

Prądnik. Prace Muz. Szafera	24	183–204	2014
-----------------------------	----	---------	------

KATARZYNA KASPROWSKA-NOWAK

Akademia im. Jana Długosza
Instytut Wychowania Fizycznego, Turystyki i Fizjoterapii
Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa

**ŚRODOWISKO JASKINI BIŚNIK
(WYŻYNA KRAKOWSKO-CZĘSTOCHOWSKA)**

The Biśnik Cave environment (Cracow-Wieluń Upland)

Abstract. The paper presents a detailed characteristics of the environment (geocomplex) of the Biśnik Cave including karstified rock, morphology, cave sediments, cave waters, microclimate, and vegetation and fauna. The Biśnik Cave is known as one of the oldest Palaeolithic sites in Poland. The author studied it in the years from 2004 to 2010 using a variety of research methods (geological, geomorphological, microclimatic, hydrological, botanical etc.). The paper also describes the risks to the cave resulting from archaeological excavations and tourist traffic in the Wodąca Valley where the cave is located.

Key words: Biśnik Cave, cave environment, geocomplex, anthropopressure.

WSTĘP

W artykule dokonano szczegółowej charakterystyki współczesnego stanu elementów środowiska (geokompleks) Jaskini Biśnik: skały krasowiejącej, morfologii, osadów jaskiniowych, wód jaskiniowych, atmosfery podziemnej, flory i fauny. Wstępnie opisano również przeobrażenia badanego środowiska jaskiniowego spowodowane czynnikami antropogenicznymi.

Badany obiekt uchodzi za jedno z najbardziej znanych stanowisk archeologicznych w Polsce i był on systematycznie badany przez autorkę (równoległe do prac wykopaliskowych) w latach 2004 do 2010 z zastosowaniem różnorodnych metod badawczych. Pełne wyniki tych badań zostały zawarte w dysertacji autorki (Kasprowska 2009), zaś cząstkowe w materiałach krajowych Sympozjów Speleologicznych (Kasprowska 2011; Kasprowska-Nowak 2013a, 2013b) oraz w 23. tomie czasopisma „Prądnik” (Kasprowska-Nowak 2013).

Należy nadmienić, że badania środowiska Jaskini Biśnik od 2014 r. zostały przez autorkę wznowione i nastawiają się one dzisiaj przede wszystkim na prześledzenie zmian elementów środowiska podziemnego pod wpływem działalności człowieka.

METODY BADAŃ

Dla potrzeb niniejszego opracowania przeprowadzono prace terenowe i laboratoryjne wykonane na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Korzystano przy tym z szerokiego wachlarza metod badawczych oraz z konsultacji specjalistów z różnych dziedzin naukowych. W badaniach zastosowano metody: geologiczne (sedymentologiczne i mineralogiczne), geomorfologiczne, mikroklimatyczne, hydrologiczne, botaniczne i in.

Badania geologiczne polegały głównie na poznaniu właściwości skały krasowięjącej, z której jest zbudowana jaskinia oraz rodzaju i miąższości osadów w jej najdalszych partiach. W celu uzyskania szczegółowych informacji na temat zróżnicowania jej składu chemicznego i struktury, przebadano szereg prób skalnych pobranych ze stropu w sąsiedztwie wejścia do Schroniska Boczno oraz ze ściany skalnej Pod Nawisem do obserwacji mikroskopowych. Badania wykonano w preparatach wyciętych prostopadle do powierzchni zewnętrznych skały przy zastosowaniu mikroskopu optycznego OLYMPUS BX51 i elektronowego środowiskowego mikroskopu skaningowego (SEM) Philips XL 30 ESEM/TMP z przystawką analityczną EDS (EDAX typu Sapphire). Uzupełnieniem ekspertyz mikroskopowych była analiza składu fazowego (mineralogicznego) wspomnianych materiałów przy użyciu dyfraktometru rentgenowskiego Philips PW 3710 i programu komputerowego X'PERT. W celu zbadania osadów jaskiniowych wykonano wiercenia geologiczne z zastosowaniem świdra ręcznego. Prace geomorfologiczne w jaskini polegały przede wszystkim na badaniu kształtu jej korytarzy oraz form, a także na rozpoznaniu zróżnicowania szaty naciekowej.

Prace terenowe wiązały się również z badaniem hydrochemicznym wód charakteryzowanego obiektu. Bezpośrednio w jaskini zmierzono ich przewodnictwo elektryczne właściwe (C_{25}) przy użyciu konduktometru typu CC-317, ich temperaturę termometrem typu PT-411 oraz odczyn (pH) pehametrem CP-315 M (wszystkie przyrządy firmy Elmetron). Pobrane próby wód jaskiniowych przekazano do analizy ich składu chemicznego metodą chromatografii (rozdzielenia wody na składniki jonowe). W jednej próbie oznaczono także stężenie zjonizowanej krzemionki.

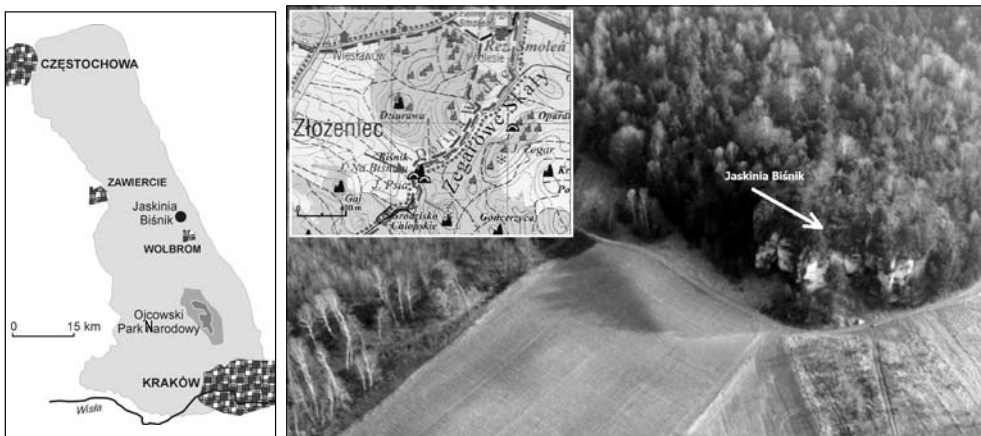
W celu zbadania współczesnego stanu elementów środowiska jaskiniowego oraz uchwycenia ich zmian wraz z porą dnia i roku, dodatkowo przeprowadzono pomiary temperatury powietrza oraz jego wilgotności. Badania realizowano na różnych wysokościach nad poziomem osadów we wnętrzu jaskini oraz przed jej otworem wejściowym (Pod Nawisem). Wykonano je psychrometrem aspiracyjnym Assmana oraz pirometrem przenośnym ST-8810 firmy Abatron w sezonie letnim i zimowym 2006 r. Składowe mikroklimatu jaskiniowego również rejestrowano przy zastosowaniu elektronicznych mikrorejestratorów HOBO(R) H8 Pro Temp/RH firmy Onset zamontowanych na półce skalnej w Komorze Bocznej (około 1,5 m nad poziomem eksploracyjnym) oraz na „podłodze” w jego dalszych partiach. Określono także miąższość, gęstość i ciężar pokrywy śnieżnej, zalegającej na tarasie przed badaną jaskinią (Pod Nawisem) oraz w dnie Doliny Wodącej. W tym celu wykorzystano śniegomierz wagowy typu WS-43. Wszystkie przyrządy do badań mikroklimatu zostały udostępnione autorce przez Katedrę Klimatologii Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.

Opisano również i oznaczono współczesne gatunki flory oraz faunę jaskini, a także jej najbliższego otoczenia. Część okazów flory, głównie mszaków, zebrano w miejscach ich większych skupisk i przekazano je do oznaczenia na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

INFORMACJE OGÓLNE I POŁOŻENIE JASKINI

Jaskinia Biśnik, znana pierwotnie jako „Jaskinia na Biśniku”, należy do systemu jaskiniowego rozwiniętego w obrębie cyrku skalnego Skały Biśnik (ryc. 1). Składa się ona z kilku części położonych na różnych poziomach (ryc. 2), z których Komora Główna i Schronisko Boczne wraz z Komorą Boczną są eksplorowane przez archeologów z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Z uwagi na odkrycia w jej wnętrzu łączone głównie ze śladami pobytu człowieka środkowopaleolitycznego jaskinia ta jest uważana za jedno z najbardziej znanych stanowisk archeologicznych w Polsce oraz obiekt zainteresowania turystów.

Badana jaskinia położona jest koło Smolenia (Gm. Wolbrom, centralna część Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej), kilka metrów nad dnem suchej dziś Doliny Wodącej (ryc. 1) we wschodniej części Pasma Smoleńsko-Niegowonickiego. U podnóża jaskini, dnem Doliny, przebiegają szlaki turystyczne: „Orlich Gniazd”, „Warowni Jurajskich” i „Jaskiniowców”, a także ścieżka przyrodniczo-dydaktyczna „Dolina Wodąca” oraz szlak rowerowy.



Ryc. 1. Położenie Jaskini Biśnik. Źródło: A. Polonius, za zgodą

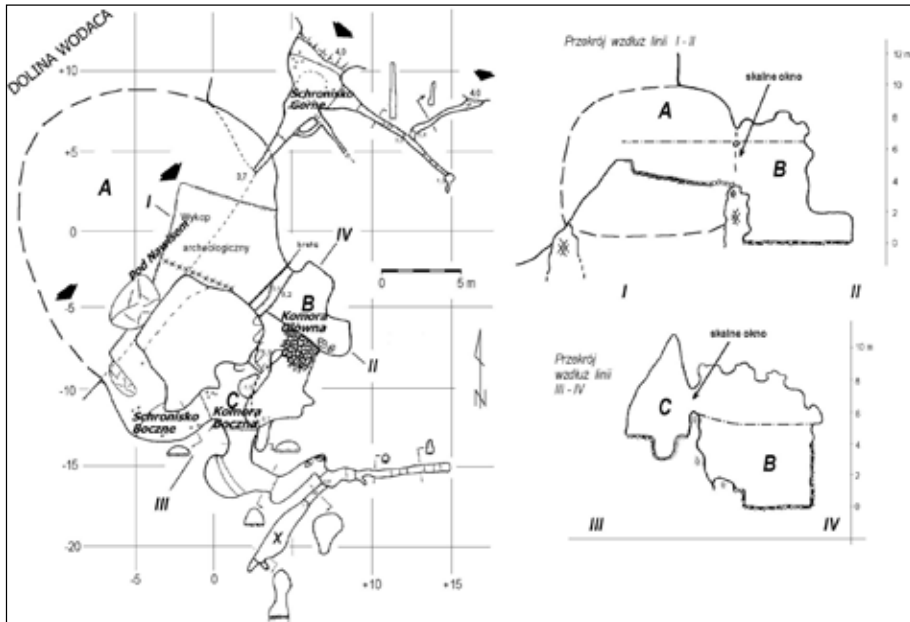
Fig. 1. Location of the Biśnik Cave. Source: after by A. Polonius

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW ŚRODOWISKOWYCH JASKINI BIŚNIK

Litologia

Jaskinia Biśnik rozwinęła się w skale węglanowej, silnie podatnej na procesy krasowienia – wapieniu górnourajskim typu skalistego. Jest to skała na ogół zwięzła i ma barwę białoszarą. Obok kalcytu zawiera inne domieszki mineralne. Analiza mineralogiczna próbek skalnych z badanego obiektu metodą dyfrakcji rentgenowskiej wykazała w nich również obecność następujących faz mineralnych: kilkunastoprocentową gipsu ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), a w ilościach śladowych kwarcu (SiO_2) oraz illitu ($\text{K,H}_3\text{O}^+$) $\text{Al}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$).

