysiorowa Jama w Zagórzcu     | Beskid Makowski    | 282,5       |
| 13.  | Jaskinia Wiślańska            | Beskid Śląski      | 240,0       |
| 14.  | Jaskinia Malinowska           | Beskid Śląski      | 230,5       |
| 15.  | Lodowa Szczelina              | Beskid Niski       | 200,0       |
| 16.  | Jaskinia Mroczna              | Beskid Niski       | 198,0       |
| 17.  | Gangusiowa Jama               | Beskid Niski       | 190,0       |
| 18.  | Jaskinia Dziurawa             | Beskid Mały        | 160,0       |
| 19.  | Jaskinia Złotniańska          | Beskid Sądecki     | 155,0       |

|     |                               |                    |       |
|-----|-------------------------------|--------------------|-------|
| 20. | Jaskinia Latających Kamieni   | Beskid Wyspowy     | 150,0 |
| 21. | Jaskinia Czarci Dół           | Beskid Wyspowy     | 140,0 |
| 22. | Jaskinia Wiślanka             | Beskid Śląski      | 140,0 |
| 23. | Jaskinia Roztoczańska         | Beskid Sądecki     | 140,0 |
| 24. | Jaskinia Wiślańska 2          | Beskid Śląski      | 136,0 |
| 25. | Jaskinia w Straconce          | Beskid Mały        | 135,0 |
| 26. | Jaskinia Chłodna              | Beskid Śląski      | 125,0 |
| 27. | Jaskinia Piętrowa w Klimczoku | Beskid Śląski      | 125,0 |
| 28. | Jaskinia Czarne Działy III    | Beskid Mały        | 115,0 |
| 29. | Jaskinia Salmopolska          | Beskid Śląski      | 115,0 |
| 30. | Jaskinia Szkieletowa          | Pogórze Rożnowskie | 110,0 |
| 31. | Szczelina Lipowicka           | Beskid Niski       | 105,0 |
| 32. | Złotopieńska Dziura           | Beskid Wyspowy     | 105,0 |
| 33. | Dziura w Stołowie             | Beskid Śląski      | 104,0 |
| 34. | Jaskinia w Sopotni Wielkiej   | Beskid Żywiecki    | 101,0 |

Tab. 3. Najgłębsze jaskinie polskich Karpat Fliszowych

| L.p. | Nazwa jaskini                 | Region             | Deniwelacja [m] |
|------|-------------------------------|--------------------|-----------------|
| 1.   | Jaskinia Miecharska           | Beskid Śląski      | 56,3            |
| 2.   | Diabla Dziura w Bukowcu       | Pogórze Rożnowskie | -42,5           |
| 3.   | Jaskinia w Trzech Kopcach     | Beskid Śląski      | 32,6            |
| 4.   | Jaskinia Niedźwiedzia         | Beskid Sądecki     | -28,0           |
| 5.   | Jaskinia Głęboka w Stołowie   | Beskid Śląski      | -25,0           |
| 6.   | Jaskinia Słowiańska-Drwali    | Beskid Niski       | -23,8           |
| 7.   | Jaskinia Oblica               | Beskid Żywiecki    | -21,1           |
| 8.   | Jaskinia Zbójcka w Łopieniu   | Beskid Wyspowy     | 20,3            |
| 9.   | Jaskinia Malinowska           | Beskid Śląski      | -19,5           |
| 10.  | Jaskinia Szkieletowa          | Pogórze Rożnowskie | 19,0            |
| 11.  | Malinowska Studnia            | Beskid Śląski      | 18,1            |
| 12.  | Jaskinia Dująca               | Beskid Śląski      | -18,0           |
| 13.  | Jaskinia Ali-Baby w Klimczoku | Beskid Śląski      | -17,6           |
| 14.  | Jaskinia Dolna w Nasicznem    | Bieszczady         | -17,0           |
| 15.  | Jaskinia w Straconce          | Beskid Mały        | -16,9           |
| 16.  | Jaskinia Chłodna              | Beskid Śląski      | -16,5           |
| 17.  | Jaskinia Mroczna              | Beskid Niski       | -15,5           |
| 18.  | Jaskinia Wiślańska 2          | Beskid Śląski      | -15,5           |
| 19.  | Feleczyńska Studnia           | Beskid Sądecki     | -15,0           |
| 20.  | Dydiowska Jama                | Bieszczady         | -15,0           |
| 21.  | Dziura w Stołowie             | Beskid Śląski      | -15,0           |
| 22.  | Jaskinia Latających Kamieni   | Beskid Wyspowy     | -15,0           |

Nowe materiały inwentaryzacyjne prezentowane są w „Zacisku” – biuletynie SBB, w „Jaskiniach Beskidzkich” – biuletynie SSB, w „Jaskiniach” – ogólnopolskim piśmie speleologicznym, jak również na stronach internetowych wymienionych klubów.

## **NOWOCZESNE METODY BADAŃ W BIOSPELEOLOGII**

**Jarosław Kur**

*Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie*

*Al. A. Mickiewicza 33*

*31-120 Kraków,*

*kur@iop.krakow.pl*

Genetyka molekularna jest nową dyscypliną, która znalazła szerokie zastosowanie początkowo w medycynie a następnie w biologii środowiskowej. Opracowane w latach 60-tych metody elektroforezy białek oraz późniejsze opracowanie analizy DNA, wywołało specyficzną rewolucję w naukach przyrodniczych (Folmer i in., 1994) .

W badaniach biospeleologicznych analiza molekularna wyznaczyła też nowe poziomy analiz systematycznych jak i populacyjnych, pozwalających bardzo dokładnie zbadać pokrewieństwo pomiędzy poszczególnymi grupami organizmów związanych ze środowiskiem podziemnym.

Badania biospeleologiczne to głównie badania taksonomiczne oraz środowiskowe, rozwój tych metod wprowadził nowe sposoby analizy taksonomicznej opartej na kladystyce.

Najbardziej przydatna dla biospeleologa jest możliwość analizy sekwencji aminokwasów w wyznaczonych genach, wykorzystanie do tego procesu technik PCR czy też wykorzystanie finalnie numerycznej analizy danych (Hall, 1999).

W badaniach biospeleologicznych populacyjnych bardzo istotne informacje można uzyskać analizując: współczynnik Wright'a (opisującego w sposób ilościowy stopień izolacji genetycznej między subpopulacjami), testowanie bariery geograficznej oraz zastosowanie testu Mantala w celu sprawdzenia korelacji pomiędzy dystansami genetycznymi a odległością geograficzną (Posada, Crandall, 1998).

### **Literatura**

- Folmer O., Back M., Moeri W., Lutz R., Vrijenhoek R. 1994. DNA primers for amplifications of mitochondrial cytochrome oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. 3: 129–199.
- Hall T. A. 1999. BioEdit: a user – friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*. 41: 95–98.
- Posada D., Crandall K.A. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics*. 14: 817–818.

## PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE WÓD STARYCH SZTOLNI WODNYCH (na przykładzie Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich)

Tadeusz Molenda

Uniwersytet Śląski

Naturalne wypływy wód podziemnych są obiektami szeroko zakrojonych badań, których wyniki opublikowano w licznych pracach. Nieliczne są natomiast opracowania dotyczące antropogenicznych wypływów wód podziemnych.

Według Molendy (2007) wypływ antropogeniczny to „samoczynny wypływ wód podziemnych na powierzchnię terenu, powstały w wyniku działań człowieka polegających na odsłonięciu (przecięciu) warstwy wodonośnej. Wypływ antropogeniczny może mieć formę skoncentrowaną lub nieskoncentrowaną, tworzącą podmokłość”.

Do jednych z antropogenicznych form wypływów wód podziemnych możemy zaliczyć sztolnie wodne. Powstają one w wyniku zamierzonych działań człowieka. Ich głównym zadaniem jest grawitacyjne odwodnienie złóż. Wyprowadzają one na powierzchnię terenu wody kopalniane dopływające do wyrobisk górniczych. W Polsce istnieje wiele tego typu obiektów, które pomimo zaprzestania eksploatacji górniczej do dnia dzisiejszego stanowią aktywną sieć drenażu starych wyrobisk. Bardzo często wyprowadzenia starych sztolni zasypane są skałami płonnymi, a woda wypływa spod warstwy rumowiska w sposób podobny do naturalnego wypływu. Przykładem tego typu obiektu może być stara sztolnia w Konradowie (Masyw Śnieżnika, Sudety). Woda wypływająca spod warstwy rumoszu przez wiele lat była utożsamiana z naturalnym źródłem. Dopiero w następstwie lipcowych opadów 1997 roku doszło do spiętrzenia wód sztolni i eksplozji jej końcowego odcinka (Ciężkowski, 2005). W ten sposób doszło do ujawnienia nieznanej sztolni a „źródło” uznawane do tej pory za naturalne okazało się wypływem antropogenicznym. Zasypane skałami płonnymi są również wyprowadzenia starych sztolni w Krzeszowicach oraz Zagórzu Śląskim. W tym drugim przypadku u wylotu sztolni wykonano betonowe spiętrzenie i ujęto wypływającą wodę (Liber, 2005). Wypływ ten jest traktowany przez miejscową ludność jako „źródło”, a pobrana woda wykorzystywana jest do celów gospodarczych.

