

Prądnik. Prace Muz. Szafera	23	149–176	2013
-----------------------------	----	---------	------

KATARZYNA KASPROWSKA-NOWAK

Akademia im. Jana Długosza
Instytut Kultury Fizycznej i Turystyki
Al. Armii Krajowej 13/15, 42–200 Częstochowa

**EWOLUCJA ŚRODOWISKA JASKINI BIŚNIK
(WYŻYNA KRAKOWSKO-CZĘSTOCHOWSKA)**

**Evolution of the environment of Biśnik Cave
(Cracow-Częstochowa Upland)**

Abstract. The paper presents the model of evolution of Biśnik Cave (Cracow-Częstochowa Upland, Southern Poland). The author made an attempt to investigate the environment of the cave which is known in Poland as one of the oldest and best investigated archaeological sites connected with Middle Palaeolithic and Odranian Glaciation. The cave environment is assumed as a geocomplex of interrelated elements, which reconstructions are based on detailed data and multi-sided investigations of cave sediments.

Key words: Biśnik Cave, cave environment, geocomplex, evolution, cave sediments

WSTĘP

Jaskinia Biśnik od 1991 r. jest intensywnie badana przez archeologów, geologów i paleozoologów. Dostępna ilość szczegółowych danych uzyskanych w trakcie wieloaspektowych badań jaskini sprawiła, iż uchodzi ona obecnie za jedyny obiekt jaskiniowy w Polsce, w której można podjąć próbę odtworzenia ewolucji jej środowiska. Niniejsza praca jest próbą odtworzenia ewolucji jaskini od momentu jej powstania do dnia dzisiejszego. Zawarte w niniejszej pracy dane i materiały zostały przedstawione według stanu na koniec 2008 r. Odtworzenie przemian środowiska omawianego obiektu opierało się przede wszystkim na danych, które były podsumowaniem pierwszego etapu interdyscyplinarnych badań w jaskini (Cyrek 2002), a ich wyniki zawarto w dysertacji autorki (Kasprowska 2009).

CEL PRACY I METODYKA BADAŃ

Celem pracy jest ustalenie prawidłowości rozwoju środowiska Jaskini Biśnik i odtworzenie jego ewolucji. Do realizacji celu wyznaczono następujące zadania badawcze:

– sformułowanie całościowej (geokompleksowej) koncepcji środowiska jaskiniowego,

- ustalenie osobliwości środowiska jaskiniowego na różnych etapach jego rozwoju w czasie geologicznym,
- ustalenie prawidłowości zmian środowiska jaskiniowego od etapu tworzenia się jaskini do dnia dzisiejszego.

Powyższe założenia wymagały specjalnego doboru metod. W celu odtworzenia ewolucji środowiska Jaskini Biśnik zastosowano przede wszystkim: kameralne, terenowe i laboratoryjne metody badawcze. Prace kameralne polegały przede wszystkim na studiach literatury z różnych dyscyplin naukowych – głównie z zakresu geologii (sedymentologii), geomorfologii, archeologii, klimatologii, hydrologii, biogeografii i speleologii. Ważna też była analiza danych pochodzących z badań środowiska sedymentacyjnego jaskini oraz przegląd materiałów archiwalnych (zostały one udostępnione autorce głównie przez Zakład Starszej i Środkowej Epoki Kamienia Instytutu Archeologii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika (UMK) w Toruniu).

Uzupełnieniem prac kameralnych były badania terenowe, a w tym najważniejsza ich część – coroczny (od roku 2004) udział autorki w letnich pracach wykopaliskowych w Jaskini Biśnik. Po zapoznaniu się z metodyką badań wypełnień tego stanowiska, stosowaną w archeologii i geologii, obserwowano i analizowano kolejno odsłaniane warstwy osadów oraz elementy morfologii obiektu w celu odtworzenia poszczególnych komponentów środowiska jaskiniowego w jego różnych okresach rozwojowych.

Równoległe do wspomnianych prac prowadzono badania geologiczne i litologiczne. Polegały one głównie na poznaniu cech skały krasowiejącej, z której zbudowana jest jaskinia, m.in. przy zastosowaniu mikroskopu optycznego i elektronowego środowiskowego mikroskopu skaningowego oraz na analizie składu mineralogicznego. Ponadto wykonano badania geomorfologiczne w jaskini. Opierały się one przede wszystkim na analizie kształtu jej korytarzy oraz form pod kątem ich morfogenezy, a także na rozpoznaniu szaty naciekowej oraz rodzaju i miąższości wypełnień w jej najdalszych partiach, które nie zostały jeszcze naruszone w trakcie prac wykopaliskowych. Przeprowadzono również badania hydrochemiczne, mikroklimatyczne oraz pomiary grubości pokrywy śnieżnej – wykonane w rejonie otworów wejściowych jaskini.