Na uwagę zasługuje fakt, że powierzchnie skały znajdujące się blisko otworów wejściowych jaskini pokryte są szarą lub czarną warstwą nalotów, często układających się w pasma lub smugi. Zewnętrzne zmiany w skale widoczne są najbardziej w północnej

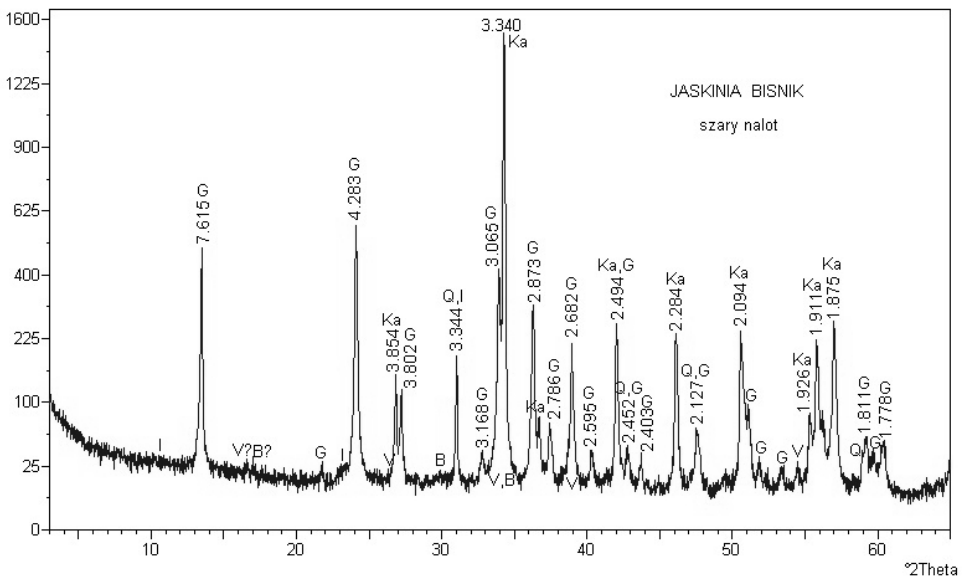


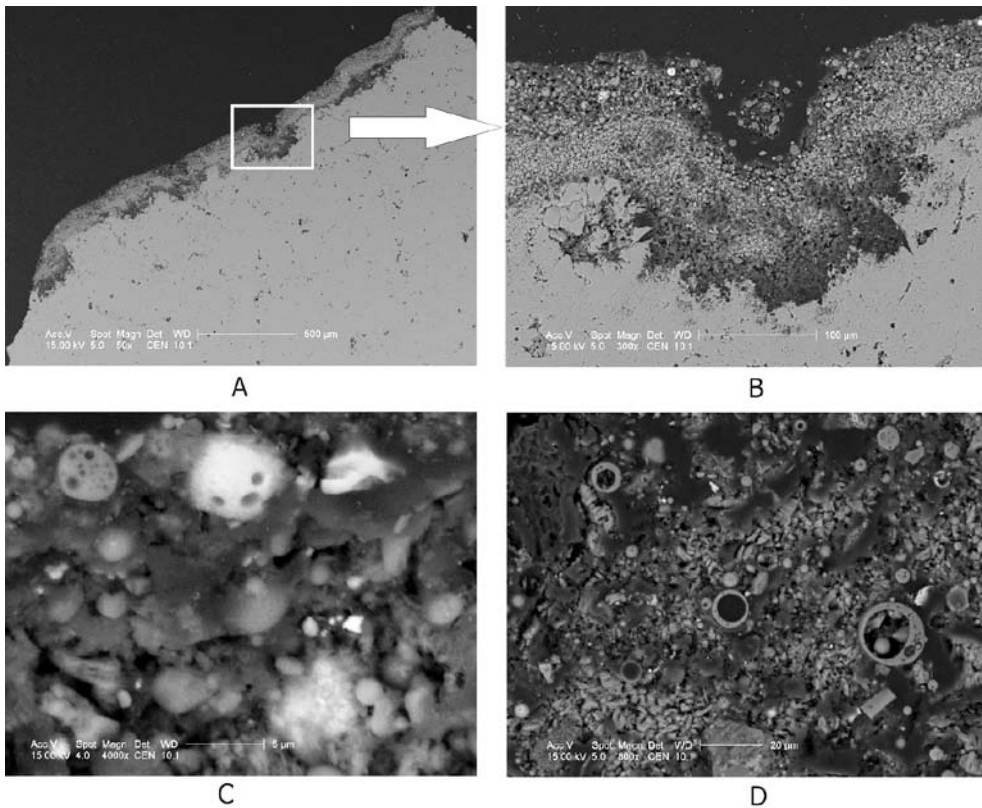
Ryc. 2. Plan Jaskini Biśnik wg A. Poloniusa 2000 (częściowo zmieniony)

Fig. 2. Plan of the Biśnik Cave (acc. to A. Polonius 2000; partly modified)

ścianie skalnej, w rejonie nawisu skalnego. Analizy mineralogiczne wspomnianych „zabrudzeń”, przeprowadzone przy użyciu dyfraktometru rentgenowskiego, wskazały w nich obecność kalcytu, gipsu, a w mniejszej ilości kwarcu oraz – być może – illitu, paraalumohydrokalcytu $\text{CaAl}_2[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ i bassanitu ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$) (ryc. 3).

counts/s





Ryc. 4. Obrazy próbek skalnych pod mikroskopem (SEM) pobranych ze stropu sali w rejonie wejścia do Schroniska Boczne: A, B – ciemny nalot obrazujący zanieczyszczenia obecne w warstwie przypowierzchniowej skały; C, D – kształt i morfologia cząstek we frakcjach popiołów lotnych

Fig. 4. Images of rock samples under a microscope (SEM) taken from the ceiling of the hall in the vicinity of the entrance to the Side Shelter (Schronisko Boczne): A, B – dark coating showing contaminants in the subsurface layer of rocks; C, D – particle shape and morphology in fractions of fly ash

Zastosowanie mikroskopów optycznego i skaningowego pozwoliło na obserwację skały z powiększeniem jej do 4 000. W próbach z nalotami zaobserwowano obecność m.in. gipsu (mógł on powstać wskutek reakcji węglanu wapnia (CaCO_3) z dwutlenkiem siarki (SO_2), siarki, popiołów lotnych (szkliwa glinokrzemianowego), sadzy oraz cząstek organicznych (ryc. 4). Przypuszczalnie są one związane z pyłowymi i gazowymi zanieczyszczeniami powietrza dalekiego lub bliskiego zasięgu (zakłady przemysłowe Górnego Śląska i Małopolski, paleniska domowe, rozpalanie ognisk w jaskini), które doprowadziły do powstania szpecących nawarstwień (Kulesa 1997; Marszałek 2001). Badana skała może posłużyć jako wskaźnik stanu środowiska obszaru, zwłaszcza w aspekcie zanieczyszczenia atmosfery.

← Ryc. 3. Podstawowy skład fazowy próbki stanowiącej szary nalot pobranej z powierzchni skały węglanowej ze stropu w rejonie wejścia do Schroniska Boczne: Ka – kalcyt; G – gips; Q – kwarc; I – illit (?)

Fig. 3. Primary phase composition of the sample constituting the gray haze collected from the surface of limestone from the ceiling in the area of the entrance to the Side Shelter (Schronisko Boczne): Ka – calcite; G – gypsum; Q – quartz; I – illite (?)

Zauważono także, iż poddane analizie próby skały macierzystej posiadają złuszczenia zewnętrznych warstw oraz rozpadają się, co spowodowane jest utratą spistości. W ich obrazie mikroskopowym widoczne są liczne pory, szczeliny i pęknięcia. Niewątpliwie sprzyjają one rozwojowi mikroorganizmów¹, które dodatkowo przyczyniają się do niszczenia badanej skały wapiennej. Zauważalna jest także destrukcja skały pod warstwą nalotów. Trzeba podkreślić, iż na powierzchni skały w pobliżu otworów wejściowych jaskini, oprócz szpecących nalotów, można również spotkać rysunki wykonane sprayem przez osoby odwiedzające jaskinię.

Warto nadmienić, że wapień budujący Jaskinię Biśnik nie posiada uławicenia i konkrekcji krzemionych. Można w nim dostrzec elementy szkieletowe organizmów (fragmenty amonitów) oraz obecność rozszerzonych szczelin, pustek skalnych i różnorodnych form krasowych. Ponadto charakteryzuje się on różnym stopniem zwietrzenia. Najbardziej zwietrzałe powierzchnie tej skały występują w pobliżu otworów wejściowych jaskini, które są narażone na największe oddziaływanie czynników zewnętrznych (np. wody, lodu i wiatru). W miejscach tych, a zwłaszcza w stropie, skała często jest miękka, niezbyt zwięzła, dzięki czemu ma mały ciężar właściwy i jest lekka. W partiach przyotworowych badanego obiektu (Pod Nawisem) gromadzą się duże ilości odpadłego od ścian i stropu gruzu wapiennego. Należy dodać, iż osobliwością geologiczną Jaskini Biśnik są przede wszystkim jej osady. Wypełniają one znaczną część obiektu oraz stanowią główny przedmiot interdyscyplinarnych badań wykopaliskowych.