W trakcie eksploatacji skład chemiczny wód kopalnianych wyprowadzanych sztolniami może podlegać dużym zmianom. Wynikają one między innymi z dopływu wód technologicznych. Z chwilą zaprzestania eksploatacji skład chemiczny wód kopalnianych jest kształtowany przez wiele procesów i czynników mających naturalne uwarunkowanie. Do głównych (dominujących) czynników które mają wpływ na skład chemiczny wód kopalnianych możemy zaliczyć: czynnik litologiczno-mineralny oraz stopień zwietrzenia minerałów w wyrobiskach. Nie sposób oczywiście wykluczyć czynnika antropogenicznego, gdyż wraz z wodami infiltracyjnymi mogą migrować zanieczyszczenia z powierzchni terenu. Nie występuje jednak czynnik antropogeniczny utożsamiany z dopływem wód technologicznych, który może prowadzić do daleko posuniętej modyfikacji składu chemicznego. Opuszczone stare wyrobiska górnicze można więc przyrównać do naturalnych systemów podziemnych pustek – jaskiń. Tak więc po zakończeniu eksploatacji skład chemiczny wód wyprowadzanych starymi sztolniami kształtowany jest przez naturalne procesy geochemiczne.

W niniejszej pracy przedstawiono podstawowe właściwości fizykochemiczne wód dwóch sztolni wodnych Fryderyk i Gotthelf, odwadniających stare wyrobiska Podziemi Bytomsko-Tarnogórskich.

Charakterystyczną cechą fizyczną wód wyprowadzanych starymi sztolniami jest duża stabilność termiczna. W przypadku sztolni Fryderyk temperatura wód zmienia się w zakresie od 8,5 do 9,6 °C, a więc roczna amplituda wynosi zaledwie 1,1 °C. Jeszcze większą stabilność termiczną wykazują wody infiltracyjne dopływające do starych wyrobisk. Odnotowane temperatury kształtowały się od 9,4 do 9,7 °C, a więc amplituda wyniosła zaledwie 0,3 °C. Większą amplitudę temperatur odnotowano natomiast w sztolni Gotthelf. Temperatura wód kształtowała się od 2,8 do 12 °C. Większa dynamika zmian wynika z bardzo niewielkich przepływów w sztolni Gotthelf, które w okresach suszy mogą wynosić  $< 0,07 \text{ dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ . Małą masę wód cechuje niewielka bezwładność termiczna, stąd też w końcowym (dynamicznym) odcinku sztolni temperatura wód podlega silnym wpływom czynników meteorologicznych. Jest to szczególnie zauważalne zimą, kiedy masy mroźnego powietrza wnikają w końcowy, dynamiczny odcinek sztolni. Wówczas dochodzi do silnego wychłodzenia wód kopalnianych, a minimalne temperatury wynoszą poniżej 3 °C. Interesujące wydaje się porównanie dynamiki i synchroniczności zmian temperatury wód starych sztolni z naturalnymi źródłami. Taką analizę przeprowadzono dla sztolni Fryderyk i źródła Młodości położonego w niedalekiej odległości ( $< 1000 \text{ m}$ ) od otworu sztolni. Jak wynika z tabeli 1. temperatura wód źródłanych podlega większym zmianom w cyklu rocznym aniżeli wód sztolni. Zmiany temperatur w obu typach wypływów wykazują jednak bardzo dużą synchroniczność ( $r > 0,8$ ). Wskazuje to, że obiekty antropogeniczne reagują na zmiany czynników meteorologicznych w analogiczny sposób jak naturalne źródła. Jest to jeden z najistotniejszych dowodów, który wskazuje, iż obiekty antropogeniczne podlegają takim samym procesom jak naturalne.

Przewodność elektrolityczna wód w obrębie starych wyrobisk kształtowała się od 862 do 972  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . Zbliżone wartości przewodnictwa odnotowano dla wód sztolni Fryderyk. Zdecydowanie większą zmienność odnotowano w przypadku wód sztolni Gotthelf. Przewodność wód kształtowała się od 666 do 2280  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . Dość duża zmienność oraz odnotowane maksymalne wartości przewodnictwa jednoznacznie świadczą o mineralnym zanieczyszczeniu wód sztolni.

Tab. 1. Porównanie temperatur wód sztolni Fryderyk i źródła Młodości

| Obiekt                        | Temperatura<br>[°C] | Współczynnik zmienności<br>$C_v$ [%] | Współczynnik<br>korelacji |
|-------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Sztolnia „Fryderyk”<br>(n=24) | 8,9 – 9,4           | 2,3                                  | 0,89                      |
| Źródło „Młodości”<br>(n=24)   | 8,2 – 9,9           | 6,8                                  |                           |

Badania wykonano w ramach projektu KBN – „Wody obce w środowisku przyrodniczym...”

### Literatura

- Ciężkowski W., 2005. O ujawnieniu się nieznanej sztolni w Konradowie (Masyw Śnieżnika) podczas powodzi 1997 roku. Pr. Nauk. Inst. Górn. Polit. Wrocław, 111.
- Liber E., 2005. Zmiany stanu zachowania obiektów górniczych w okolicach Zagórza Śląskiego – w rejonie nieistniejącej wsi Schlesierthale. Pr. Nauk. Inst. Górn. Polit. Wrocław, 111.
- Molenda T., 2007. Antropogeniczne wpływy wód podziemnych – charakterystyka hydrograficzna. [w:] Źródła Polski- wybrane problemy krenologiczne, Uniwersytet Łódzki, Łódź.

## KIEDY WYMARŁ NIEDŹWIEDŹ JASKINIOWY (*URSUS SPELAEUS*) W POLSCE?

Adam Nadachowski<sup>1,2</sup>, Grzegorz Lipecki<sup>1</sup>, Krzysztof Stefaniak<sup>2</sup>,  
Michał Lorenc<sup>3</sup> i Piotr Wojtal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, Sławkowska 17, 31-016 Kraków,  
e-mail: nadachowski@isez.pan.krakow.pl;

<sup>2</sup> Zakład Paleozoologii, Instytut Zoologiczny, Uniwersytet Wrocławski, Sienkiewicza 21, 50-335 Wrocław;

<sup>3</sup> Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Stacja Ekologiczna w Jeziorach, skr. pocztowa 40, 62-050 Mosina