Szczegółowo też opisano i oznaczono współczesne gatunki roślin w strefie przyotworowej, faunę jaskini oraz jej najbliższego otoczenia. Część roślinności (dotyczy to głównie mszaków), zebrano w miejscach, w których tworzyły one większe skupiska. Analiza briologiczna została wykonana w Katedrze Botaniki Systematycznej Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

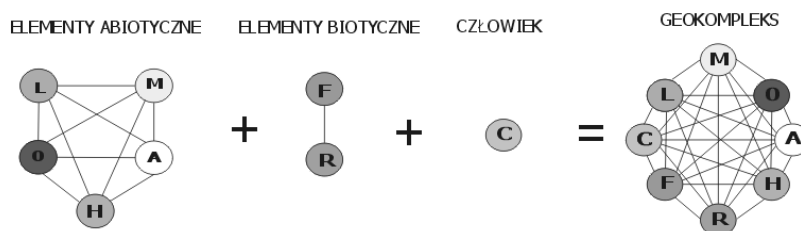
POJĘCIE ŚRODOWISKA JASKINIOWEGO

Realizacja postawionego celu pracy wymaga odpowiedniego zdefiniowania „środowiska jaskiniowego”. Może mu odpowiadać pojęcie „geokompleksu jaskiniowego”, rozumianego jako zbiór/układ wzajemnie powiązanych elementów przyrodniczych (geokomponentów), występujących w próżni skalnej – jaskini i będących w stanie przeobrażania się już od czasu jej powstania.

Do elementów badanego środowiska jaskiniowego należą: skała krasowiejąca, w której powstała jaskinia (L), morfologia jaskini (M), osady ją wypełniające (O), wody jaskiniowe (H), atmosfera podziemna (A), roślinność (R), fauna (F) i człowiek (C). Elementy te na-

leżą do trzech jakościowych grup: elementów abiotycznych (nieożywionych), biotycznych (ożywionych) oraz człowieka, który w różnym czasie przebywał w jaskini i pozostawiał w niej przedmioty codziennego użytku (ryc. 1).

Środowisko jaskiniowe, tak samo jak środowisko zewnętrzne, cechuje wyraźna specyfika, która wynika z powiązania (struktury) elementów środowiskowych, pomiędzy którymi istnieją ścisłe relacje oraz tworzą się samoregulujące układy. Może zachodzić wiele możliwości relacji pomiędzy poszczególnymi geokomponentami. Im więcej jest elementów środowiska jaskiniowego, tym bardziej jest rozbudowany geokompleks oraz więcej oddziaływań występuje pomiędzy nimi. Zaburzenie jednej tylko relacji narusza inne, prowadząc do destabilizacji struktury całości. Należy podkreślić, iż odtworzenie warunków środowiskowych w jaskini polega na badaniu określonych relacji pomiędzy elementami geokompleksu.



Ryc. 1. Elementy środowiska jaskiniowego oraz ich relacje (opis oznaczeń w tekście). Rys. K. Kasprowska-Nowak

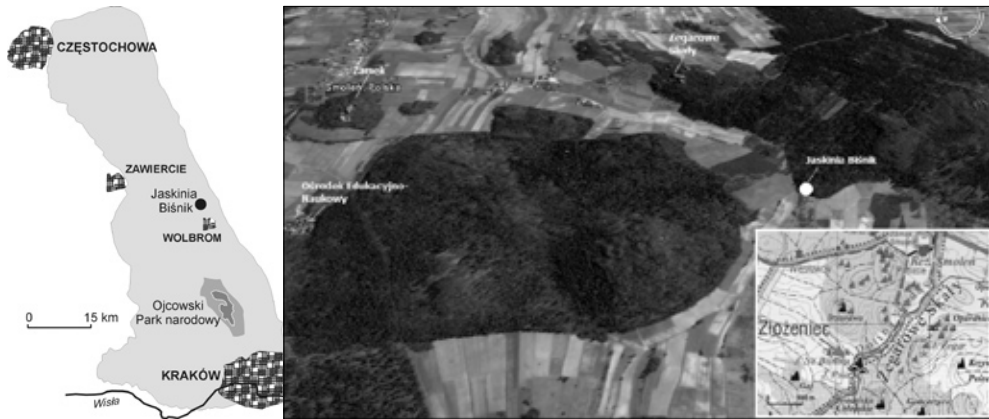
Fig. 1. Elements of the cave environment and their relations (description of the signs in the text). Drawn by K. Kasprowska-Nowak

JASKINIA BIŚNIK NA TLE OBSZARU BADAŃ

Jaskinia leży w środkowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej w pobliżu wsi Smoleń, około 2 km na południowy zachód od Pilicy. Usytuowana jest na lewym zboczu Doliny Wodącej, w zachodniej ścianie Skały Biśnik na wysokości około 405 m n.p.m. Jej otwory leżą od 6 do 8 m nad dnem Doliny. Obok jaskini przebiegają szlaki turystyczne, m.in. czerwony szlak „Orlich Gniazd” i znakowany na niebiesko – szlak „Warowni Jurajskich” (ryc. 2).

Dolina Wodąca stanowi wschodni skraj Pasma Smoleńsko-Niegowonickiego. Jej granice wyznaczają grupy wzgórz wapiennych, rozciągające się wzdłuż dróg wsi: Złożeniec i Smoleń (gmina Pilica) oraz Strzegowa (gmina Wolbrom). Dnem Doliny przebiega granica administracyjna województwa śląskiego i małopolskiego.

Badany obszar zbudowany jest z utworów jury górnej (wapień górnego oksfordu typu skalistego), leżących na różnych ogniwach kompleksu paleozoicznego. Wapień odsłaniają się zarówno w górnych partiach zboczy, jak również na wierzchołkach w postaci ostańców skalnych. Ważną rolę w budowie geologicznej odgrywają także utwory czwartorzędowe reprezentowane przez gliny zwietrzelinowe, lessy vistuliańskie, piaski coliczne, żwir, muły i in. (Dulias 1996; Mirosław-Grabowska 1998).



Ryc. 2. Położenie Jaskini Biśnik w Dolinie Wodącej.

Fig. 2. Location of Biśnik Cave in the Wodąca Valley.