Osady

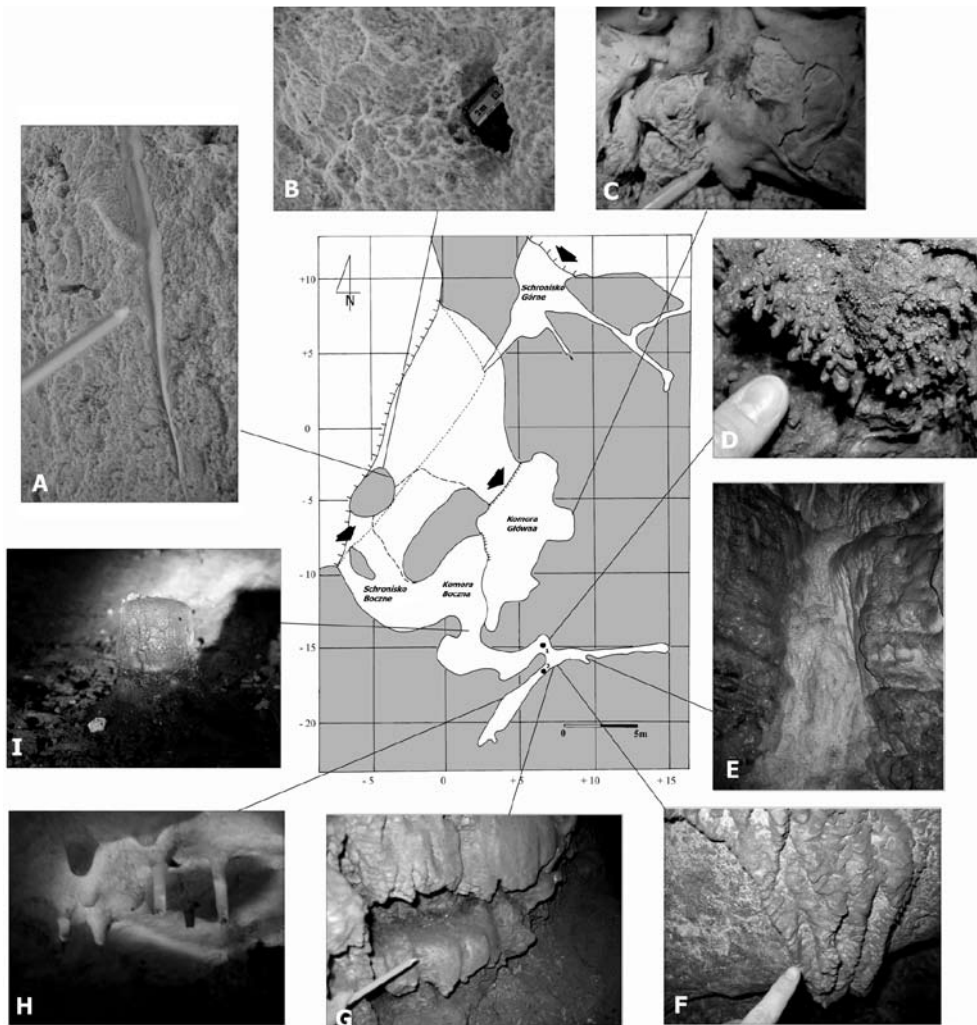
Wypełnienie jaskini stanowi przekładaniec osadów o znacznej miąższości, zarówno pochodzenia autochtonicznego (miejscowego), jak i allochtonicznego (obcego) (tab. 1, ryc. 5). W skład tych pierwszych wchodzi m.in. gruz wapienny, glina oraz nacieki, tworzące się na drodze wytrącania z roztworów rozpuszczonych w nich substancji. Osady allochtoniczne

Tabela 1. Klasyfikacja genetyczna osadów Jaskini Biśnik

Table. 1. Genetic classification of the Biśnik Cave sediments

Rodzaj osadów Type of sediments	Skład i postać – Composition and form
Wietrzeniowe (mechaniczne)	Gruz wapienny
Wodne	Piasek, glina, muł
Chemiczne	łł, nacieki: welniste, grzybkowe, stalaktyty (laskowe, stożkowe), mleko wapienne, polewy kalcytowe na ścianach i dnie
Eoliczne	Less
Lodowe	Śnieg, kryształ, stalagmity (chłopki lodowe), lód podłogowy
Biogeniczne	Kości zwierząt, guano, naloty organiczne na ścianach, nasiona roślin, liście
Antropogeniczne	Artefakty (narzędzia kamienne i kościane, ceramika, węgle drzewne i in.), śmieci (fragmenty papieru i folii, butelki i in.)

¹ Przeprowadzony przez autorkę eksperyment pozwolił na wykrycie „życia” w próbce skały pobranej ze stropu Schroniska Bocznego, której powierzchnia była pokryta ciemnym nalotem. Fragment skały umieszczono na nasączonym wodą płatku bawełnianym, w zamkniętym słoiku. Następnie słoik został wystawiony na ekspozycję promieni słonecznych. Podczas obserwacji płatek bawełny pokrył się zarodnikami grzybów.



Ryc. 5. Zróżnicowanie szaty naciekowej Jaskini Biśnik: A – żyły lodowe na powierzchni ściany skalnej; B – ściana skalna pokryta szronem; C – skorupka naciekowa na powierzchni ściany skalnej; D – nacieki grzybkowe; E – polewa naciekowa z mleka wapiennego; F – nacieki wełniste; G – karnisze naciekowe; H – stalaktyty stożkowe i laskowe; I – stalagmit lodowy; 1, 2 – punkty sondowania

Fig. 5. Dripstone formations of the Biśnik Cave: A – ice veins on the surface of the rock wall; B – rock wall covered with frost; C – infiltrative shell on the surface of the rock wall; D – mushroom infiltrates; E – infiltrative topping of moonmilk; F – woolly infiltrates; G – stalactite cornices; H – stalactites in the shape of cones and sticks; I – ice stalagmite; 1, 2 – probing points

zostały przyniesione do Jaskini Biśnik z zewnątrz przy udziale wody, wiatru, zwierząt oraz człowieka. Tworzą je głównie: piasek, muł, less, liście, kości zwierząt oraz materialne ślady działalności człowieka. Wypełniają one znaczną część obiektu tworząc układ warstwowy zwany pełniskiem lub wypełniskiem (Madeyska-Niklewska 1969), który stanowi przedmiot badań interdyscyplinarnych. W polskiej literaturze geologicznej, speleologicznej i arche-

ologicznej często spotykamy się z pojęciem namulisko, co sugeruje w jego genezie udział wody płynącej. Część wypełnień badanej jaskini wykształciła się w środowisku suchym, dlatego za właściwe uznano posługiwanie się terminem pełnisko jaskiniowe.

Dobremu zachowaniu osadów, a zwłaszcza materiałów paleozoologicznych w jaskini, sprzyjała zawartość węgla wapnia oraz brak oddziaływań ze strony roślin i kwasów humusowych. Istotne były również czynniki lokalne (np. budowa geologiczna, położenie, wielkość otworów, kształt korytarzy) oraz ograniczony wpływ destrukcyjnych oddziaływań zewnętrznych. Niepokojący jest fakt, iż osady Jaskini Biśnik są nagminnie niszczone (rozkopywane) przez tzw. poszukiwaczy skarbów.

Sedymentacja w jaskini zachodzi dzisiaj bardzo powoli. Osady są nieciągłe a ich miąższość jest zmienna. Te, które obecnie wypełniają Komorę Główną, Schronisko Boczne, Komorę Boczną oraz miejsce Pod Nawisem, są eksplorowane archeologicznie.

Obszar Pod Nawisem i dno Komory Głównej, odsłonięte podczas wykopalisk w 2008 r., pokrywają duże pojedyncze bloki wapienne, które uchodzą za dawne elementy ścian i stropu. Niektóre powierzchnie ścian skalnych w Komorze Głównej pokryte są wapienną i zwięzłą skorupką naciekową (ryc. 5, ozn. C). Zimą w partiach przyotworowych badanej groty (Pod Nawisem) zalega pokrywa śnieżna. Jej średnia grubość jest o kilka centymetrów niższa od tej, która zalega w dnie Doliny. Prawidłowością jest wzrost miąższości śniegu, począwszy od 4. metra od wejścia do Komory Głównej w kierunku Doliny, podobnie jak jego ciężar właściwy i gęstość. Do około 3. metra od wejścia do Komory (Pod Nawisem) zimą tworzy się lód podłogowy. Podczas ujemnych temperatur, lód występuje także w jej wnętrzu. W ścianie pionowego profilu osadów (Komora Główna) przybiera on formy drobnych kryształków. W odległości około 11 m od wejścia do Schroniska Boczego lód występuje w postaci niewielkich stalagmitów tzw. chłopków lodowych (ryc. 5, ozn. I).

Ściany Komory Bocznej pokryte są nalotami organicznymi (pleśń lub odchody nietoperzy?). Ponadto widać na nich – podobnie jak w Komorze Głównej – ślady dawnych poziomów osadów. Przemierzając się w głębsze partie Schroniska Boczego (około 11–13 m od wejścia), podłogę jaskiniową tworzy ciemnoszara glina piaszczysta, o miąższości 3–15 cm, ze zróżnicowanym pod względem wielkości i kształtu gruzem wapiennym oraz szczątkami zwierząt (przypuszczalnie holocenijskich). Na powierzchni osadów krótkiego korytarzyka, który odchodzi od Komory Bocznej, tworzą się wieloboki szczeliny o średnicach 10–30 cm, a na nich drobne okruchy ostrokrawędzistego gruzu wapiennego powstałego na drodze wietrzenia mechanicznego ścian i stropu w tej części jaskini (ryc. 6). Wspomniane szczeliny tworzą się prawdopodobnie na skutek wymarzenia, ponieważ pojawiają się zimą a latem ich nie dostrzega się. Można również przypuszczać, iż pęknięcia w podłożu powstały na skutek wysychania.