Niedźwiedź jaskiniowy (*Ursus spelaeus* Rosenmüller, 1794) jest jednym z najlepiej poznanych ssaków żyjących w czasie ostatniego zlodowacenia w Europie. Jego szczątki spotyka się powszechnie w dużych i średnich jaskiniach, również w Polsce. Niedźwiedź jaskiniowy występował przede wszystkim w górskich terenach krasowych, od środkowej i północnej Hiszpanii i południowej Anglii na zachodzie, przez cały półwysep Apeniński, północną Grecję i Bułgarię na południu, środkowe Niemcy i środkową Polskę na północy, po Krym, Kaukaz oraz południowy i środkowy Ural na wschodzie. W Polsce jego szczątki obecne są w jaskiniach Sudetów, Jury Krakowsko-Częstochowskiej, Tatr i Gór Świętokrzyskich (Jaskinia Raj). Związek z jaskiniami nie jest przypadkowy, ponieważ niedźwiedź jaskiniowy zamieszkiwał je cały rok, a nie jak niedźwiedź brunatny (*Ursus arctos*) okresowo, wykorzystując je jedynie jako miejsca snu zimowego. Do niedawna panował powszechny pogląd, że niedźwiedź jaskiniowy wymarł pod koniec ostatniego zlodowacenia (12–10 tysięcy lat temu). Od kilku lat publikuje się daty radiowęglowe kości niedźwiedzia jaskiniowego z różnych rejonów, które zasadniczo zmieniają poglądy o tempie i czasie wymarcia tego gatunku ssaka w Europie. Z Polski dotychczas znaliśmy bardzo niewiele bezwzględnych dat uzyskanych bezpośrednio z kości lub zębów tego zwierzęcia. Obecnie mamy w dyspozycji 28 dat AMS C<sup>14</sup> z 13 stanowisk w Polsce [wszystkie daty podano w latach BP i w nawiasie w kalibrowanych latach BP, uzyskanych przy pomocy programu CalPal <sup>14</sup>C (Weninger i Jöris 2004)]. Wschodnie Sudety są reprezentowane przez kilka okazów datowanych z Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie. Większość próbek pochodzi ze stanowisk na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej: jaskiń Nietoperzowej, Mamutowej, Ciemnej, Zawalonej i Schroniska Wylotnego (wszystkie z okolic Krakowa) oraz z Komarowej, Deszczowej i Niedźwiedziej koło Olsztyna (środkowa część Jury). Datowane zostały również kości z Jaskini Raj (Góry Świętokrzyskie) i dwóch jaskiń tatrzańskich – Jaskini Magurskiej i Jaskini Poszukiwaczy Skarbów. Uzyskane wyniki wskazują, że we wczesnym interpleniglacie ostatniego zlodowacenia (początek OIS 3, ok. 50–33 ka (ok. 54–37,5 cal. ka), kiedy klimat był względnie stabilny i stosunkowo ciepły niedźwiedzie jaskiniowe występowały pospolicie na całym obszarze od Sudetów przez Jurę Krakowsko-Częstochowską po Tatry. Potwierdzają to 23 daty w przedziale od >52,000 BP (Poz-24205) do 33,000±400 BP (Poz-23655) (cal. 38,571±1,449 BP). Około 33 ka BP (cal. 38,5 ka BP) niedźwiedź jaskiniowy prawdopodobnie niespodziewanie zniknął z terenów na północ od łuku Sudetów i Karpat na następne 4–5 tysięcy lat. Wniosek ten wymaga jednak potwierdzenia i dalszych badań. Daty młodsze niż 29 ka BP (33 cal. ka BP) uzyskano dla 4 okazów i obejmują one przedział czasowy od 28,500±500 BP (GdA-94) do 26,010±150 BP (OxA-14406) (cal. 30,971±344 BP). Najmłodszą dotychczas uzyskaną datą AMS z Polski jest data z fragmentu czaszki niedźwiedzia (nie można jednak wykluczyć, że należy ona do *Ursus arctos*) z warstwy C, Jaskini Komarowej i wynosi 24,550±220 BP (Poz-339) (cal. 29,361±508 BP) (Wojtal 2007). Wynik ten musi być jednak traktowany z dużą ostrożnością, nie tylko ze względu na niepewność prawidłowego oznaczenia gatunku niedźwiedzia, ale przede wszystkim z powodu braku procedury obliczenia zawartości azotu i węgla w kości przed ekstrakcją kolagenu (możliwość odmłodzenia daty). Pomimo tego, że liczba dat AMS z Polski jest jeszcze niewystarczająca, możemy zaryzykować twierdzenie, że niedźwiedź jaskiniowy nie przetrwał w Polsce do maksimum ostatniego zlodowacenia (*Last Glacial Maximum*, LGM) i wymarł ok. 26 ka BP (ok. 31 cal. ka BP), czyli nieco wcześniej niż w Alpach (ok. 24 ka BP, ok. 28 cal. ka BP) (Stuart i Lister 2007).

Badania były finansowane z kilku projektów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego: Nr 33 078 32/2589, na lata 2007–2010 (A. Nadachowski); Nr 2 P04C 081 30 na lata 2006–2009 (P. Wojtal) i Nr 307 066 32/3985 na lata 2007–2008 (M. Lorenc). W. Davis i Laboratorium Radiowęglowe AMS Uniwersytetu w Oxfordzie oraz T. Goslar i jego zespół z Poznańskiego Laboratorium Radiowęglowego, przeprowadzili większość datowań wykorzystanych w tej pracy, za co składamy podziękowania.

### Literatura

- Stuart A. J., Lister A. M. 2007. Patterns of Late Quaternary megafaunal extinctions in Europe and northern Asia. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 259: 287–297.
- Weninger B., Jöris O. 2004. Glacial radiocarbon calibration. The CalPal Program. In: Higham T., Bronk Ramsey C., Owen C. (Eds). *Radiocarbon and Archaeology. Forth International Symposium, Oxford 2002*. Oxford University School of Archaeology, Monograph, 62: 9–15.
- Wojtal P. 2007. Zooarchaeological studies of the Late Pleistocene sites in Poland. *Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Kraków*, 189 pp.

## **GEOMECHANICZNE PROBLEMY STATECZNOŚCI STROPU W JASKINI SZACHOWNICA**

**Wojciech Preidl, Andrzej J. Wójcik**

*Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni,  
Politechnika Śląska – Gliwice*

W artykule przedstawiono złożone zagadnienie utrzymania stateczności skał stropowych występujących w jaskini Szachownica. Jaskinia ta zlokalizowana jest na terenie Jurajskiego Parku Krajobrazowego, na pograniczu województwa śląskiego i łódzkiego na Wyżynie Woźnicko-Wieluńskiej w powiecie kłobuckim. Jest jednym z najcenniejszych obiektów przyrody nieożywionej, również hibernakulum wielu rzadkich gatunków nietoperzy. Obecnie jaskinia wraz z partiami szczytowymi Krzemiennej Góry objęta jest ochroną prawną jako rezerwat przyrody „Szachownica”. Proglacjalne pochodzenie jaskini ukształtowało jej pierwotny system korytarzy. System ten został zmieniony przez prowadzoną działalność górniczą. W efekcie wybrania wapienia naturalne korytarze zostały znacznie poszerzone, miejscami przyjmując formę sal o znacznej powierzchni odsłoniętego stropu. Spowodowało to zaburzenie pierwotnego stanu równowagi skał. Dodatkowo w jaskini występuje zjawisko destrukcyjnego wpływu przemarzania skał, korozja mrozowa, przyczyniające się do dodatkowej destrukcji warstw skalnych tworzących strop jaskini. Złożone warunki geotechniczne powodują, że ten cenny obiekt przyrody nieożywionej ulega sukcesywnej destrukcji, która w konsekwencji może w krótkim czasie doprowadzić do całkowitego zawalenia się sal i korytarzy tworzących system jaskini Szachownica. Problem utrzymania stateczności jaskini jest szczególnie złożony. Rozważając różne możliwości techniczne zabezpieczenia wyrobisk jaskini należy uwzględnić całokształt zagadnień wynikających z faktu, że działania te nie mogą zbyt głęboko ingerować w naturalny ekosystem jaki ukształtował się w jaskini jak również należy uwzględnić aspekty ekonomiczne proponowanych działań.

# KOPALNE FORMY KRASOWE W ZACHODNIEJ CZĘŚCI WYŻYNY ŚLĄSKIEJ: TYPOLOGIA I ZNACZENIE DLA REKONSTRUKCJI ROZWOJU RZEŻBY I ZMIAN KLIMATU

**Wojciech Rogala**

ul. Grota Roweckiego 10A/6; 45-268 Opole

rogala@atmoterm.pl

## Typologia kopalnych form krasowych

Na podstawie dokumentacji 58 kopalnych form krasowych wypełnionych osadami, odsłoniętych w wyrobiskach wapieni zachodniej części Wyżyny Śląskiej (Garb Chełma) zaproponowano ich typologię. Pod uwagę wzięto wymiary, w tym relacje pomiędzy szerokością i głębokością formy, charakter i przebieg krawędzi ścian oraz związek z tektoniką. Dokonana na podstawie obserwowanego odsłonięcia w ścianie wyrobiska charakterystyka morfometryczna formy krasowej, z uwagi na dostępność do obserwacji tylko dwóch wymiarów formy przestrzennej, jest obarczona trudnym do oszacowania błędem i dlatego dane morfometryczne zinwentaryzowanych form mają charakter szacunkowy. Jednak zebrane dane okazały się wystarczające do ustalenia klasyfikacji form krasowych. Wydzielono powierzchniowe kopalne formy krasowe: kieszenie, leje, wanny i szczeliny oraz formy podziemne: kopalne jaskinie, kopalne kanały krasowe (rury) i fugi międzylawicowe (tab. 1). Zestawienie wymiarów form kopalnych na wykresie o skali logarytmicznej dodatkowo pozwoliło dla wybranych typów form krasowych wyznaczyć matematyczne *krzywe rozwoju form* (ryc. 1). Analiza relacji pomiędzy nimi pozwala wyznaczyć relacje genetyczne pomiędzy wydzielonymi typami form (np. powiększanie szczelin krasowych nie prowadzi do powstawania lejów krasowych, powiększanie fug nie prowadzi do powstawania jaskiń, a leje krasowe mogą rozwijać się z kieszeni krasowych) co prowadzi do wniosku, że powstanie i rozwój form był zdeterminowany inicjalnymi warunkami strukturalnymi i tektonicznymi. Wniosek ten jest zgodny z wcześniejszymi badaniami nt. uwarunkowań rozwoju korytarzy jaskiniowych na obszarze Garbu Chełma (Rogala, 2004 b)