W ujęciu tektonicznym obszar stanowi część monokliny śląsko-krakowskiej i jest pocięty uskokami o przebiegu NE–SW oraz NW–SE. W jego obrębie stwierdzono obecność strefy uskokowej Kraków–Lubliniec, która uchodzi za granicę pomiędzy blokami (terranami) górnośląskim i małopolskim. Bloki te niewątpliwie zaznaczyły się w kierunkach rozwoju zjawisk krasowych (Pulina i in. 2005).

Krajobraz obszaru badań ma charakter krasowo-erozyjny. Ponadto wszystkie jego elementy podlegają ochronie prawnej w granicach Parku Krajobrazowego „Orlich Gniazd”. Obok licznych form skałkowych charakterystycznym elementem rzeźby Doliny Wodącej są jaskinie i schroniska skalne bogate w materiały kopalne.

CHARAKTERYSTYKA JASKINI BIŚNIK

Nazwę „Jaskinia Biśnik” wprowadzili archeolodzy. W inwentarzu jaskiń K. Kowalskiego (1951) w opisie z 1949 r. widnieje pod nr. 383 jako „Jaskinia na Biśniku”. Pod tym samym mianem, ale pod nr. 41 pojawia się również w opracowaniu M. Szelerewicza i A. Górnego (1986). W pracy A. Poloniusa (1991) ma nr IV.C.3.

Wypełnisko jaskini kryje zabytki z różnych epok historycznych – od starszej epoki kamienia do czasów nowożytnych i z tego właśnie powodu od dawna jest ona znana okolicznej ludności, a zwłaszcza poszukiwaczom skarbów. Najstarsze artefakty, łączone z tymczasowym pobytem człowieka w jaskini, pochodzą z paleolitu środkowego (Cyrek 2002). Prace wykopaliskowe przeprowadzone w szczytowej partii Skały Biśnik, w której rozwinęła się jaskinia, ujawniły także obecność zabytków z neolitu, młodszej epoki brązu oraz średniowiecza (Muzolf 1997a). Odkryto wówczas pozostałości po pracowni krzemieniarskiej oraz niewielkiej konstrukcji w formie wieży, która mogła pełnić funkcję nad jaskinią strażnicy rycerskiej. Z legendy wynika, że jaskinia ma połączenie z lochami zamku „Smoleń” poprzez system podziemnych korytarzy.

Jaskinia Biśnik rozwinęła się w wapieniu górnourajskim typu skalistego. Na uwagę zasługuje fakt, iż powierzchnie skały znajdujące się blisko jej otworów wejściowych pokryte są szarą lub czarną warstwą nalotów, często układających się w pasma i smugi. W próbach materiału skalnego stwierdzono obecność, m.in. gipsu, siarki, popiołów lotnych

(szkliwa glinokrzemianowego), sadzy oraz cząstek organicznych. Przepuszczalnie są one związane z pyłowymi i gazowymi zanieczyszczeniami powietrza dalekiego lub bliskiego zasięgu (Kasprowska-Nowak 20113a).

Jaskinia jest częścią systemu jaskiniowego Skały Biśnik (ryc. 3, 4). Liczy ona około 90 m długości. Jej system jest predysponowany tektonicznie szczelinami i ma poziome rozwinięcie korytarzy o znacznych deniwelacjach (Kasprowska-Nowak 2011). Obiekt ma trzy otwory wejściowe o ekspozycji: NW i NE i obecnie znajduje się na trzech poziomach, które tworzą: Komora Główna, Schronisko Boczne oraz Schronisko Górne.