W dalszych partiach Jaskini Biśnik (około 16 m od wejścia do Schroniska Boczego) przemierzamy się po wilgotnej, rudobrazowej i silnie ilastej glinie z węglami oraz pyłem drzewnym. Gdzieniedzie znajdują się tutaj luźne i duże (do 60 cm średnicy) okruchy wapienne o ogładzonych krawędziach, a także deski, folie i patyki, ułatwiające poruszanie się po grząskim podłożu. Z uwagi na trudności z wykonaniem wierceń geologicznych (w osadach występuje gruz wapienny), trudno dokonać właściwej oceny miąższości tej gliny w całym korytarzu. Wynik pomiaru z sondy nr 1 (przeprowadzona w miejscu odległym o około 20 m od wejścia do Schroniska Boczego) wskazał 95 cm (por. ryc. 5; tab. 2). Na ścianach w tej części jaskini występują nacieki krystalizujące niezależnie od kierunku działania grawitacji, zwane agrawitacyjnymi lub błędzącymi. Można wśród nich wyróżnić



Ryc. 6. Szczeliny w piasku gliniastym. Niewielkie zagłębienia w gruncie uchodzą za ślady po tzw. dołkach wykapkowych i tworzących się tutaj zimą stalagmitach lodowych

Fig. 6. Slots in loamy sand. Small depressions in the ground are considered to be the traces of pits made by dripping water and the stalagmites of ice forming there in winter

Tabela 2. Wyniki sondowania geologicznego przeprowadzonego w punkcie nr 1 (por. ryc. 5) w odległości około 22 m od wejścia do Schroniska Boczego

Table. 2. The results of the geological probing carried in point 1 (Fig. 5) at a distance of about 22 m from the entrance to the Schronisko Boczne

Miaższość osadów (cm) Depth range (cm)	Opis – Description
0–24	Wilgotna, rudobrazowa glina ilasta z domieszkami drobnego gruzu wapiennego o porowatych powierzchniach i ogładzonych krawędziach oraz pyłu drzewnego; część okruszków jest rozłożona chemicznie
24–58	Wilgotna, ruda glina z większą ilością drobnego gruzu wapiennego oraz węgielkami drzewnymi
58–84	Wilgotna, ruda, miejscami czerwona glina ilasta z drobnym i rozłożonym chemicznie gruzem wapiennym
84–95	Wilgotna, jasnoruda glina piaszczysta z niewielką domieszką gruzu wapiennego
95–105	Piasek drobnoziarnisty z mułami i gruzem wapiennym

nacieki grzybkowe powstałe – być może – na skutek cyrkulacji roztworów węglanowych przez kryptokrystaliczną polewę naciekową lub system szczelin przecinających podłoże skalne (Kraśniński, Krajewski 1978). Formy te przypominają niewielkie guzki, które tworzą zrosty lub baldachimowe rozgałęzienia gdziegdzie pokryte czarnym nalotem (ryc. 5, ozn. D). Drugą grupę nacieków stanowią formy grawitacyjne krystalizujące zgodnie z kierunkiem działania sił ciężkości. Reprezentowane są one przez stalaktyty laskowe i stożkowe o długości 1,0–2,5 cm, utworzone na skutek strącania węglanu wapnia z kropel wody, wiszących w stropie jaskini (ryc. 5, ozn. H). Kolejną formą nacieków spotykanych w końcowych partiach badanego obiektu są polewy, pokrywające duże powierzchnie ścian (ryc. 5, ozn. E, F, G). Przyjmują one tutaj formy żeber, pól ryżowych, karniszy lub też nacieku wełnistego. Polewy te są często zbudowane z miękkiego mleka wapiennego, powstałego przypuszczalnie przy częściowym udziale bakterii (Hercman 1993).

Należy nadmienić, iż część szaty naciekowej występującej w najdalszych partiach jaskini (orientując od wejścia do Schroniska Bocznego) od czasu obserwacji poczynionej w 2004 r., uległa dewastacji. W pobliżu otworu prowadzącego do Schroniska Bocznego (strop) dostrzeżono również ślady po dawnych naciekach. Przyczyną ich zaniku były najprawdopodobniej zmiany temperatury powietrza z chwilą odsłonięcia otworów jaskini, a w efekcie przesunięcie się strefy mikroklimatu dynamicznego w jej głębsze części. Warto podkreślić, że przemieszczające się w głąb jaskini prace wykopaliskowe, będą wpływały na pogarszanie się warunków depozycji nacieków kalcytowych.

Morfologia

Morfologia Jaskini Biśnik oraz jej położenie w stosunku do dna Doliny Wodącej należą do jednych z ważniejszych czynników, które wpływają nie tylko na intensywność procesów sedymentacyjnych, ale także na panujące w jej wnętrzu stosunki mikroklimatyczne. Należy wspomnieć, że rzeźba jaskini od 1991 r. ulega znacznym przeobrażeniom, związanym nie tylko z pogłębianiem jej dna, które zasłane jest osadami, ale również z rozkuwaniem i usuwaniem skał na potrzeby badań wykopaliskowych.

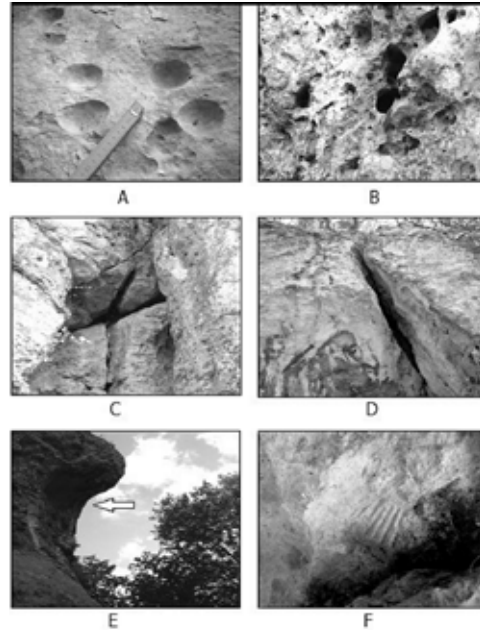
Kompleks skalny, w którym rozwinięty jest system Jaskini Biśnik, pocięty jest spękaniem i szczelinami ciosowymi, pionowymi lub bardzo stromo nachylonymi, które są częściowo rozmyte. Szczeliny mają większe rozwarcia w części górnej skały, co jest związane z grawitacyjnym obsuwaniem się poszczególnych partii w kierunku nachylenia zbocza. Na powierzchni skały widoczne są liczne mikroformy korozyjne reprezentowane głównie przez jamki, miseczki i kociołki krasowe (ryc. 7).

Przed podjęciem badań wykopaliskowych (tj. przed 1991 r.) do jaskini najłatwiej można się było dostać poprzez ciasną szczelinę nad obecnym wejściem do sali (ryc. 8, ozn. B), nazywanej dzisiaj Komorą Główną, której wysokość wynosiła wówczas około 3 m (Polonius 1991). Ze wspomnianej komory poprzez próg skalny o wysokości około 1,5 m można się było dostać do kolejnej, mniejszej (wysokość niewiele ponad 5 m), którą dzisiaj stanowi (orientując od doliny) Komora Boczna, od której odchodziły dwa bardzo niskie korytarze. Prawy prowadził w kierunku drugiego, NW otworu wejściowego jaskini, zaś lewy do końcowych partii jaskini.

Długość Jaskini Biśnik wynosi około 90 m. Jej system jest predysponowany tektonicznie szczelinami i ma poziome rozwinięcie korytarzy o znacznych deniwelacjach, które są efektem prac wykopaliskowych. Do Jaskini prowadzą trzy otwory wejściowe o ekspozycji: NW i NE i obecnie jest ona rozwinięta na trzech poziomach.

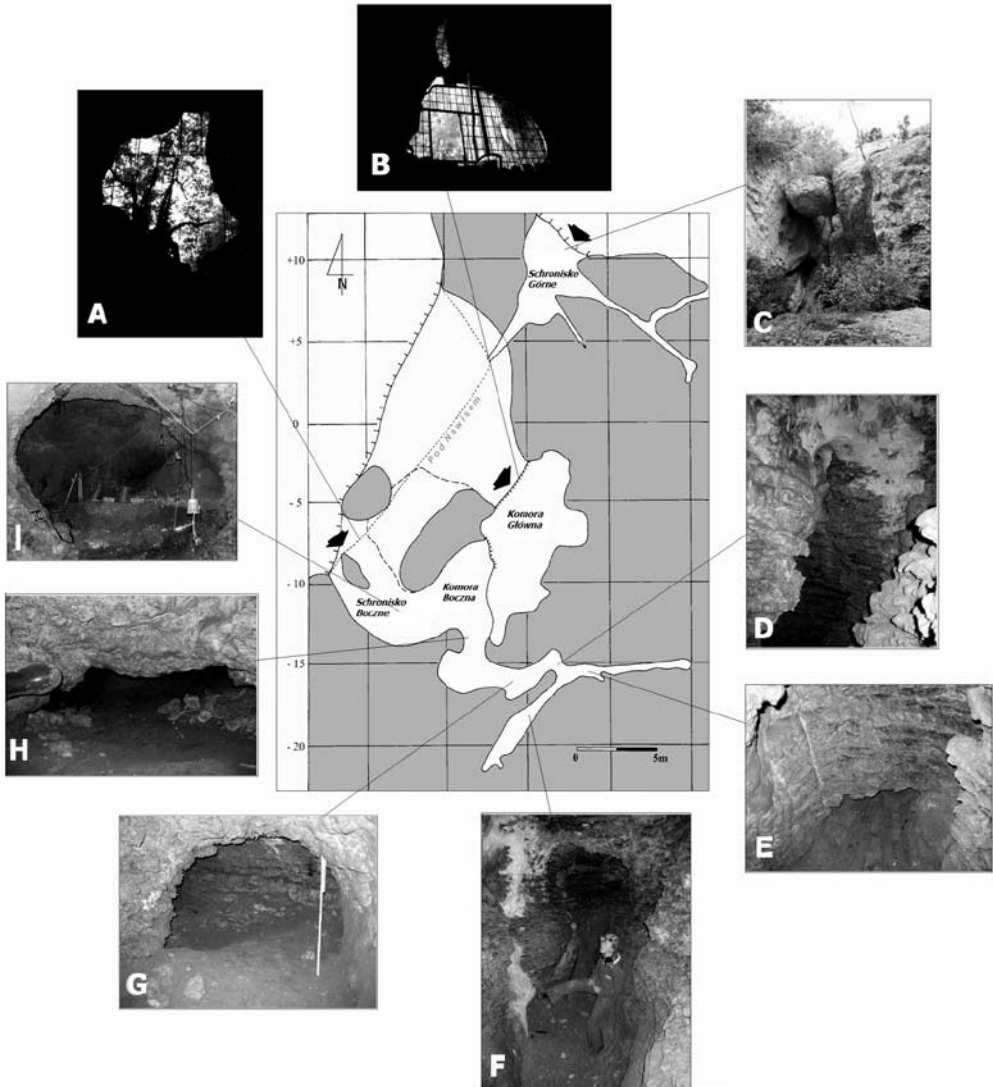
Ryc. 7. Zróżnicowanie powierzchni ścian skalnych Skały Biśnik, w której wykształciła się Jaskinia Biśnik: A – miseczki krasowe na ścianie skalnej przy wejściu do Schroniska Boczno; B – jamki i kociołki krasowe na ścianie skalnej w rejonie wejścia do Komory Głównej; C, D – poszerzone szczeliny nad otworem wejściowym do Komory Głównej (Pod Nawisem); E – zagłębienie owalne w rejonie wejścia do Schroniska Górnego; F – fragment skamieniałości amonita (*Perisphinctes* sp.) w ścianie skalnej przy wejściu do Komory Głównej