Tabela 1. Formy krasowe wypełnione osadami udokumentowane na obszarze Garbu Chełma

| Rodzaj                          | Typ                   | Ilość | Zakres wartości               |                                |                     |
|---------------------------------|-----------------------|-------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|
|                                 |                       |       | Długość<br>(szerokość)<br>[m] | Głębokość<br>(wysokość)<br>[m] | Współczynnik<br>D/G |
| Formy krasu<br>powierzchniowego | Wanny krasowe         | 2     | 280 – 400                     | 15 – 20                        | 18 – 20             |
|                                 | Leje krasowe          | 22    | 6 – 130                       | 6 – 30                         | 1 – 6,67            |
|                                 | Kieszenie krasowe     | 6     | 0,6 – 2,5                     | 1 – 5                          | 0,3 – 1,33          |
|                                 | Szczeliny krasowe     | 8     | 0,35 – 2                      | 4 – 30                         | 0,07 – 0,13         |
| Formy krasu<br>podziemnego      | Kopalne jaskinie      | 11    | 0,5 – 3,5                     | 1,2 – 9                        | 0,2 – 1,5           |
|                                 | Fugi międzylawicowe   | 3     | 2 – 30                        | 0,15 – 0,5                     | 4 – 75              |
|                                 | Rury (kanały krasowe) | 6     | 0,15 – 1                      | 0,2 – 1,3                      | 0,7 – 1,25          |

## Kieszenie krasowe

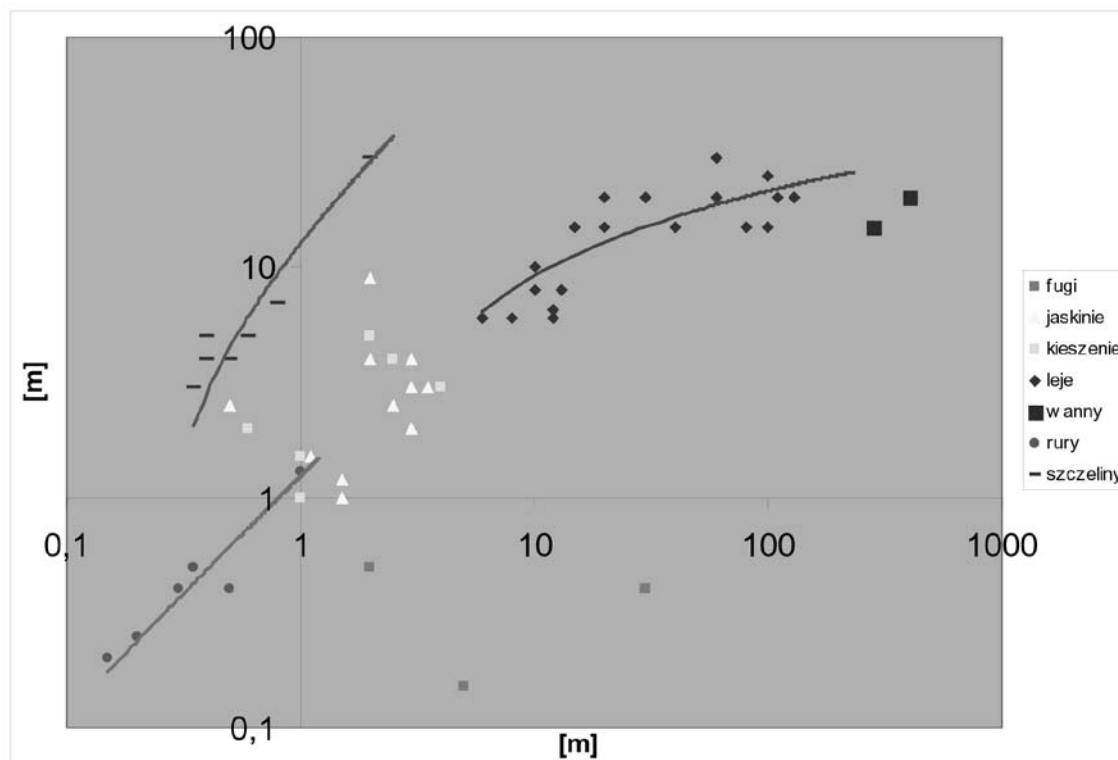
Kieszenie krasowe to małe (o głębokości przeciętnie 2–3 m, a maksymalnie 5 m) zagłębienia krasowe cechujące się zwykle porównywalną głębokością i szerokością, krawędziami o nieregularnym przebiegu oraz często większą szerokością formy w niżej położonych fragmentach (kształt gruszki). Nie wykazują predyspozycji tektonicznych. Udokumentowane zostały w wapieniach o zróżnicowanych warunkach litologicznych: górażdżańskich, terebratulowych i jemielnickich. W wapieniach drobnolawicowych, silnie spękanych ściany kieszeni są niewyraźne, skrasowiałe – obserwowane jest stopniowe przejście osadów wypełniających formę w lity wapien. W twardych wapieniach górażdżańskich ściany form tego typu są gładkie i lite.

## Szczeliny krasowe

Szczeliny krasowe to formy o stromych, równoległych ścianach i zbliżonej szerokości na całej głębokości formy. Głębokość szczelin jest kilku-kilkunastokrotnie większa niż ich szerokość. Formy te nawiązują wyraźnie do pionowych spękań, najczęściej ciosowych, o kierunkach NW-SE lub NE-SW. Rzadziej rejestrowane są formy będące poszerzonymi krasowo uskoki.

Krasowe poszerzenie szczelin sięga głębokości kilku metrów i związane jest z granicą litologiczną utrudniającą dalszy rozwój krasowienia. Krasowe poszerzenie uskoku sięga głębiej, nawet do głębokości kilkudziesięciu metrów.

W najwyższej części, w obrębie zwietrzelin wapieni szczeliny często przybierają kształt lejka. Poniżej jego podstawy szerokość krasowego rozszerzenia jest zbliżona i zmienia się w przedziale 0,2 – 0,8 m. Większa szerokość formy obserwowana jest w pobliżu powierzchni uławicenia. Krawędzie form są bardzo wyraźne, a ściany przeważnie gładkie, noszące ślady swobodnego spływu wody w postaci niewielkich żłobków, żeber lub wymyć.



Ryc. 1 Zależności pomiędzy szerokością (na osi rzędnych) i głębokością poszczególnych typów kopalnych form krasowych Garbu Chełma. Punkty reprezentują poszczególne formy krasowe udokumentowane w odsłonięciach. Linie to krzywe rozwoju form ilustrujące sposób rozwoju form

Wszystkie udokumentowane poszerzone szczeliny rozwinęły się w gruboławicowych lub masywnych i twardych wapieniach. Szczeliny związane ze spękaniami powstały w wapieniach górażdżańskich, a szczelina uskokowa przecina wapienie jemielnickie i karchowickie. Kształt form i wygląd ich ścian jest uwarunkowany litologicznie (podobne cechy mają także inne formy krasowe rozwiniętych w wapieniach górażdżańskich).

### Leje krasowe

Leje krasowe to najczęściej spotykane kopalne formy krasowe w wyrobiskach Garbu Chełma. Są to owalne zagłębienia, o dłuższej osi do 130 m i głębokości do 30 m (określona głębokość w wielu przypadkach musi być traktowana jako głębokość minimalna).

Leje wykazują wyraźny związek z przebiegiem uskoku, są wydłużone zgodnie z ich kierunkami. Wśród 24 udokumentowanych lejów krasowych, w 9 przypadkach w spągu leja udokumentowano istnienie uskoku, w 7 na istnienie uskoku wskazuje analiza stosunków geologicznych w najbliższej okolicy formy krasowej, a tylko w 2 lejach nie stwierdzono tektonicznych predyspozycji. W pozostałych przypadkach nie uzyskano danych pozwalających na potwierdzenie lub wykluczenie predyspozycji tektonicznych. Predysponowane tektonicznie leje, najczęściej nawiązują do uskoku o kierunkach zbliżonych do N-S (w Górażdżach, Tarnowie Opolskim i Strzelcach Opolskich) lub NW-SE (w Strzelcach Opolskich i Dziewkowicach). Z tym pierwszym systemem uskoku związane są leje duże, o średnicach powyżej 30 m. Nie stwierdzono związku lejów krasowych z najmłodszą generacją uskoku, o kierunku W-E.