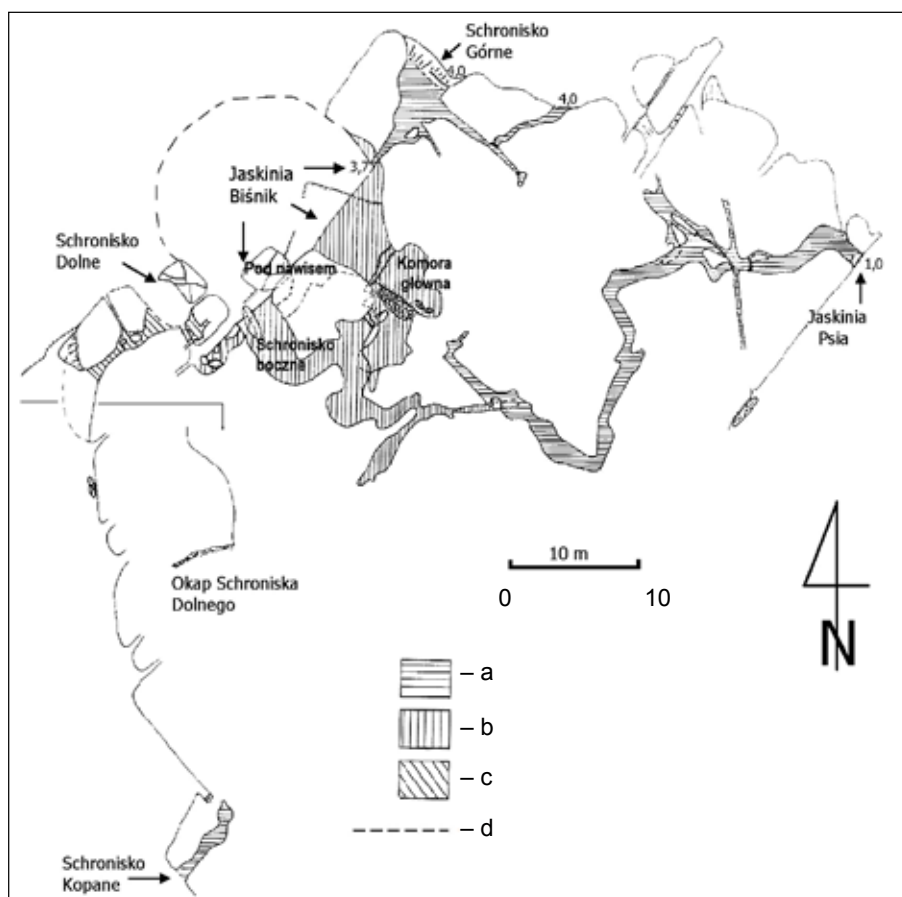


Ryc. 3. Wejście do Komory Głównej Jaskini Biśnik w Dolinie Wodącej. Fot. K. Kasprowska-Nowak
Fig. 3. Entrance of Biśnik Cave in the Wodąca Valley. Photo by K. Kasprowska-Nowak

Poziom osadów jaskini (podłoga) jest nierówny, gliniasto-gruzowy i gliniasto-piaszczysty oraz zawiera zagłębienia po wykopach archeologicznych o maksymalnej głębokości ponad 7 m. W końcowych partiach jaskini (Schronisko Boczne) występują nacieki: z mleka wapiennego (polewy), wełniste, grzybkowe, jak również niewielkie i częściowo zniszczone stalaktyty.

Wstępnie w jaskini wyróżniono dwie strefy mikroklimatyczne. Pierwszą – mikroklimatu dynamicznego (takie warunki panują w Komorze Głównej i pierwszej sali Schroniska Boczne). Drugą – mikroklimatu statycznego (występuje w głębszych partiach Schroniska Boczne). Temperatura w końcowej części jaskini oscyluje w ciągu roku w granicach 6,6–7,1 °C.

Partie przyotworowe jaskini są na ogół suche. Najbardziej wilgotne są jej dalsze części (od około 16 m od wejścia do Schroniska Boczne do końca jaskini). Woda występuje tutaj w postaci pojedynczych kropli spadających ze stropu; częściowo spływa po ścianach lub gromadzi się w kałużach o zmieniających się powierzchniach w ciągu roku. Zimą w po-



Ryc. 4. Skała Biśnik z planem Jaskini Biśnik (wg A. Poloniusa 2002; częściowo zmienione): a – poziom najwyższy: Jaskinia Psia, górna część Jaskini Biśnik i Schronisko Kopane; b – poziom niższy: Jaskinia Biśnik; c – poziom najniższy: Schronisko na Biśniku Dolne oraz odsłonięta wykopaliskowo część Jaskini Biśnik; d – przypuszczalny zasięg komory przed wejściem głównym do Jaskini Biśnik

Fig. 4. Biśnik Rock with the plan of Biśnik Cave (after A. Polonius 2002; partly modified): a – highest horizon: Psia Cave, upper part of Biśnik Cave, and Kopane Rock-Shelter; b – lower horizon: Biśnik Cave; c – lowest horizon: Na Biśniku Dolne Rock-Shelter and the exposed by excavation part of Biśnik Cave; d – probable site of the destroyed chamber in front of the main entrance to Biśnik Cave

blizu otworów woda skupia się w formie śniegu, lodu, a także ziarnistej szadzi. Analizy hydrochemiczne wykazały wodorowęglanowo-wapniowy (HCO_3^- -Ca) typ jonowy wody i odczyn słabo zasadowy w przedziale pH 7,79–8,05. Przewodnictwo elektryczne właściwe mieściło się w zakresie 522–720 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Flora jaskini jest zróżnicowana (Kasprowska-Nowak 2013b). Jej zasięg jaskiniowy uzależniony jest głównie od nasłonecznienia i wilgotności. Obszar Pod Nawisem (gleba) do 2011 r. zajmowały zbiorowiska krzewiaste i drzewiaste. Partie świetlne, naskalne (ściany i szczeliny) stref przyotworowych zdominowane są głównie paprocie *Polypodium vulgare* L., *Cystopteris fragilis* L., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium ruta muraria* L. i in. Wstępne

partie jaskini (miejsca częściowo zacienione) na ścianach i w zagłębieniach stropu licznie występują mchy (m.in. *Porella platyphylla* L., *Hypnum cupressiforme* L., *Pohlia nutans* L.), glony oraz porosty.

Jaskinia jest częścią rozległej, podziemnej strefy życia, obejmującej skałę, szczeliny i wody podziemne. Wśród gatunków zwierząt, które tu żyją okresowo lub stale na uwagę zasługują troglofile przechodzące tutaj swój cykl rozwojowy i troglokseny, występujące w jaskini tylko przez część swego życia. Osobnikiem troglofilnym jest np. pająk *Meta menardi*. Spośród trogloksenów spotyka się tu głównie gryzonie oraz motyle, m.in. *Scoliopteryx libatrix* L., *Triphosa dubitata* L. i in.

CECHY ŚRODOWISKA JASKINI BIŚNIK

Z przeglądu literatury archeologicznej, paleozoologicznej i geologicznej wynika, iż wypełnienia jaskiniowe dostarczały do tej pory najwięcej informacji niezbędnych do odtworzenia elementów środowiska zewnętrznego oraz warunków bytowania społeczeństw prehistorycznych. Okazuje się, że rodzaj osadów z ich danej warstwy może być również znaczący przy rekonstruowaniu poszczególnych geokomponentów środowiska jaskiniowego z człowiekiem włącznie (tab. 1).