Fig. 7. Diverse surface of rock walls of Biśnik Rock, in which the Biśnik Cave evolved: A – karst bowls on the rock wall at the entrance to the Side Shelter; B – karst pits and potholes on the rock wall near the entrance to the Main Chamber; C, D – widened gaps over the entrance to the Main Chamber (Pod Nawisem, Under the Overhang); E – oval recess near the entrance to the Upper Shelter; F – fragment of an ammonite fossil (*Perisphinctes* sp.) in the rock wall near the entrance to the Main Chamber



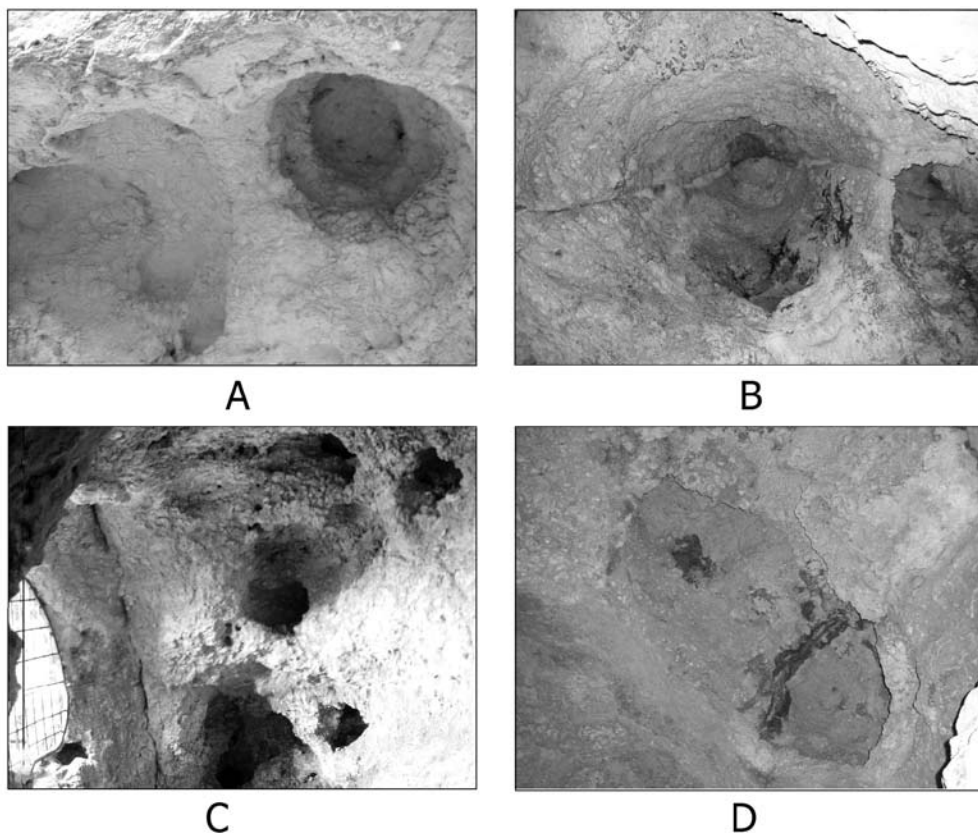
Część położona na poziomie najniższym to Komora Główna, którą tworzy kopulasta sala. Na skutek prac wykopaliskowych jej rozmiary od 1995 r. znacznie zwiększyły się, podobnie jak Schroniska Boczno i Komory Boczno. Ściany skalne Komory Głównej pokryte są robaczkowymi formami korozyjnymi oraz charakteryzują się gruzłową strukturą wapienia. Na powierzchni eksploracyjnej osadów znajdują się deski i duże bloki skalne, będące zapewne efektem obrywu stropu tej części jaskini. W stropie i częściowo na ścianach występują owalne zagłębienia o zróżnicowanych wymiarach – od kilku cm do ponad 1 metra średnicy (ryc. 9). Częściowo są one zniszczone przez procesy korozji pod przykryciem osadów i mchów, które wkroczyły do Komory z chwilą odsłonięcia jej otworu wejściowego i usunięcia z niej osadów. Należy nadmienić, iż owalne zagłębienia są spotkane w wielu jaskiniach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, m.in.: Ciemnej, Łokietka, Nietoperzowej, Wierzchowskiej Górnej, a nawet Jaskini Jasnej w Smoleniu. Niektórzy badacze wyróżnione formy nazywają kotłami wirowymi i wiążą ich genezę z oddziaływaniem wód termalnych w głębokiej strefie freatycznej, czyli nasycenia wodą (Rudnicki 1960, 1978; Gradziński R. 1964; Polonius 2002). Nie można jednak wykluczyć, że powstały one na skutek procesów wietrzenia.

Otwór prowadzący do Komory Głównej badanego obiektu jest osłonięty kratą. Ma on kształt półkolisty o podstawie około 3,3 m i wysokości około 2,1 m z wyraźnie zaznaczoną szczeliną w stropie, wzdłuż której rozwinęło się soczewkowate okno skalne. Został on odsłonięty w czasie badań wykopaliskowych. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że obecne wejście do Komory było łącznikiem znacznie większej sali, której miejsce zajmuje dziś taras przedjaskiniowy. Wnioskować tak możemy na podstawie zachowanej tutaj niszy skalnej ze zniszczonym przewieszeniem (okapem) oraz z nagromadzenia dużych bloków wapiennych (przypuszczalnie elementy dawnego stropu), które znajdują się na tarasie przed jaskinią (Pod Nawisem) oraz w dnie Doliny Wodącej (ryc. 10, 11).



Ryc. 8. Zróżnicowanie morfologiczne poszczególnych części Jaskini Biśnik: A – otwór Schroniska Bocznoego z szczeliną w stropie; B – półkolisty otwór Komory Głównej ze szczeliną w stropie; C – otwór (okno skalne) Schroniska Górnego; D – wąski korytarz, w którym można poruszać się swobodnie; E – korytarz z poziomym zaciskiem; F – ślepo zakończona i wydłużona sala z jednostronną półką; G – korytarz o profilu półokrągłym; H – korytarz w kształcie soczewki; I – kopulasta sala

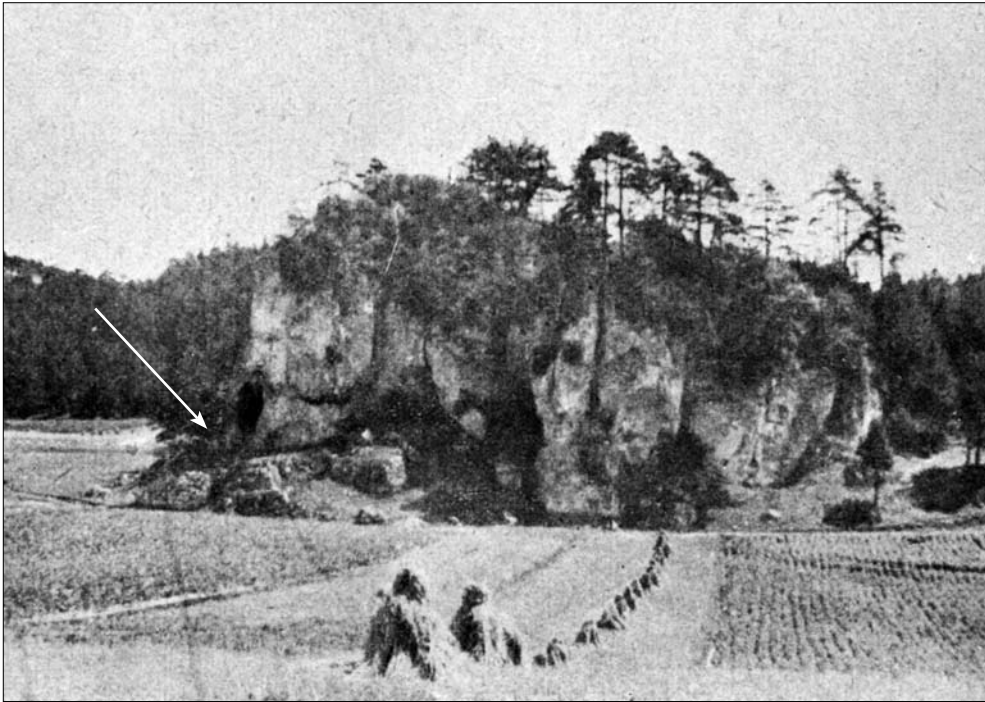
Fig. 8. Morphological diversity of individual parts of the Biśnik Cave: A – Side Shelter opening with a gap in the ceiling; B – Main Chamber semicircular opening with a gap in the ceiling; C – entrance opening (rock window) of the Upper Shelter; D – narrow corridor where it is possible to move freely; E – corridor with a horizontal terminal; F – blindly completed and extended hall with a single shelf; G – corridor of a semi-circular profile; H – corridor in the shape of the lens; I – dome-shaped hall



Ryc. 9. Stropowe i ściennie zagłębienia (kotły) w Jaskini Biśnik: A – Pod Nawisem (strop); B – Komora Boczna (strop); C – Komora Główna (ściana i strop); D – Komora Główna (strop)

Fig. 9. Ceiling and wall cavities (potholes) in the Biśnik Cave: A – Under the Overhang (ceiling); B – Side Chamber (ceiling); C – Main Chamber (wall and the ceiling); D – Main Chamber (ceiling)

Piętro środkowe Jaskini Biśnik obecnie tworzą: Schronisko Boczne wraz z Komorą Boczna (jest to część jaskini niedawno wydzielona przez archeologów), od której odchodzi kręty korytarz rozwidlający się w najdalszej partii jaskini. W wejściu do Schroniska znajduje się duży – przypuszczalnie odpadły od stropu – głaz wapienny, a za nim przegrodzona i zamknięta obecnie kratą kopulasta sala Komory Bocznej z oknem skalnym w ścianie i owalnymi zagłębieniami w stropie. Poniżej okna skalnego na skutek badań wykopaliskowych został odsłonięty otwór, który łączy Komorę Boczna z Komorą Główną jaskini. Skracając w prawo (nad pionowym profilem osadów) Komora Boczna łączy się z krótkim korytarzykiem (ryc. 8, ozn. H) z kolejną – mniejszą, o nierównym dnie i o charakterze studni. Od niej odchodzi kręty korytarz z licznymi formami korozyjnymi, w którym można poruszać się swobodnie. Początkowo korytarz ma profil półokrągły (wysokość około 1 m, szerokość około 1,3 m; ryc. 8, ozn. G) oraz nosi ślady archeologicznych i sondażowych wykopów w postaci progów o głębokości 0,2–0,5 m, w gruncie gliniasto-ilastym. Obecnie nie są tutaj prowadzone prace wykopaliskowe. W końcowej części korytarza, na powierzchni plastycznego namuliska, gromadzi się gruz wapienny o średnicy dochodzącej do około



Ryc. 10. Widok na Skałę Biśnik i dno Doliny Wodącej (wg K. Kowalskiego 1951). Zaznaczone strzałką fragmenty skalne, mogą być elementami po zawaleniu się przedniej części Jaskini Biśnik

Fig. 10. View of Biśnik Rock and the bottom of the Wodąca Valley (acc. to K. Kowalski 1951). Rock fragments marked with an arrow can be the elements that remained after the collapse of the front part of the Biśnik Cave

60 cm, o wygładzonych krawędziach. W miejscu, gdzie korytarz rozwidła się, w stropie widoczne jest owalne zagłębienie pokryte naciekiem z mleka wapiennego. Kierując się w prawo, za progiem skalnym o wysokości około 1 m, znajduje się ślepa i wydłużona sala. W jej końcowej części znajduje się mała półka w ścianie. Przemieszczając się w kierunku wschodnim korytarz najpierw zwęża się i schodzi w dół, a później ślepo biegnie w górę. Z danych A. Poloniusa (1991) wynika, że przejście to było w przeszłości drożne, ale w późniejszym czasie zostało zawalone.