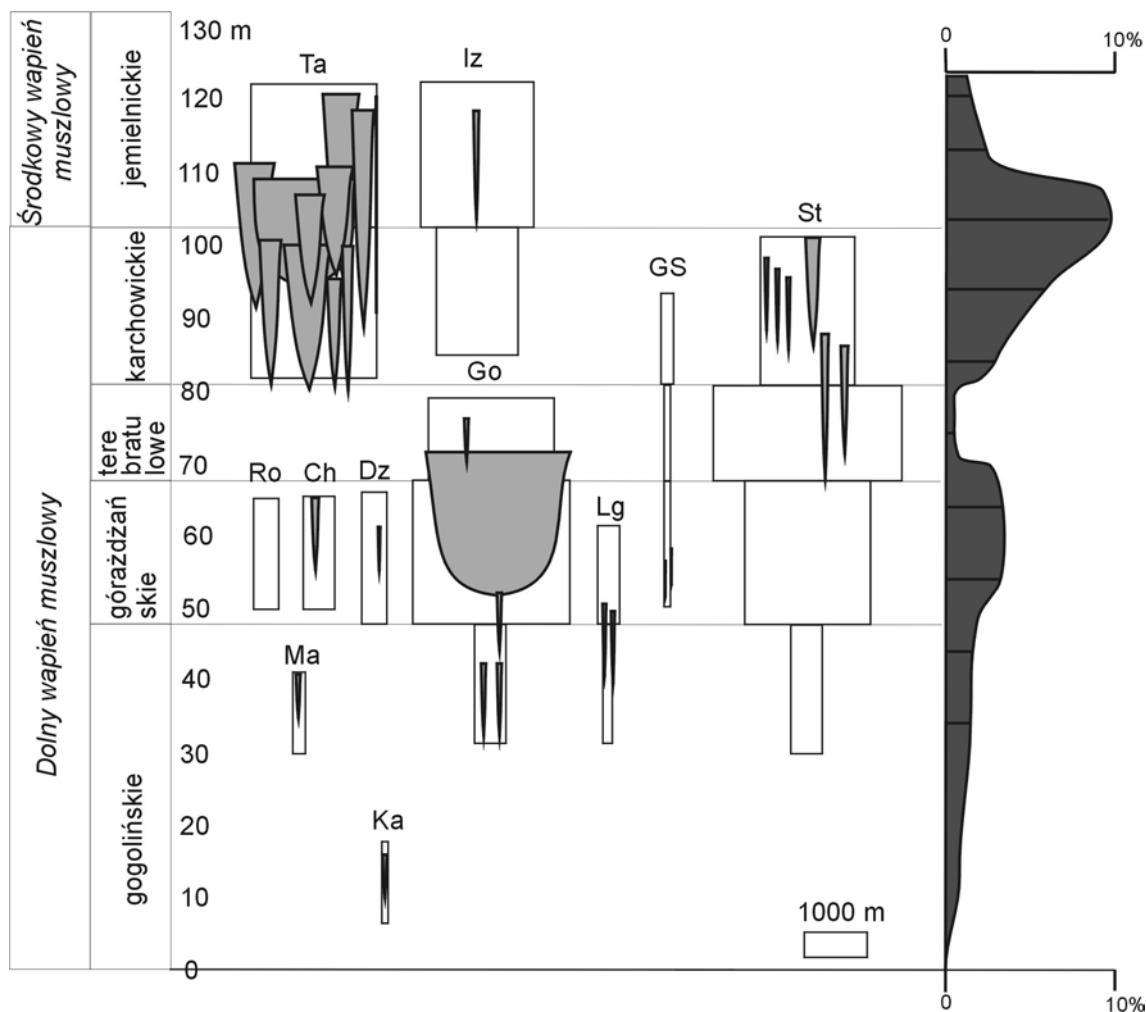
Charakter krawędzi i ścian lejów jest zróżnicowany. Ściany lejów w górnych ich częściach są zwykle strome, a czasem pionowe. Wszystkie ściany lejów rozwinięte w drobnoławicowych wapieniach terebratulowych cechują się niewyraźnymi granicami i stopniowym przechodzeniem wypełnienia w wapień. W przypadku wapieni pozostałych warstw (gogolińskich, górażdżańskich, karchowickich, jemielnickich) takiej jednoznacznej zależności nie można określić. Ściany mniejszych lejów są zwykle gładkie a krawędzie wyraźne, podczas gdy duże leje mają zwykle ściany skrasowiałe i niewyraźne krawędzie.

Spąg lejów rzadko był dobrze odsłonięty, w kilku formach określić jednak można było wyraźne nawiązanie do przebiegu granic litologicznych, „zatrzymujących” krasowienie na ławicach mniej predysponowanych do rozwoju form krasowych.

Udokumentowany związek z uskoku o kierunkach zbliżonych do N-S wskazuje, że leje krasowe są młodsze niż uskoki o tym kierunku. Brak związku z dyslokacjami równoleżnikowymi, związanymi z uskoku rowu Paczkowa – Kędzierzyna, może oznaczać, że po powstaniu tych uskoku (neogen) krasowienie nie zachodziło już tak intensywnie.

### Wanny krasowe

Wanny krasowe są szczególnym typem kopalnego leja krasowego, wyróżniającym się dużą długością i wyraźnie wydłużonym kształtem, nawiązującym do przebiegu uskoku. Udokumentowane zostały dwie tego typu formy, o długości



Ryc. 2 Częstość występowania kopalnych form krasowych w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego na tle długości odsłoneń poszczególnych warstw w wyrobiskach.

Po lewej: reprezentacja form w poszczególnych odsłonięciach (Ta – Tarnów Opolski, Iz – Izbicko, Go – Górażdże, GS – Góra Świętej Anny, St – Strzelce Opolskie, Ro – Rogów Opolski, Ch – Chorula, Dz – Dziewkowice, Ma – Malnia, Ka – Krapkowice, Lg – Ligota Dolna; jednostka 1000 m oznacza odsłonięcie o długości ścian 1000 m w danym łomie). Po prawej – częstość występowania form krasowych odniesiona do długości odsłoneń jako miara podatności na krasowanie poszczególnych ogniw wapienia muszlowego. Najbardziej podatne są wapienie warstw karchowickich i spągowe części warstw jemielnickich oraz warstwy górażdzańskie

co najmniej odpowiednio 400 i 280 m i rozciągłości południkowej. Ściany obu form są strome, prawie pionowe i silnie skrasowiałe. Jedna z form leży na przedłużeniu obecnie suchej, prostolinijnej dolinki krasowej, częściowo wypełnionej osadami. Zgodnie z poglądami Gilewskiej (1963) formy tego typu mogą być kopalnymi dolinkami krasowymi.

### Kanały typu rury krasowej

Rury krasowe o regularnym, kulistym lub owalnym przekroju mają średnicę od 13 do 130 cm i zawsze szerokość zbliżoną do wysokości (współczynnik D/G pomiędzy 0,7 a 1,25). Rozpoznane zostały w trzech odsłonięciach, kilkanaście metrów poniżej współczesnej powierzchni terenu i mniej więcej tyle samo powyżej swobodnego zwierciadła wód podziemnych, w skałach niewykazujących uławicenia a zarazem bardzo odpornych na niszczenie, umożliwiających długotrwałe przetrwanie form krasowych (w wapieniach górażdzańskich oraz karchowickich).

Udokumentowane formy nawiązują do drobnych, nieregularnych spękań, mimo iż w ich pobliżu obserwowane są uskoki o prostolinijnym przebiegu, prawdopodobnie są więc starsze od uskoków, których wiek podaje się na fazę kimerijską na przełomie triasu górnego i środkowego (Kotlicki, Włodek, 1976), a od czasu ich powstania obniżenie powierzchni morfologicznej wynosi co najmniej kilkanaście-kilkadziesiąt metrów.

### Fugi międzylawicowe

Fugi międzylawicowe to kopalne kanały krasowe o znacznie większej szerokości od wysokości formy i wyraźnym związku przebiegu formy ze spągami ławicy wapieni. Rozpoznane zostały w dwóch odsłonięciach, w wyraźnie uławiconych

wapieniach górażdżańskich oraz karchowickich, kilka- kilkanaście metrów poniżej współczesnej powierzchni terenu i mniej więcej tyle samo powyżej swobodnego zwierciadła wód podziemnych. Geneza (i wiek) fug jest podobna do rur krasowych.

### Kopalne jaskinie

Kopalne jaskinie to podziemne formy krasowe wypełnione w całości osadami i ścianach o nieregularnym przebiegu. Wymiary odsłoniętych jaskiń kopalnych nie przekraczają 10 m, przeciętnie wynoszą 2–3 m. Udokumentowano je wyłącznie w wapieniach górażdżańskich i karchowickich. Jaskinie w wapieniach górażdżańskich mają ściany gładkie i bardzo wyraźne krawędzie, a swoim przebiegiem nawiązują do uskoku N-S. Jaskinie w wapieniach karchowickich mają ściany nierówne i krawędzie mniej czytelne, w ich przypadku nie stwierdzono predyspozycji tektonicznych.