Tabela 1. Metody rekonstrukcji środowiska jaskiniowego

Table 1. Methods of the cave environment reconstruction

Dane do rekonstrukcji	Metody rekonstrukcji	Zrekonstruowany element środowiska jaskiniowego (geokomponent)
Gruz wapienny	Geologiczne	Skała krasowięjąca
Gruz wapienny, glina, nacieki, piasek, less, ił, muł, próchnica		Osady
Gruz wapienny, glina, piasek, less, ił, muł, wytrącenia mineralne		Mikroklimat
Piasek, ił, muł		Wody
Próchnica, wytrącenia mineralne		Człowiek, biota jaskiniowa
Elementy rzeźby podziemnej	Geomorfologiczne	Morfologia, stosunki wodne
Kości zwierząt, guano	Paleozoologiczne	Zwierzęta
Węgle drzewne, pył drzewny	Paleobotaniczne	Człowiek, stosunki mikroklimatyczne
Zabytki archeologiczne (narzędzia kamienne i kościane, fragmenty ceramiki, metale i in.)	Archeologiczne	Człowiek

Jaskinia Biśnik ma prawie kompletny i zróżnicowany pod względem stratygraficzno-chronologicznym przekrój osadów o miąższości ponad 7 m. W obrębie odsłoniętego profilu przed wejściem do Komory Głównej jaskini (Pod Nawisem) wydzielono 18 warstw i 3 serie osadów. Tworzyły się one prawdopodobnie od pliocenu, w czasie zlodowacenia środkowopolskiego, interglacjału eemskiego, zlodowacenia wisły do holocenu (Mirosław-Grabowska 2002a, b). Poszczególne warstwy różniły się przede wszystkim genezą, wykształceniem litologicznym, sposobem akumulacji osadów, ich ciągłością lub jej brakiem, jak

również występowaniem zróżnicowanych materiałów paleontologicznych i archeologicznych (artefakty). Największe zaburzenia w ciągłości osadów wystąpiły w odsłonięciu Pod Nawisem. Powstały one na skutek naturalnych przeobrażeń podepozycyjnych. W Komorze Głównej sedymenty zalegały w sposób ciągły na całej jej przestrzeni, przyjmując układ horyzontalny z lekkim ugięciem w części środkowej (Cyrek 2006).

Seria I (dolna) osadów Jaskini Biśnik jest reprezentowana przez warstwy 18–8, które osadzone były w środowisku typowo jaskiniowym. Z wyjątkiem warstwy 18 (ił rezydualny) tworzą ją różnorodne gliny złożone z dwóch części: dolnej – pylastej, w skład której wchodzi warstwy 17–14 oraz górnej – pylasto-piaszczystej, obejmującej warstwy 13–8. Seria II (środkowa) obejmuje warstwy osadów 7–5 zbudowane z allochtonicznych osadów piaszczystych (aluwia rzeczne). Seria ta uznawana jest również za wskaźnik gwałtownej zmiany środowiska i mechanizmu akumulacji osadów, co należy łączyć z częściowym zawaleniem się stropu jaskini i powstaniem schroniska skalnego (Mirosław-Grabowska 2001). Seria III (górną) zawiera kilka różnych genetycznie warstw (4–1 a) powstałych głównie na skutek nawiewania materiału z zewnątrz lub naniesienia przez wodę. Wykształcona jest ona w postaci soczewki lessu, piasków, gliny oraz substancji humusowych (próchnicznych).

Datowanie

W celu oznaczenia wieku bezwzględnego osadów Jaskini (fragmenty kości i zębów zwierzęcych, nacieki, przegrzane krzemienie) zastosowano następujące metody: uranotorową (U-Th), elektronowego rezonansu spinowego (ESR) oraz termoluminescencji (TL). Z uwagi na duże rozbieżności w wynikach datowania (zostały one podane przez H. Hercman, P. Gorkę 2002 oraz K. Cyrka 2006) w niniejszej pracy odniesiono się do ustaleń stratygraficznych J. Mirosław-Grabowskiej (2002 b), które merytorycznie wydają się być najbardziej uzasadnione.

Skład mineralny

Minerały, które tworzą wypełnisko badanego obiektu i mogą być indykatorami paleośrodowiska, są zarówno pochodzenia autogenicznego (powstałe w środowisku jaskiniowym), jak i allogenicznego (utworzone poza jaskinią). Te ostatnie mogą jedynie pomóc w określaniu obszarów źródłowych materiału oraz wskazać procesy zachodzące w jaskini.

Materiały archeologiczne

Z badań archeologicznych wynika, że na 18 wydzielonych warstwach osadów, aż w 15 występowały zabytki z różnych epok archeologicznych począwszy od starszej epoki kamienia (paleolit) do średniowiecza. Warstwy kulturowe reprezentowane były głównie przez wyroby krzemienne, kościane i rogowy, fragmenty ceramiki i węgle drzewne (ślady palenisk). Pod względem kulturowym związane są one z różnymi kulturami archeologicznymi np. lewaluasko-mustierską, mikocką, pucharów lejkowatych (KPL), ceramiki sznurowej (KCS), mierzanowicką i przeworską (Pelisiak 1993–1994; Cyrek 2001, 2002, 2003 b, 2006). Znaleźiska te są także cennym źródłem informacji paleogeograficznych zarówno dla obszaru badawczego jak i środowiska jaskiniowego.