Ściany skalne przy wejściach do jaskini częściowo są sztuczne, gdyż rozkuwano i częściowo kruszono tutaj wapień bezwybuchowym środkiem kruszącym w celu ułatwienia badań wykopaliskowych. W rejonie otworu wejściowego do Schroniska Boczego (Pod Nawisem), strop ma dobrze zachowaną naturalną powierzchnię, na której widać owalne zagłębienia (por. ryc. 9, ozn. A).

Najwyżej położoną częścią badanego obiektu jest tzw. Schronisko Górne. Ma ono postać okna skalnego, od którego odchodzi w kierunku wschodnim krótki (około 9 m długości), wąski i szczelinowaty korytarzyk. Ten trudno dostępny poziom jaskini nie jest eksplorowany archeologicznie.



Ryc. 11. Fragmenty skalne w dnie Doliny Wodącej, które mogły być elementami dawnego stropu Jaskini Biśnik (stan współczesny)

Fig. 11. Rock fragments at the bottom of the Wodąca Valley that might be parts of the former ceiling of the Biśnik Cave (present state)

Mikroklimat

Z uwagi na zmienność morfologii badanej groty na skutek badań wykopaliskowych od 2010 r. zrezygnowano z przedstawienia pełnych wyników badań mikroklimatycznych w niniejszym opracowaniu. Przedstawiono jedynie dane cząstkowe oraz wysunięto kilka ogólnych wniosków.

Mikroklimat jest jednym z ważniejszych elementów środowiska Jaskini Biśnik. Określa on w znacznym stopniu charakter wietrzenia ścian, a także wpływa na kierunki procesów sedymentacyjnych oraz tworzenie się związków mineralnych na ścianach i w stropie. Decyduje również o możliwościach adaptacyjnych dla organizmów żywych. Do najważniejszych jego składowych należą: obecność wody, wilgotność względna oraz temperatura powietrza.

Współczesne warunki mikroklimatyczne w Jaskini Biśnik wynikają przede wszystkim z obecności dużych otworów wejściowych i okien skalnych w ścianach, które stwarzają w niej dobre warunki wentylacyjne. Ważna jest także morfologia groty, która od 1992 r. ulega przeobrażeniom na skutek prowadzonych tu prac wykopaliskowych. Pogłębianie wykopów sporządzonych w pobliżu wejść do jaskini oraz przesuwanie się eksploracji w jej głębsze partie, przyczynia się do poważnych zmian w naturalnym, pierwotnym mikroklimacie, a tym samym pozostałych elementów środowiska jaskiniowego. Na skutek badań wykopaliskowych zmieniają się m.in. dostęp światła, amplitudy temperatury powietrza

i jego cyrkulacja. Obecność ludzi w jaskini, a także reflektorów montowanych na czas wykopalisk, wpływa na podwyższenie temperatury powietrza i obniżenie jego wilgotności. Ponadto przyczynia się do rozwoju mikroflory jaskiniowej.

Wstępnie w Jaskini Biśnik można wyróżnić dwie strefy mikroklimatyczne. Pierwszą – mikroklimatu dynamicznego, która narażona jest na największe oddziaływanie czynników zewnętrznych oraz charakteryzuje się znaczną zmiennością wskaźników meteorologicznych w całej jaskini; takie warunki panują w Komorze Głównej obiektu oraz do 13 m od wejścia Schroniska Boczno. Druga strefa – mikroklimatu statycznego, występuje w dalszych partiach obiektu i odzwierciedla względnie stały lub bardzo mało zmieniający się obraz elementów meteorologicznych; rozciąga się ona od około 16 m od wejścia do Schroniska Boczno do końca jaskini.

Zimą temperatury w strefie dynamicznej badanej groty oscylują blisko 0°C. O ich zasięgu informuje nas dodatkowo występowanie lodu w formie nacieków lodowych (lód podłogowy, chłopki lodowe, kryształki). Ponadto, w okresie zimowym, obserwujemy tendencję wzrostu temperatury o kilka stopni począwszy od otworu Schroniska Boczno w głąb jaskini. W przypadku strefy statycznej panują tutaj temperatury dodatnie a wilgotność względna jest bardzo wysoka i bliska nasycenia. W korytarzu końcowym, który – być może – stanowi połączenie z Jaskinią Psia, wilgotność jest stała i dochodzi do 100%, zaś temperatura powietrza oscyluje tutaj w granicach 6,6–7,1°C. Za dużą wilgotnością w najdalszych partiach jaskini (orientując od wejścia do Schroniska Boczno) dodatkowo przemawiają: kapiąca ze stropu woda, wilgotne ściany, szata naciekowa oraz kałuże na powierzchni osadów o temperaturze wody około 6,6–6,9°C latem i około 3,4–3,7°C zimą.

W okresie letnim obserwuje się ruch chłodnego powietrza na zewnątrz jaskini. Zimą układ kierunkowy zmienia się na przeciwny. Nawiew chłodu w lecie jest już odczuwalny Pod Nawisem, w odległości 3 m od wejścia do Komory Głównej, a także w końcowej części Komory Boczno, gdzie panuje wyraźny przeciąg. Zimne powietrze sphywa tutaj z okien skalnych w ścianie, która dzieli Komorę Boczno z Komorą Główną oraz z korytarza usytuowanego nad profilem pionowym osadów.

Największe różnice termiczne pomiędzy dnem Doliny Wodącej a wnętrzem jaskini występują latem. Dla przykładu w Komorze Głównej, w dniu 14 lipca 2006 r. (pomiar w godzinach popołudniowych), zanotowano temperaturę o 19°C niższą niż w dnie doliny, co zapewne niekorzystnie wpływa na ludzi pracujących w jaskini (wykopaliska). Z badań również wynika, że w okresie letnim najcieplejszym miejscem w jaskini było Schronisko Boczno wraz z Komorą Boczno, zaś najchłodniejszym Komora Główna. Różnice termiczne pomiędzy tymi miejscami kształtują się w zakresie 7,8–8,4°C. Przede wszystkim wynikają one z faktu, że poziom osadów (podłoga jaskini) w Schronisku Boczno znajduje się obecnie o kilka metrów wyżej w stosunku do poziomu osadów w Komorze Głównej. Zimą we wspomnianych miejscach panują temperatury ujemne.

W Jaskini Biśnik zauważalny jest wzrost temperatury wraz z wysokością tj. od poziomu eksploracyjnego osadów po strop jaskini (stratyfikacja termiczna). Dla przykładu, w Komorze Głównej, około 20 cm nad poziomem osadów, gdzie nie dochodzi światło słoneczne, temperatura powietrza o godzinie 13:00 w dniu 13 lipca 2006 r. oscylowała blisko 7,2°C, zaś około 4 m wyżej wynosiła ona około 14,4°C. Na wysokości około 6 m oscylowała w okolicach 19,4°C, co było też związane z penetracją światła słonecznego.

Na tarasie przed jaskinią (Pod Nawisem) często wieje wiatr o zróżnicowanych prędkościach, uzależnionych od zewnętrznych warunków atmosferycznych. Jego siła opada przy wejściu do Komory Głównej. W godzinach popołudniowych na taras przedjaskiniowy wchodzi promienie słoneczne, które decydują o strefach świetlnych obiektu. Ze względu na duży otwór wejściowy najwięcej światła otrzymuje górna część wysokiej Komory Głównej, gdzie na ścianach skalnych bujnie rozwijają się mchy. Nieco mniej światła dociera do Schroniska Boczego i Komory Bocznej. W jego dalszych partiach panuje mrok.