Charakter ścian poznanych jaskiń kopalnych wskazuje, że część z nich to kanały wadyczne, powstałe poprzez przekształcenie inicjalnych kanałów krasowych typu rur lub fug. Pozostałe formy, o nieregularnych ścianach, powstały przy udziale procesów zawałiskowych.

### Znaczenie dla rekonstrukcji rozwoju rzeźby i zmian klimatu

Formy krasowe obserwowane są najczęściej w wapieniach górażdżańskich i karchowickich (ryc. 2) i te dwa ognie wydają się predysponowane do rozwoju krasu wśród warstw wapieni budujących płytę triasową Garbu Chełma, co potwierdzają także wcześniejsze analizy (Rogała, 2004b). Regularność powyższa jest skutkiem cech litologiczno-strukturalnych poszczególnych ogniw wapienia muszlowego (Rogała, 2004a). Wygląd ścian i krawędzi jest także warunkowy przede wszystkim czynnikami litologicznymi. Formy w wapieniach górażdżańskich mają ściany gładkie i lite, podczas gdy formy rozwinięte w wapieniach terebratulowych i większość w pozostałych warstwach mają ściany nieregularne, a krawędzie nieostre. Formy krasowe Garbu Chełma nawiązują także wyraźnie do nieciągłości strukturalnych (szczelin i uskoku).

Dane o obecnym stopniu skrasowienia poszczególnych ogniw budujących Garb Chełma oraz zróżnicowaniu czynników wpływających na jego intensywność dowodzą, że obecna rzeźba była formowana pod przeważającym wpływem denudacji chemicznej. Elewowaną pozycję warstw gogolińskich tłumaczyć należy długotrwałymi procesami krasowienia i zróżnicowaną, szybciej zachodzącą w ich obrębie kolmatacją i uszczelnieniem powierzchni morfologicznej. W tych warstwach procesy krasowe mają mniej sprzyjające warunki do rozwoju (większy udział  $\text{SiO}_2$ , większa gęstość spękań i częstość uławicenia, mniejsza porowatość, obecność przeławień marglistych). Z kolei obszary zbudowane z bardziej podatnych na krasowienie wapieni (górażdżańskich i karchowickich) są dziś obserwowane w obniżeniach. Powyższe rozważanie, o decydującej roli procesów krasowych w obniżeniu powierzchni morfologicznej i długotrwałym ich zachodzeniu prowadzi do wniosku, że współczesna powierzchnia morfologiczna, o małym zróżnicowaniu morfologicznym jest powierzchnią denudacji krasowej (zrównania krasowego). Zróżnicowane osady wypełniające formy krasowe (Rogała, 2004, 2006) wskazują też na złożone i zmieniające się w czasie warunki paleogeograficzne w trakcie jej powstawania.

### Literatura

- Kotlicki S., Włodek M., 1976. Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Tworóg, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Gilewska S., 1963. Rzeźba progu środkowotriasowego w okolicy Będzina. *Prace Geograficzne Instytutu Geografii PAN*, nr 44, Warszawa.
- Rogała W., 2004 a. Paleogeograficzny rozwój garbu Chełma na podstawie analizy osadów krasu kopalnego. *Praca doktorska, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski*, ss. 308.
- Rogała W., 2004 b. Typologia i litologiczno-strukturalne uwarunkowania korytarzy jaskiniowych Garbu Chełma (Wyżyna Śląska). [w:] *Materiały 38. Sympozjum Speleologicznego, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Sekcja Speleologiczna, Zakopane*: 67–69.
- Rogała W., 2006. Osady wypełniające kopalne formy krasowe Garbu Chełma – znaczenie dla rekonstrukcji paleogeograficznych i następstwo stratygraficzne. [w:] *Materiały 40. Sympozjum Speleologicznego, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Sekcja Speleologiczna, Sitkówka-Nowiny*: 46–48.

## **NOWE OBSERWACJE W JASKINIACH KOCHANOWSKICH: PRZYCZYNEK DLA REKONSTRUKCJI PALEOGEOGRAFICZNYCH SUDETÓW ŚRODKOWYCH**

**Wojciech Rogala**

*ul. Grota Roweckiego 10a/6 45-268 Opole,*

*e-mail: rogala@atmoterm.pl*

System Jaskiń Kochanowskich położony jest w południowej części Kotliny Krzeszowskiej, ok. 1 km na północ od zabudowań Kochanowa, na przełęczy pomiędzy Czerepem (581 m) i Trębną (590 m). Stanowią je Jaskinia Z Filarami – Prosta, Jaskinia z Rondami, Jaskinia Rozdroże, Jaskinia Zawaliskowa, Jaskinia Równoległa oraz kilka mniejszych obiektów (Wojtoń, 2001; Wojtoń i Rogala, 2003; Rogala, 2005). Otwory jaskiń znajdują się w starym kamieniołomie, u podnóża lub w ścianie eksploatacyjnej, poszczególne otwory oddalone są od siebie o 3-65 m.

Prowadzone ostatnio badania uzupełniły wcześniejsze dane o charakterystyce morfologicznej jaskiń, a także pozwoliły wstępnie scharakteryzować osady wypełniające i wskazać na prawdopodobny związek jaskiń z przełomem potoku Kochanówka.

W Jaskiniach Kochanowskich występują osady o zróżnicowanej genezie i wieku. Są to: osady deponowane w środowisku wodnym, rezidua krasowe, brekcje zawaliskowe oraz osady chemiczne. Znalaziono także kości ssaków (jeszcze nie oznaczone). Pośród osadów wodnych rozpoznano: czerwone zlepieńce z ziarnami kwarcowymi o średnicy do 2–3 cm; wiśniowe mułowce o wyraźnym warstwowaniu i dobrym wysortowaniu oraz piaski. Osady te sądząc na podstawie ich położenia, wypełniały kiedyś cały przekrój korytarzy. W jaskiniach bardzo mało jest nacieków węglanowych, natomiast szczeliny w stropie często wypełnione są tworzącym skorupy pałygorskim.

Geneza i historia rozwoju jaskiń nie jest jeszcze w pełni wyjaśniona. Z uwagi na położenie na przełęczy, w obrębie obszernego zrównania, znaczny wpływ na obecny kształt jaskiń musiały mieć wody autogeniczne, przesączające się przez porowate warstwy piaskowców i koncentrujące się po dotarciu do pozbawionych porowatości dolomitów. Jednak obecność osadów deponowanych przez cieki, w tym obtoczonych żwirów, oraz owalne formy freatyczne (?) w niższym horyzoncie sugerują złożoną przeszłość i genezę jaskiń. Prawdopodobne jest zatem, że w czasie formowania się jaskiń, potok Kochanówka, dzisiaj przełamujący się przez Wzgórza Krzeszowskie, przepływał przez szerokie zrównanie w obrębie dzisiejszej przełęczy pomiędzy Czerepem a Trębną i zasilał system wodami allochtonicznymi.

Dalsze badania Jaskiń Kochanowskich nadal będą koncentrować się na poznawaniu i dokumentowaniu przebiegu nowych korytarzy (na podstawie gęstości poznanych do tej pory korytarzy oszacowano, że długość systemu może wynosić do 2,5 km). Zbierane dane przydatne będą do rekonstrukcji rozwoju rzeźby Sudetów Środkowych, zwłaszcza formowania się sieci rzecznej.

### **Literatura**

- Rogala W., 2005. Jaskinie Kochanowskie – system krasowy w Sudetach o długości ponad 1 km?, Jaskinie 3.  
Wojtoń A., 2001. Nowe jaskinie Kochanowa, Jaskinie 4(25): 27–28.  
Wojtoń A., Rogala W., 2003. Przewodnik Sesji Terenowych, XXXVII Sympozjum Speleologicznego, Wojcieszów.

## **DATOWANIE KOŚCI KOPALNYCH METODĄ U-TH: NOWE PERSPEKTYWY**

**Grzegorz Sujka, Helena Hercman**

*Instytut Nauk Geologicznych PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.*

U początków stosowania metody uranowo-torowej podejmowano liczne próby datowania kości kopalnych. Na podstawie danych uzyskiwanych z innych źródeł m.in. datowań  $^{14}\text{C}$  stwierdzono jednak, że wyniki uzyskiwane metodą U-Th są systematycznie zaniżane i nie odzwierciedlają rzeczywistego wieku badanych szczątków. Stwierdzono, że przyczyną tej rozbieżności jest proces akumulacji uranu, jaki przebiega podczas zalegania kości w osadzie. Dostarczany wraz z infiltrującymi wodami uran wbudowywany jest w strukturę kości zaburzając działanie zegara geologicznego. Stwierdzono zatem, że kości kopalne stanowią układ otwarty dla migracji uranu i bezpośrednie ich datowanie metodą U-Th uznano za niemożliwe. Główny nurt dalszych badań skupiony został wokół konstrukcji modeli, których zadaniem było oszacowanie ilości dostarczanego uranu i jego wpływ w czasie na mierzone w momencie datowania stosunki aktywności izotopów uranu i toru.