Kości zwierząt

Występowanie kości w Jaskini Biśnik okazało się obfite i zmienne w profilu osadów. Uchodzą one za pozostałości zwierząt z różnych grup ekologicznych gatunków – leśne, stepotundrowe, eurytopowe i in. Z zestawień fauny wynika, że wśród 18 wyróżnionych

warstw osadów tylko jedna okazała się jałowa w szczątki zwierząt (warstwa 3). Dominującym gatunkiem w zespole dużych ssaków był niedźwiedź jaskiniowy *Ursus spelaeus* R., zaś wśród drobnej fauny: szczekuszka *Ochotona pusilla* P., leming obroźny *Dicrostonyx torquatus* P. oraz nornik wąskoczaszkowy *Microtus gregalis* P. Kości ptaków najliczniej reprezentowały gatunki z rodziny głuszcowatych, takie jak np. głuszc *Tetrao urogallus* L., pardwa mszarna *Lagopus lagopus* L. i pardwa górską *Lagopus mutus* M. (Wiszniowska i in. 2002). Zachowanie się niektórych gatunków fauny, których szczątki zidentyfikowano w wypełnisku jaskini, może być pomocne przy rekonstrukcji ich ingerencji w środowisko jaskiniowe.

Węgłe drzewne

Wyróżnione materiały uchodzą za ślady palenisk, a tym samym potwierdzają obecność i działalność człowieka w jaskini. Występują one prawie we wszystkich warstwach osadów. Ich największą koncentrację zanotowano w warstwach: 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16 i 17.

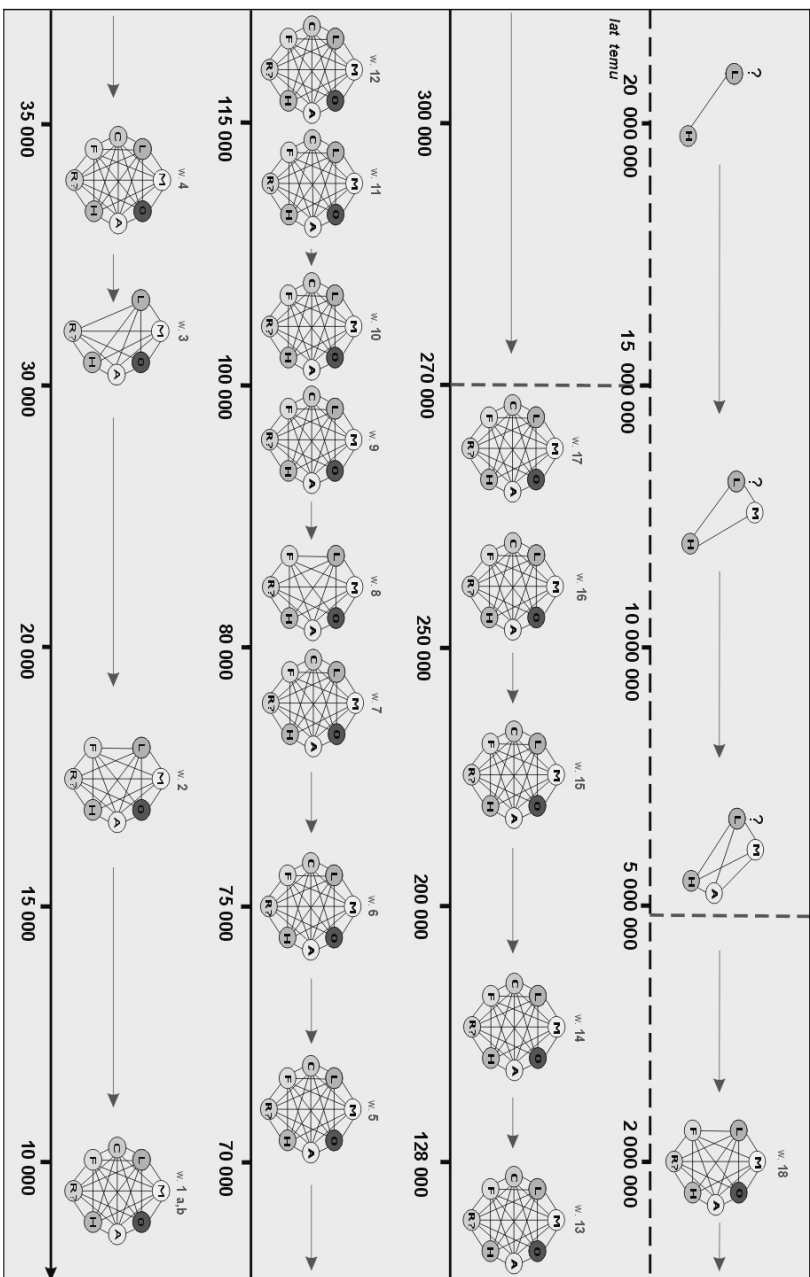
Formy rzeźby jaskiniowej i ich znaczenie w określaniu środowiska podziemnego

Korytarze jaskini rozwinięte są wzdłuż spękań tektonicznych. Ich ściany i strop noszą ślady freatycznego przepływu wód, prawdopodobnie pod ciśnieniem. Za elementy morfologii w strefie całkowitego nasycenia wodą mogą uchodzić różnego rodzaju wymycia, nisze w ścianach, stropowe zagłębienia owalne oraz kuliste kształty sal w Komorze Głównej i Schronisku Bocznym. Są też w jaskini formy wskazujące na oddziaływanie wód, które przesączają się grawitacyjnie bezpośrednio z terenu nad jaskinią. Wody te zawierają związki pochodzenia glebowego (CO₂, kwasy humusowe) i doprowadzają do poszerzania szczelin w jaskini oraz stropowych kaminków (korozja). Należy nadmienić, iż część form występujących w jaskini uległa zatarciu pod przykryciem osadów lub zniszczeniu na skutek przeobrażeń chemicznych i fizycznych (oberwanie się skał od ścian i stropu). Z uwagi na systematyczne prace wykopaliskowe należy spodziewać się odsłonięcia kolejnych elementów jej rzeźby.