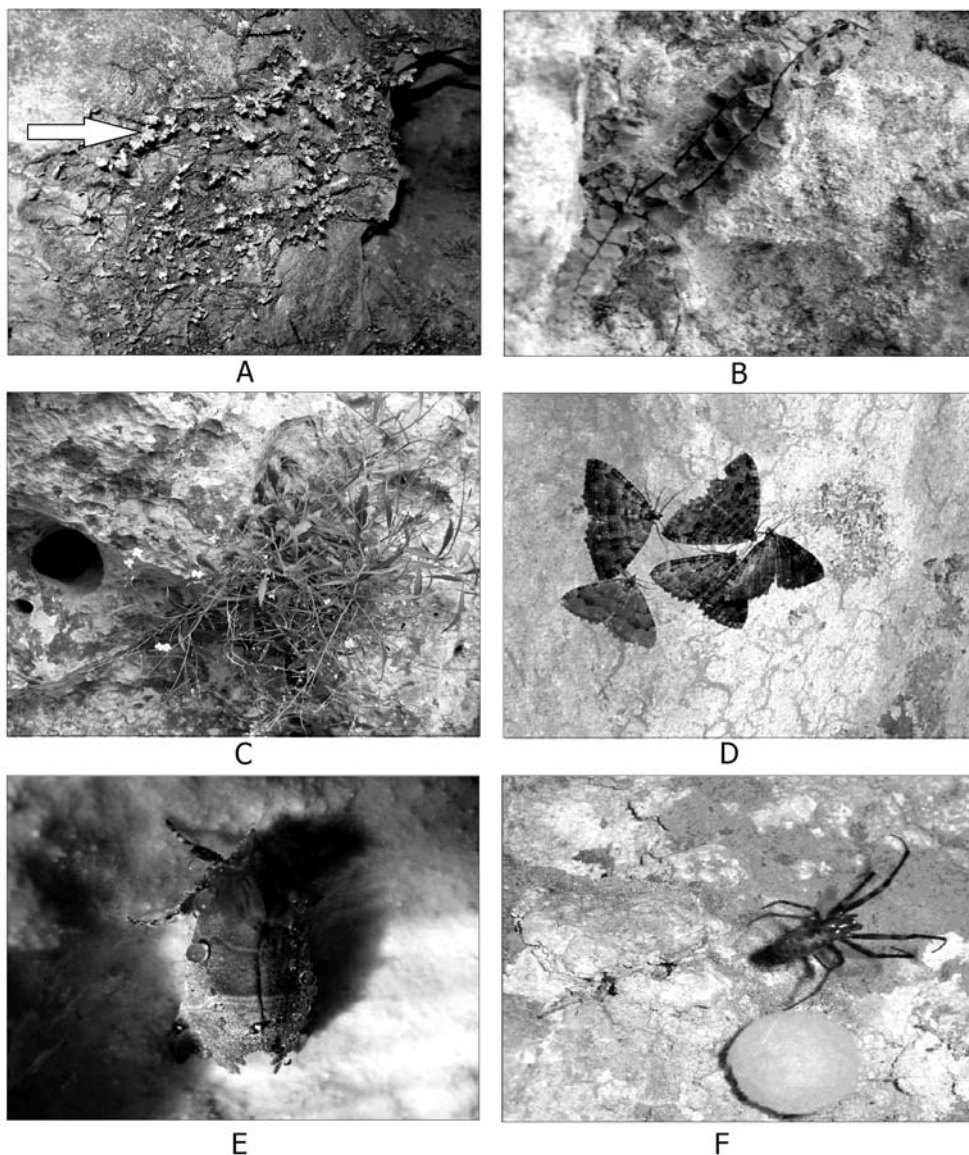
Wody

Jednym z elementów środowiska jaskini jest woda, która występuje tutaj w różnych postaciach, w tym też jako kałuże na dnie korytarzy. Jej stan jest zmienny i uzależniony od opadów atmosferycznych, jak również od pory roku. Ma ona istotne znaczenie w kształtowaniu się środowiska jaskini oraz jej osadów, przemieszczaniu się w głąb ich profilów drobnych cząstek mineralnych i organicznych, a także roztworów. Woda zamarzająca w szczelinach skalnych jest odpowiedzialna za mechaniczne rozsadzanie masywu skalnego i przemieszczenia gruzu wapiennego.

Najbardziej wilgotne są najdalsze partie badanego obiektu (od około 16 m od wejścia do Schroniska Boczego). Woda występuje tu pod postacią pojedynczych kropli spadających ze stropu. Częściowo spływa ona po ścianach lub gromadzi się w kałużach o zmieniającej się powierzchni w ciągu roku. Zimą w partiach przyotworowych badanego obiektu woda skupia się w formie śniegu, lodu, a także ziarnistej szadzi. W okresie wiosennych roztopów osadza się Pod Nawisem w licznych zagłębieniach (kałuże).

Z uwagi na trudności pozyskania wody kapiącej ze stropu, zdecydowano się także na pobranie próbek z kałuż w najdalszych partiach jaskini, gdzie woda charakteryzowała się dużą mętnością. Wszystkie próby wykazały wodorowęglanowo-wapniowy (HCO_3^- -Ca) typ jonowy wody. Ich odczyn miał charakter słabo zasadowy i zawierał się w przedziale pH 7,79–8,05, zaś przewodnictwo elektryczne właściwe mieściło się w zakresie 522–720 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wśród kationów dominowały jony wapniowe (Ca^{2+}) i stanowiły 44–45% wszystkich jonów, zaś wśród anionów jony wodorowęglanowe (HCO_3^-), mieszczące się w przedziale 25–35%.

We wszystkich próbach stwierdzono znaczne stężenie jonów siarczanowych (SO_4^{2-}), dochodzące do 20% (próba 1). Udział tych jonów może być związany z kwaśnymi opadami atmosferycznymi lub z obecnością rozproszonych w wapieniach siarczków żelaza (Hibszler 2004; Rózkowski 2004). Zawartość każdego z pozostałych jonów (Cl^- , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NO_3^- , NH_4^+) była mniejsza i mieściła się w granicach 1–4%. W próbie (1) odnotowano także najwyższą koncentrację jonów azotanowych (NO_3^-), wynoszącą 13,36 mg/l oraz krzemionki (9,3 mg/l). Źródłem NO_3^- mogła być nitryfikacja organicznych związków azotu, które zalegały w pokrywie glebowej nad jaskinią. Geneza drugiego składnika wiąże się prawdopodobnie z wietrzeniem krzemianów i glinokrzemianów w skale węglanowej, z której zbudowany jest badany obiekt. Na uwagę zasługuje również wzrost jonów chlorokowych (Cl^-) i sodowych (Na^+) w próbie (4). Należy podkreślić, że Jaskinia Biśnik jest wciąż dostępna dla zwiedzania amatorskiego z powodu braku solidnych zabezpieczeń otworów wejściowych. Dlatego nie można wykluczyć, że za podwyższone stężenie tych jonów odpowiedzialne są chlorki sodu pochodzenia antropogenicznego.



Ryc. 12. Przykłady flory i fauny Jaskini Biśnik. Schronisko Boczne: A – krótkoszek aksamitny (*Brachytheciastrum velutinum*); B – zanojkica skalna (*Asplenium trichomanes*); C – gęsiówka (*Arabis* sp.); Dalsze partie jaskini: D – paśnik jaskiniowiec (*Triphosa dubitata*); E – szczerbówka ksieni (*Scoliopteryx libatrix*); Komora Boczna: F – samica pająka *Meta menardi* pilnująca kokonu

Fig. 13. Examples of flora and fauna of the Biśnik Cave. The Side Shelter: A – velvet feather moss (*Brachytheciastrum velutinum*); B – maidenhair spleenwort (*Asplenium trichomanes*); C – rockcress (*Arabis* sp.). Further parts of the cave: D – tissue moth (*Triphosa dubitata*); E – herald moth (*Scoliopteryx libatrix*). The Side Chamber: F – female of an orbweaving cave spider (*Meta Menardi*) guarding a cocoon

Flora i fauna

Działalność organizmów żywych w Jaskini Biśnik wiąże się głównie z wietrzeniem biologicznym (biomechanicznym i biochemicznym). Jest ono odpowiedzialne m.in. za rozpychanie skały przez korzenie roślin, ich rozpuszczanie pod wpływem kwasów organicznych lub przedostawanie się wody w głębsze partie osadów na skutek działalności zwierząt (np. myszy), spotykanych we wstępnych częściach jaskini.

Roślinność rozwija się jedynie w partiach naskalnych i przyotworowych jaskini (ryc. 12). Jej zasięg uzależniony jest głównie od nasłonecznienia i wilgotności, a w miejscu Pod Nawisem także od rodzaju i miąższości podłoża. Na skutek likwidacji hałdy osadów oraz wycinki drzew i krzewów Pod Nawisem oraz na Skale Biśnik przeprowadzonej w 2007 r., część opisanych tu gatunków już nie istnieje.

Obszar Pod Nawisem (gleba) do roku 2009 porastały zbiorowiska krzewiaste, do których należały, m.in.: szakłak pospolity *Rhamnus catharticus*, dereń świdwa *Cornus sanguinea*, trzmielina brodawkowata *Euonymus verrucosa* oraz drzewiaste z bukiem zwyczajnym *Fagus sylvatica*, dębem szypułkowym *Quercus robur* i jesionem wyniosłym *Fraxinus excelsior*. Występowały także inne rośliny, takie jak np. sałatnik leśny *Mycelis muralis*, wrotycz pospolity *Tanacetum vulgare*, podbiał pospolity *Tussilago farfara*, groszek wiosenny *Lathyrus vernus* i przytulia pospolita *Galium mollugo*.

Partie świetlne, naskalne (ściany i szczeliny) stref przyotworowych zdobią głównie paprocie, m.in.: paprotka zwyczajna *Polypodium vulgare*, paprotnica krucha *Cystopteris fragilis*, zanokcica skalna *Asplenium trichomanes* i zanokcica murowa *Asplenium ruta muraria*.

W Komorze Głównej, Schronisku Boczny i w Komorze Bocznej, gdzie dociera światło odbite i rozproszone, na ścianach i w zagłębieniach stropu licznie występują mszaki, takie jak np. parzoch szerokolistny *Porella platyphylla*, rokieta cyprysowata *Hypnum cupressiforme*, widłoząb leśny *Dicranum scoparium*, knotnik zwisły *Pohlia nutans* i krótkoszek aksamitny *Brachytheciastrum velutinum*, glony oraz porosty. W dalszych i mrocznych partiach jaskini (około 13 m od otworu Schroniska Boczno), w podłożu wilgotnym i piaszczystym, można nawet spotkać kiełkujące nasiona leszczyny *Corylus avellana*. Przypuszczalnie dostały się one do jej wnętrza z powierzchni terenu przez system szczelin lub też zostały wniesione przez zwierzęta. Z uwagi na biwakowanie i rozpalać ognisk u podnóża jaskini, co wiąże się z zagospodarowaniem turystycznym jej przestrzeni (drewniane wiaty ze stołami i ławkami), szata roślinna porastająca hałdę i taras przedjaskiniowy jest niszczone.