Traktując kość jako złożony układ zbudowany z wielu organicznych i mineralnych faz, podjęto w ING PAN próbę oznaczenia potencjału akumulacji uranu przez różne fazy kostne. Stosując metodykę rozdzielania faz wykorzystywaną w analizach radiowęglowych wykonano liczne analizy U-Th uzyskanych faz kości kopalnych oraz – dla porównania – współczesnych. Na tej podstawie stwierdzono, że jedna z tych faz – kolagen, nie wykazuje oznak akumulacji uranu ani toru, jest więc układem potencjalnie zamkniętym dla metody U-Th.

Pozytywna, statystyczna weryfikacja tych wstępnych wyników stworzy nowe możliwości zastosowania metody U-Th do materiału kostnego tak powszechnie występującego w stanowiskach geologicznych i archeologicznych.

## ASCENZYJNY ETAP SPELEOGENEZY WYŻYNY KRAKOWSKO-CZĘSTOCHOWSKIEJ – ZAPIS W MORFOLOGII JASKEŃ I RZEŹBIE TERENU

Andrzej Tyc

Katedra Geomorfologii, Uniwersytet Śląski  
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec,  
e-mail: andrzej.tyc@us.edu.pl

Poligenetyczny i wielofazowy kras Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej nosi wyraźne piętno speleogenezy w warunkach ascenzyjnej cyrkulacji freatycznej, w części hydrotermalnej. Etap (etapy) tej speleogenezy jest zapisany zarówno w morfologii wielu jaskiń, jak również rzeźbie terenu. W świetle najnowszych badań speleologicznych i geomorfologicznych, prowadzonych głównie na Wyżynie Częstochowskiej (Tyc, 2003, 2005, w druku), można wnioskować, iż pomimo znacznego zatarcia przez późniejsze etapy wadyczne i procesy denudacyjne, efekty ascenzyjnej cyrkulacji freatycznej są w tym regionie zjawiskiem powszechnym. Można nawet zaryzykować stwierdzenie, że nadają one Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej charakter reliktu krasu hypogenicznego (ascenzyjnego).

Występowanie w tym regionie jaskiń powstałych w wyniku mieszania się wstępujących, podgrzanych wód głębokiej cyrkulacji freatycznej z wodami meteorycznymi infiltracji pionowej zostało zauważone przez J. Rudnickiego (1978). W nawiązaniu do modeli rozwoju form hydrotermalnych na Węgrzech przedstawił on koncepcję konwekcyjnej genezy Jaskini Berkowej we wzgórzu Kołoczek w Podlesicach. J. Głazek i A. Szyrkiewicz (1980) stwierdzili, iż podobną genezę ma więcej podziemnych form krasowych na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej i są one wykształcone w postaci kulistych jaskiń, podobnych do głównej komory Jaskini Berkowej. Tezy te potwierdzają późniejsze badania prowadzone w południowej (Smocza Jama) i środkowej (m.in. Jaskinia Na Biśniku i Jasna w Strzegowej) części Wyżyny (Gradziński i in. 1996; Polonius 1999, 2003). Hydrotermalną (szerzej – ascenzyjną) genezę jaskiń wymienieni autorzy opierają w głównej mierze na przesłankach morfologicznych – obecności sferycznych sal i dobrze rozwiniętych kotłów stropowych. Formy te są efektem ascenzyjnej cyrkulacji freatycznej i nawiązują do spękań ciosowych w wapieniach skalistych górnej jury lub nie wykazują żadnego związku z tektoniką.

Jakkolwiek kotły stropowe mogą powstawać w różnych warunkach cyrkulacji freatycznej, niekoniecznie ascenzyjnej (Gradziński 1962; Lauritzen, Lundberg 2000; Osborne 2004), istnieje szereg innych form korozyjnych i przesłanek morfologicznych w jaskiniach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, które wskazują na ascenzyjny typ cyrkulacji freatycznej. Wśród najważniejszych wymienić można m.in. formy otwartych kanałów ukierunkowanych ku górze (typu *rising half-tube*) lub licznych ślepo zakończonych korytarzy, które powszechnie występują w jaskiniach i na ścianach ostańców skalnych. W świetle najnowszych opracowań (m.in. Klimchouk 2007; Osborne 2007) są to typowe formy jaskiń ascenzyjnych.

Interesującym zagadnieniem jest kwestia wieku zjawisk ascenzji i rozwoju jaskiń z nią związanych. Wykorzystując reguły morfostratygrafii można stwierdzić, iż formy korozyjne związane z genezą konwekcyjną należą do form pierwotnych w jaskiniach i zostały przekształcone lub zintegrowane ze sobą przez formy późniejsze. Dogodne warunki ascenzyjnej cyrkulacji freatycznej na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej istniały zapewne w przedortoriońskiej fazie krasowania (w ujęciu J. Głazka, 1973), kiedy przykryty słabo przepuszczalnymi osadami kredy masyw skał węglanowych jury górnej podlegał intensywnym procesom tektonicznym ruchów laramijskich. Temu okresowi J. Głazek i A. Szyrkiewicz (1980) przypisują rozwój jaskiń hydrotermalnych (m.in. J. Berkowej). W południowej części Wyżyny – w regionie krakowskim, warunki takie mogły się jeszcze powtórzyć w potortoriońskiej fazie krasowania, w obszarach przykrytych ilastymi osadami miocenu. Dodatkowych argumentów przemawiających za możliwością istnienia wyraźnego etapu (etapów) ascenzyjnego w rozwoju krasu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej dostarczają najnowsze badania, dotyczące związku różnych zjawisk geologicznych z tektoniką podłoża paleozoicznego regionu (m.in. Matyszkiewicz i in., 2006).

Z reguły omawiany typ jaskiń powstaje w zupełnej izolacji od rzeźby terenu. Dopiero w wyniku procesów denudacyjnych (obniżania się powierzchni) formy ascenzyjnych jaskiń zbliżają się do powierzchni terenu lub zostają otwarte na działanie czynników zewnętrznych. Znajduje to wyraz w charakterystycznej rzeźbie wzgórz ostańcowych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, jak również ma znaczenie praktyczne, m.in. dla potencjalnie nowych odkryć jaskiniowych oraz niesie zagrożenia związane z możliwością zagospodarowania terenów występowania jaskiń.

### Literatura

- Głazek J., 1973. Znaczenie zjawisk krasowych dla rekonstrukcji paleogeograficznych i paleotektonicznych. *Przegl. Geol.*, 21, 10: 517–523.
- Głazek J., Szyrkiewicz A., 1980. Kras między Pilicą a Wartą i jego praktyczne znaczenie. [w:] *Przewodnik LII Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Bełchatów 11–14 września 1980, Warszawa: 84–99.
- Gradziński M., Górny A., Motyka J., 1996. Wpływ ascenzyjnych przepływów na powstanie Jaskini Smocza Jama. [w:] J. Urban (red.) *Materiały 30. Sympozjum Speleologicznego Sekcji Speleologicznej Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika*, Kielce-Bocheniec, 18–22.10.1996: 16.
- Gradziński R., 1962. Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 32, 4: 429–492.

- Lauritzen S.-E., Lundberg J., 2000. Solutional and Erosional Morphology of Caves. [in:] A. Klimchouk, D.C. Ford, A.N. Palmer, W. Dreybrodt (ed.) *Sepelogenesis. Evolution of Karst Aquifer*. National Speleological Society, Inc., Huntsville, 408–426.
- Klimchouk A., 2007. Hypogene speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper No. 1, 106 p.
- Matyszkiewicz J., Krajewski M., Zaba J., 2006: Structural control on the distribution of Upper Jurassic carbonate buildups in the Kraków–Wieluń Upland (south Poland). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 3: 182–192.
- Osborne R.A.L., 2004. The troubles with cupolas. *Acta Carsologica* 32/2, 1: 9–36.
- Osborne R.A.L., 2007. Cathedral Cave, Wellington Cave, New South Wales, Australia. A multiphase, non-fluvial cave. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 32, 14: 2075–2103.
- Polonius A., 1999. Rola konwekcji w powstaniu niektórych form jaskiniowych w Dolinie Wodącej. [w:] A. Tyc (red.) *Materiały 33. Sympozjum Speleologicznego Sekcji Speleologicznej Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika, Jeziorowice, 22–24.10.1999*: 32–33.
- Polonius A., 2003. Geneza systemów jaskiniowych w Paśmie Smoleńsko-Niegowonickim (Wyżyna Krakowsko-Wieluńska). [Niepublikowana praca doktorska, archiwum Katedry Geomorfologii, Uniwersytet Śląski], Sosnowiec.
- Rudnicki J., 1978. Role of convection in shaping subterranean karst forms. *Kras i Speleologia*, 2 (XI): 92–101.
- Tyc A., 2003. Przyczynek do speleogenezy Wyżyny Częstochowskiej. [w:] M. Gradziński, M. Szelerewicz (red.) *Materiały 37. Sympozjum Speleologicznego Sekcji Speleologicznej Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika, Wojcieszów, 24–26.10.2003*, Kraków: 63–64.
- Tyc A., 2005. Relikty krasu podziemnego we współczesnej morfologii ostańców Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. [w:] Kotarba A., Krzemień K., Święchowicz J. (red.) *Współczesna ewolucja rzeźby Polski. VII Zjazd Geomorfologów Polskich, Kraków 19–22 września 2005*, Kraków: 481–486.
- Tyc A., (w druku). Formy rzeźby odziedziczone po speleogenezie i ich znaczenie w ewolucji krasu węglanowego. *Prace Uniwersytetu Śląskiego, Katowice*.