EWOLUCJA ŚRODOWISKA JASKINI BIŚNIK

Na podstawie danych uzyskanych z analizy wypełniska Jaskini Biśnik autorka podjęła próbę odtworzenia ewolucji jej środowiska (geokompleksu) w czasie geologicznym (ryc. 5). Proces rozwoju morfologicznego jaskini trwa od momentu jej poszerzenia do chwili obecnej. Powstanie i kształtowanie się jaskini związane jest z oddziaływaniem różnorodnych czynników – zewnętrznych i wewnętrznych. Należą do nich zmiany klimatyczne oraz różnorodne procesy – tektoniczne, korozyjne, grawitacyjne, erozyjne, sedymentacyjne.

Rekonstrukcję skorelowano z przebiegiem procesów zewnętrznych (procesy tektoniczne, zmiany klimatyczne, zlodowacenia) oraz tych, które zachodziły w samej jaskini (procesy korozyjne, procesy grawitacyjne, działalność organizmów żywych). Z uwagi na duże rozbieżności w wynikach datowania osadów metodami fizykochemicznymi oraz brak datowań dla niektórych warstw osadów, przy konstruowaniu osi czasu geologicznego (uwzględniającej elementy środowiska jaskiniowego), wykorzystano przedziały czasowe zaproponowane przez J. Mirosław-Grabowską (2002 b). Do wspomnianych zakresów czasowych odniesiono się również przy podaniu stratygrafii dla poszczególnych warstw osadów jaskini, które stanowiły podstawę niniejszego rozdziału.



Ryc. 5. Schemat ewolucji środowiska (geokompleksu) Jaskini Biśnik. Elementy środowiska jaskiniowego: A – atmosfera podziemna; C – człowiek; F – fauna; H – wody; L – skała krasowijąca; M – morfologia; O – osady; R – roślinność; w. 2 – oznaczenie i numer warstwy osadów; linia przerywana – granica etapu ewolucyjnego, Rys. K. Kasprowska-Nowak

Fig. 5. Scheme of evolution of the environment (geocomplex) of Biśnik Cave. Elements of the cave environment: A – microclimate; C – man; F – fauna; H – cave waters; L – karstified rock; M – morphology; O – cave sediments; R – vegetation; w. 1 a, b – number of layers; dotted line – boundary of the evolution stage. Drawn by K. Kasprowska-Nowak

Ewolucję środowiska jaskiniowego cechował wzrost złożoności geokompleksu wskutek pojawiania się nowych elementów środowiskowych oraz zwiększanie się ilości powiązań między nimi. Ponadto zmieniał się udział kształtujących go czynników. W historii rozwoju badanego geokompleksu jaskiniowego wyróżniono dwa okresy: speleogenetyczny i jaskiniowo-środowiskowy, obejmujące długie odcinki czasowe, wśród których zachodziły znaczne zmiany środowiskowe (ryc. 6). Ze względu na rodzaj oraz stopień udziału danego elementu środowiskowego jako czynnika kształtującego rozwój jaskini, w obrębie okresów wydzielono trzy etapy: abiotyczny, biotyczny oraz antropiczny, a wśród nich cztery fazy: inicjalno-szczelinową (I), jaskiniowo-rozwojową (II), środowiskowo-biotyczną (III) oraz środowiskowo-antropiczną (IV). Kierując się warunkami hydrodynamicznymi w jaskini, fazę jaskiniowo-rozwojową podzielono na dwie podfazy: freatyczną (II a) oraz wadyczną (II b). W przypadku fazy środowiskowo-antropicznej wydzielono w niej podfazy: prehistoryczną (IV a) oraz współczesną (IV b). Podział ten oparto na kryteriach archeologicznych, mając na uwadze czas aktywności człowieka w jaskini oraz jego preferencje kulturowe.

OKRES SPELEOGENETYCZNY




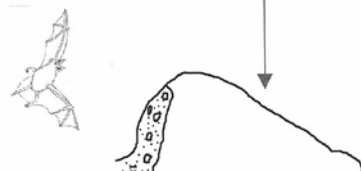
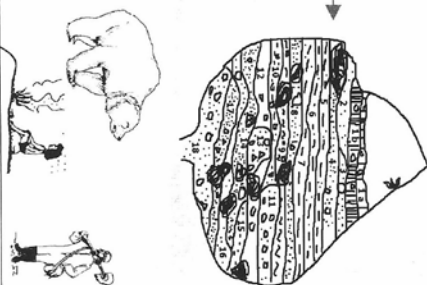
Okres speleogenetyczny (inicjalno-krasowy rozwoju jaskini) obejmuje czas tworzenia się systemu Jaskini Biśnik i rozwoju zjawisk krasowych w pasie wyżyn Polski (ryc. 7). Należy podkreślić, iż ustalenie wieku i genezy badanej jaskini sprawia wiele trudności, zaś odtworzenie elementów środowiskowych z tego okresu leży w sferze rekonstrukcji teoretycznych, ponieważ nie mamy tutaj jeszcze żadnych danych pochodzących z badań jej osadów. Poznanie wyróżnionego okresu opiera się głównie na analizie literatury dotyczącej historii rozwoju krasu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej.