Pod względem faunistycznym badany obiekt jest częścią bardzo rozległej, podziemnej strefy życia, obejmującej skałę, szczeliny i różnego typu wody (ryc. 12). Gatunki zwierząt, które okresowo lub stale w nim występują to: troglofile (przechodzą tu cykl rozwojowy) i troglokseny (występują w jaskini przez część swego życia). Osobnikiem troglofilnym jest pająk *Meta menardi*, który szczególnie upodobał sobie końcową i zacienioną strefę Komory Bocznej. Temperatura ściany skalnej w tej części jaskini, gdzie najczęściej przebywał ten gatunek pająka, wynosiła latem około 14°C. Jego pajęczyny można spotkać na ścianach skalnych w pobliżu otworów wejściowych groty. Trogloksenami są tu głównie zimujące owady z rzędu muchówek oraz motyli. Należą do nich np. szczerbówka ksieni *Scoliopteryx libatrix* i paśnik jaskiniowiec *Triphosa dubitata*, a także gryzonie z rodziny myszowatych. Nietoperzy w okresie badań nie zaobserwowano, choć z liczeń M. Detki i M. Górala (1999) stwierdzono 14 osobników hibernujących z nockiem rudym *Myotis daubentoni*

w przewodze. Przyczyną zaniku chiropterofauny są najprawdopodobniej zmiany mikroklimatyczne w jaskini spowodowane pracami wykopaliskowymi oraz osoby odwiedzające ten obiekt. Wiosną i latem w szczelinach skalnych partii przyotworowych swoje siedliska znajdują ślimaki z rodzaju *Cepaea* sp. (wstężyki). W obszarze Pod Nawisem spotkać też można ropuchę szarą *Bufo bufo* i świerszcze.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Środowisko Jaskini Biśnik uchodzi za interesujący i złożony zespół elementów środowiskowych (skały krasowiejącej, morfologii, osadów jaskiniowych, wód jaskiniowych, atmosfery podziemnej, flory i fauny). Pomiedzy nimi zachodzą ściśle relacje oraz tworzą się samoregulujące układy ekologiczne zależne przede wszystkim od prac wykopaliskowych, jak również środowiska otaczającego oraz osób odwiedzających grotę. Z uwagi na znaczną ingerencję człowieka w badany geokompleks jaskiniowy, korzystne byłoby rozważenie propozycji opracowania i rozwiązania problemów na styku środowisko Jaskini Biśnik – uporządkowana i monitorowana turystyka w interdyscyplinarnym zespole.

Badania współczesnego stanu elementów środowiskowych Jaskini Biśnik, z zastosowaniem różnorodnych metod badawczych, pozwoliły autorce wysunąć następujące wnioski ogólne.

1. Skała, w której wykształciła się badana jaskinia (wapień górnourajski typu skalistego) charakteryzuje się obecnością elementów szkieletowych organizmów (fragmenty amonitów), różnorodnych form krasowych oraz różnym stopniem zwietrzenia. Ponadto jest silnie zanieczyszczona, co jest związane z pyłowymi i gazowymi zanieczyszczeniami powietrza dalekiego lub bliskiego zasięgu, rozpalaniem ognisk oraz z rysunkami wykonanymi sprayem przez odwiedzających.

2. Osady, tworzone przez materiały pochodzenia autochtonicznego i allochtonicznego, wypełniają znaczną część jaskini, tworząc układ warstwowy (tzw. pełnisko lub wypełnisko). Są one nieciągłe a ich miąższość jest zmienna. Dodatkowo stanowią one główny przedmiot interdyscyplinarnych badań wykopaliskowych trwających od 1991 r. do dziś. W najdalszych partiach jaskini tworzą się m.in. nacieki grzybkowe i wełniste, pola ryżowe oraz stalaktyty laskowe, które są nagminnie niszczone. Zimą na tarasie przed jaskinią tworzy się lód podłogowy, zaś na powierzchni osadów (rejon Komory Bocznej) kształtują się wieloboki szczelin i stalagmity lodowe.

3. System Jaskini Biśnik o długości około 90 m, ma poziome rozwinięcie korytarzy o znacznych deniwelacjach i obecnie znajduje się na trzech poziomach, co jest efektem prac wykopaliskowych. Najwyższą częścią badanego obiektu jaskiniowego jest tzw. Schronisko Górne, zaś najniższą – Komora Główna. Na powierzchni ścian skalnych i w stropie badanego obiektu jaskiniowego widoczne są różnorodne formy krasowe reprezentowane m.in. przez jamki, miseczki, kociołki krasowe i owalne zagłębienia dochodzące do 1 m średnicy, częściowo zniszczone przez procesy korozji.

4. Jednym z najważniejszych elementów środowiska Jaskini Biśnik jest mikroklimat, który podobnie jak pozostałe geokomponenty ulega zmianom wywołanym przez prace wykopaliskowe; wpływa on nie tylko na charakter wietrzenia ścian i stropu, ale także na kierunki procesów sedymentacyjnych, tworzenie się związków mineralnych i adaptację jaskiniowej bioty. Wstępnie w jaskini wyróżniono dwie strefy mikroklimatyczne: mikro-

klimatu dynamicznego (takie warunki panują w Komorze Głównej oraz w odległości kilkunastu metrów od wejścia Schroniska Boczne) oraz mikroklimatu statycznego (rozciąga się w najdalszych partiach badanego obiektu).

5. Woda w jaskini występuje w różnych postaciach. Ma ona istotne znaczenie w kształtowaniu się środowiska jaskini, jej osadów oraz w migracji drobnych cząstek mineralnych i organicznych, a także roztworów. Najbardziej wilgotne są najdalsze partie badanego obiektu jaskiniowego oraz pod tzw. Nawisem. Pobrane próby z końcowych partii jaskini wykazały m.in. wodorowęglanowo-wapniowy typ jonowy wody i odczyn słabo zasadowy. We wszystkich próbach stwierdzono znaczne stężenie jonów siarczanowych. Ponadto w jednej próbie odnotowano podwyższone stężenie jonów chlorkowych i sodowych – przypuszczalnie pochodzenia antropogenicznego.

6. Ważnym elementem badanego środowiska jaskiniowego są organizmy żywe, których działalność wiąże się głównie z wietrzeniem biomechanicznym i biochemicznym. Roślinność rozwija się w partiach naskalnych i przyotworowych jaskini (paprocie, mszaki, porosty i glony). Jej zasięg uzależniony jest przede wszystkim od nasłonecznienia, wilgotności, jak również od rodzaju i miąższości podłoża (Pod Nawisem). W Jaskini Biśnik spotkać można gatunki zwierząt, które okresowo lub stale w niej występują tzw. troglofile (np. pająk *Meta menardi*) oraz troglokseny (głównie zimujące owady z rzędu muchówek oraz motyli). Nietoperzy w okresie badań nie spotkano.

PIŚMIENNICTWO

Detko M., Góral M. 1999. *Nietoperze jaskiń Doliny Wodącej*, [w:] 9. Sympozjum Jurajskie „Człowiek i środowisko naturalne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej”. Wyd. Zarząd Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych. Dąbrowa Górnicza, s. 35–37.

Gradziński R. 1964. *Kras południowej części Wyżyny Krakowskiej*, [w:] Seminarium Speleologiczne I Ogólnopolskiego Zjazdu Badaczy Krasu (29.05-1.06.1963). Wyd. Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Kielce, s. 40–43.

Hercman H. 1993. *Osady jaskiniowe*, [w:] *Jaskinie Tatrzańskiego Parku Narodowego*, 2: 11–34.

Hibszter B. 2004. *Wpływ wód opadowych na przeobrażenie składu chemicznego wód w strefie epikrasowej na przykładzie Jaskini Łokietka*, [w:] *Zróźnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, t. 1, red. J. Partyka. Wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 125–130.

Kasprowska K. 2009. *Ewolucja środowiska Jaskini Biśnik (Wyżyna Krakowsko-Wieluńska)*. Praca doktorska, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi. Sosnowiec, ss. 148.

Kasprowska K. 2011. *Morfologia Jaskini Biśnik*, [w:] *Materiały 45. Sympozjum Speleologicznego*. Wyd. Sekcja Speleol. Pol. Tow. Przyrodn. im. Kopernika. Kraków, s. 73–74.

Kasprowska-Nowak K. 2013. *Ewolucja środowiska Jaskini Biśnik (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska)*. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, 23: 149–176.

Kasprowska-Nowak K. 2013 a. *Litologia i szata naciekowa jaskini Biśnik*, [w:] *Materiały 47. Sympozjum Speleologicznego*, red. A. Tyc, M. Gradziński. Wyd. Sekcja Speleologiczna Pol. Tow. Przyrodn. im. Kopernika. Kraków, s. 44–45.

Kasprowska-Nowak K. 2013 b. *Świat organiczny Jaskini Biśnik*, [w:] *Materiały 47. Sympozjum Speleologicznego*, red. A. Tyc, M. Gradziński. Wyd. Sekcja Speleologiczna Pol. Tow. Przyrodn. im. Kopernika. Kraków, s. 46–47.

Kraśniński J., Krajewski K. 1978. *Nacieki grzybkowe w Jaskini Szachownica*. „Kras i Speleologia”, 2, 11: 51–58.

Kulesa K. 1997. *Zniszczenia powierzchniowe wapieni jako efekt oddziaływania procesów naturalnych i czynników antropogenicznych*. „Przegląd Geologiczny”, 45, 12: 1275–1278.

Madeyska-Niklewska T. 1969. *Górnoplejstocenne osady jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. „Acta Geologica Polonica”, 19, 2: 341–392.

Marszałek M. 2001. *Mineralogiczno-chemiczna charakterystyka zniszczeń wapieni jurajskich na przykładzie zabytkowych budowli z terenu Ojcowskiego Parku Narodowego*, [w:] *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały konferencyjne, referaty, poster, sesje terenowe*, red. J. Partyka. Wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 67–68.

Polonius A. 1991. *Inwentaryzacja jaskiń i schronisk rejonu Smolenia* (opracowanie na zlecenie Zarządu Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych ZZJPK w Dąbrowie Górniczej) – maszynopis.

Polonius A. 2002. *Geneza systemów jaskiniowych w Paśmie Smoleńsko-Niegowonickim (Wyżyna Krakowsko-Wieluńska)*. Praca doktorska, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi. Sosnowiec.

Rudnicki J. 1960. *Geneza zagłębień wirowych w świetle badań eksperymentalnych*. „Speleologia”, 1, 1: 17–30.

Rudnicki J. 1978. *Role of convection in shaping subterranean karst forms*. „Kras i Speleologia”, 2, 11: 92 – 99.

Rózkowski J. 2004. *Wybrane wskaźniki rozpuszczania skał węglanowych w strefie freatycznej obszaru krasowego Wyżyny Krakowskiej*, [w:] *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, t. 1, red. J. Partyka. Wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 117–123.

SUMMARY

The Biśnik Cave environment is an interesting and complex assemblage of interacting elements which include karstified rock, morphology, cave sediments, cave waters, microclimate, vegetation and fauna. The close relations and self-regulating ecological systems that develop among these elements contribute to the creation of the unique and fragile cave environment. This environment is now undergoing a serious transformation as a result of the archaeological excavation, tourist traffic and the fact that the cave entrance openings are not secured against accidental visitors. The changes mainly affect the calcareous rock (spray drawings), morphology (crumbling of rock), microclimate (shifting of microclimate zones), water chemistry, dripstones, and cave sediments (digging for scientific purposes and uncontrolled digging by treasure hunters). Environmental transformations also occur in the vegetation of the entrance zones and the Chiroptera fauna. The Biśnik Cave needs an adequate protection against vandalism and the monitoring of tourist traffic. Furthermore, after the completion of archaeological excavations a plan for adapting the cave for tourists should be developed.