## JASKINIE W PIASKOWCACH I PIASKOWCACH KWARCYTOWYCH GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH

Jan Urban<sup>1</sup>, Andrzej Kasza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Ochrony Przyrody, PAN, al. A. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków,  
e-mail: urban@iop.krakow.pl

<sup>2</sup> Speleoklub Świętokrzyski, Kielce, Osiedle na Stoku 40A/22 25-437 Kielce,  
e-mail: andrzejka@poczta.onet.pl

W inwentarzu jaskiń świętokrzyskich wydanym w końcu ubiegłego wieku (Urban, 1996) zamieszczono opisy 35 jaskiń (o łącznej długości 211 m) występujących w piaskowcach mezozoicznych oraz piaskowcach dolnodewońskich tego regionu. Obecnie znanych jest 46 jaskiń (254 m) zinwentaryzowanych w skałach krzemionkowych Gór Świętokrzyskich. Tak więc liczba i wielkość nowo odkrytych form jaskiniowych nie jest duża, jednak ostatnio udało się zlokalizować dwa obiekty utworzone w piaskowcach kwarcytowych górnego kambru (w których dotąd nie notowano jaskiń). Oba występują w najwyższym świętokrzyskim pasmie górskim – Łysogórach. Innym ważnym osiągnięciem uzyskanym od czasu inwentaryzacji jaskiń świętokrzyskich (Urban, 1996) jest analiza genezy i ewolucji morfologicznej jaskiń.

Najwięcej jaskiń zinwentaryzowano w piaskowcach i piaskowcach zlepieńcowatych dolnego triasu – 24 o łącznej długości 134 m. 14 poznanych jaskiń (67 m) występuje w piaskowcach i zlepieńcach dolnej jury, 6 jaskiń (47 m) – w piaskowcach i piaskowcach kwarcytowych dolnego dewonu, 2 obiekty (6 m) – w piaskowcach górnego kambru. Jaskinie są w większości bardzo krótkie, połowa z nich (23) to schroniska skalne o długości mniejszej niż 5 m, tylko 3 przekraczają długość 10 m: Jaskinia Ponurego (25 m) na Kamieniu Michniowskim, Jaskinia Św. Barbary (18 m) i Ślubny Schron (12 m).

Praktycznie wszystkie jaskinie występujące w piaskowcach i piaskowcach kwarcytowych regionu świętokrzyskiego związane są z formami skałkowymi, co oznacza, że powstały w rezultacie działania procesów kształtujących te formy, działających na powierzchni terenu lub w płytkiej strefie podpowierzchniowej. Duża grupa jaskiń powstała bezpośrednio w związku z grawitacyjnym ruchem dużych bloków skalnych, jako formy typu *crevice* (wg klasyfikacji Vitka, 1983). Przykładami takich jaskiń mogą być dwie jaskinie w grupie skałek Piekło Dalejowskie: Rajska Brama (4,5 m) – tunel pomiędzy dwoma blokami przykryty płytą skalną i Schronisko z Kością (4 m) – pęknięcie masywu skalnego poszerzone przez ruch (prawdopodobnie rotacyjny) odseparowanej części masywu. Nachylenie stoków i charakter bloków wskazują, że ruch bloków pomiędzy którymi utworzyła się Rajska Brama miał miejsce w warunkach peryglacjalnych, czyli w okresie ostatniego glaciału plejstoceniowego. Powstanie innych jaskiń Piekła Dalejowskiego (np. Grzybowa Dziura – 5,5 m i Piwnica Zamkowa – 4 m) – płytkich nisz w osadach piaszczysto-gruzowych pod płytowymi blokami, pośrednio także wiązało się z procesami pełnienia materiału drobnookruchowego oraz wielkich płyt skalnych. Jednak w większości pustki te musiały być później (w holocenie) poszerzane przez zwierzęta lub ludzi.

Interesującym przejawem grawitacyjnego odkształcenia masywu skalnego jest Schronisko pod Osiedlem (5 m), usytuowane w górnej części stromego stoku w grupie skałkowej w Rejowie (Skarżysko-Kamienna). Zimowy przepływ powietrza przez tę jaskinię (wskazujący na rozległą sieć poszerzonych spękań w masywie) oraz klinowaty kształt korytarza jaskini równoległego do rozciągłości stoku sugerują, że korytarz ten powstał w rezultacie rotacji masywu (wokół osi poziomej). Rotacja ta mogła być ułatwiona przez obecność wkładek ilastych w piaskowcach w dolnej części stoku.

Przykładami jaskiń powstałych w wyniku znacznego ruchu bloków skalnych (typu *talus* wg klasyfikacji Vitka, 1983) są: Czarcie Wrota (2 m) w grupie skałkowej Piekło koło Gatnik oraz Schron na Łysicy (2 m). Ten pierwszy obiekt jest zagłębieniem wielkiego bloku, który grawitacyjnie przechylił się (*topple* – Dikau i in., 1996). Natomiast drugi występuje w gołoborzu na kulminacji Łysicy (612 m n.p.m.), w związku z czym utworzył się w późnym plejstocenie w wyniku mechanicznego wietrzenia piaskowców kwarcytowych oraz spęływania i rozmywania blokowo-gruzowej pokrywy (podobnie jak całe gołoborze – Klatka, 1962).

Zupełnie inną genezę mają dwie jaskinie w grupie skałkowej Piekło pod Niekłaniem: Jama Agi (8 m) oraz Tomkowa Dziura (8 m). Obie jaskinie charakteryzują się wietrzeniowo-erozyjnym kształtem ścian korytarza (salek), które rozwinięte są wzdłuż powierzchni ciosowych oraz nachyleniem spągu w kierunku otworów. Te cechy, ślady przepływu wody w masywie skalnym (np. sople lodowe) oraz brak przejawów ruchu grawitacyjnego masywu skalnego wskazują, że jaskinie te powstały w rezultacie podpowierzchniowej erozji wodnej rozwijającej się wzdłuż powierzchni spękań w osłabionym przez wietrzenie (w tym porowe krążenie roztworów wodnych) masywie skalnym (Urban, 1996, 2004).

Większość jaskiń występujących w świętokrzyskich skałach krzemionkowych nie posiada jednak tak typowych cech genetycznych jak opisane wyżej, powstało bowiem w wyniku działania zespołu (kombinacji) wielu czynników: różnego typu ruchów masowych bloków skalnych (*slide*, *toppling*, *lateral spreading* – Dikau i in., 1996) oraz/lub drobnego materiału wietrzelinowego, powierzchniowej i podpowierzchniowej erozji wodnej (rozmywania) oraz wietrzenia, które zachodziły w okresie późnego plejstocenu i holocenu.

Badania jaskiń były prowadzone w ramach realizacji projektu badawczego nr 2P04E04929 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

### Literatura

Dikau R., Brunnsden D., Schrott L., Ibsen M.-L. 1996. Landslide recognition, identification, movement and causes. J. Wiley&Sons. Chichester, ss. 251.

- Klatka T. 1962. Geneza i wiek gołoborzy łysogórskich. *Acta Geogr. Lodz.* 12, ss. 124.
- Urban J. (red.) 1996. Jaskinie regionu świętokrzyskiego. *Pol. Tow. Przyj. Nauk. o Ziemi, Warszawa*, ss. 322.
- Urban J. 1996 b. Jaskinie pseudokrasowe w piaskowcach liasowych Piekła pod Niekłaniem. *Kras i Speleol.* 8: 113–123
- Urban J. 2005. Pseudokarst caves as an evidence of sandstone forms' evolution. *Ferrantia* 44: 173–177.
- Vitek J. 1983. Classification of pseudokarst forms in Czechoslovakia. *Intern. Journ. Speleol.*, 13: 1–18.