Przyпуска się, że próżnia badanej jaskini wykształciła się w neogenie (miocen). W tym czasie zaznaczył się w jaskini okres warunków freatycznych czyli aktywności wstępującej wód, migrujących wzdłuż nachylonych szczelin ciosowych. Morfologiczne świadectwa przepływu freatycznego w postaci owalnych zagłębień w jej ścianach i stropie sugerują, iż na początku była ona obiektem odizolowanym (próżnia) o ubogim (abiotycznym) środowisku. Nie wiemy dokładnie kiedy freatyczna próżnia jaskini „otworzyła się na świat”. Przypuszczalnie nastąpiło to z chwilą powstania w niej pierwszych osadów (takie tworzą warstwę 18, dla której nie ma wyników datowania). Jeśli warstwa leżąca wyżej (warstwa 17) wykształciła się podczas zlodowacenia odry, zapewne nastąpiło to wcześniej.

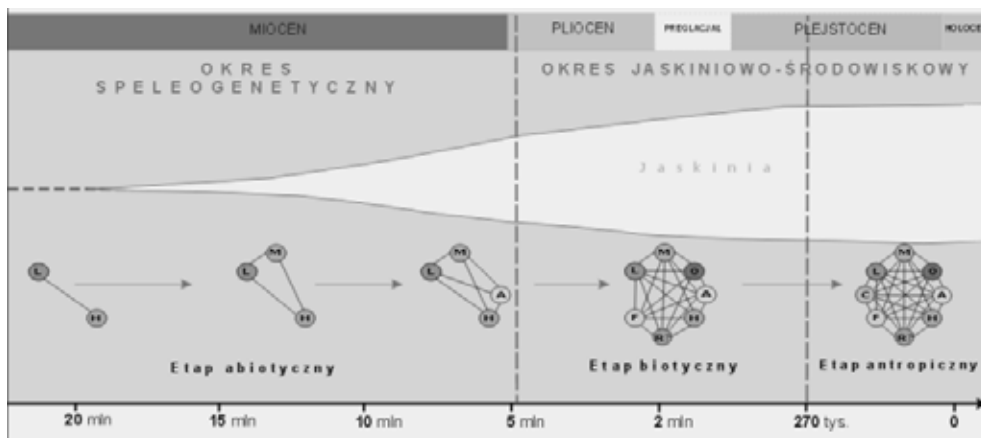
Etap abiotyczny

Na etapie abiotycznym zaczęły kształtować się pierwsze elementy środowiska jaskiniowego. Etap ten rozpoczął się prawdopodobnie w miocenie i trwał do czasu otwarcia się jaskini na wpływy środowiska zewnętrznego, co mogło nastąpić w pliocenie, preglacjale lub na początku plejstocenu.

Najpierw w tym etapie w jaskini panowały warunki freatyczne (całkowite wypełnienie wodą), a tym samym była ona pozbawiona składników biotycznych (nie licząc mikroorganizmów), osadów i atmosfery. Powiązania środowiskowe jakie wówczas zachodziły, dotyczyły przede wszystkim relacji pomiędzy wodą a skałą wapienną, w wyniku czego następował rozwój morfologiczny jaskini.

Stratygrafia:	miocen		NEOGEN		PLEJSTOCEN (złodowacenia):		HOLOCEN			
Okres:	SPELEOGENETYCZNY									
Etap:	ABIOTYCZNY									
Faza:	I Inicjalno- szczelinowa (poszerzania szczelin ciosowych)		II Jaskiniowo- rozwojowa (tworzenia się komór jaskiniowych w warunkach wypchnięcia wody)		III Środowiskowo- biologiczna (wypełnienia jaskini osadami oraz działalność zwierząt i roślin)		IV Środowiskowo- antropiczna (wypełnienia jaskini osadami oraz działalność człowieka, zwierząt oraz roślin)			
Podfaza:	-		II a freatyczna		II b wadyczna		IV a prehistoryczna		IV b współczesna	
Schemat rozwoju jaskini:										

Ryc. 6. Etapy rozwoju Jaskini Biśnik, rys. K. Kasprowska-Nowak
 Fig. 6. Stages of development of Biśnik Cave, drawn by K. Kasprowska-Nowak



Ryc. 7. Główne okresy i etapy rozwoju środowiska Jaskini Biśnik. Elementy środowiska jaskiniowego: A – atmosfera podziemna; C – człowiek; F – fauna; H – wody; L – skała krasowiejąca; M – morfologia; O – osady; R – roślinność; linia przerywana – granica etapu ewolucyjnego. Rys. K. Kasprowska-Nowak

Fig. 7. Main periods and stages of development of the Biśnik Cave environment. Elements of the cave environment: A – microclimate; C – man; F – fauna; H – cave waters; L – karstified rock; M – morphology; O – cave sediments; R – vegetation; dotted line – boundary of the evolution stage. Drawn by K. Kasprowska-Nowak

Faza inicjalno-szczelinowa (I)

Wyróżniona faza obejmowała pierwsze stadium tworzenia się jaskini, polegające na relacji pomiędzy wodą a pociętą szczelinami skałą wapienną, które powstały na skutek intensywnych ruchów pionowych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej w miocenie (Wójcik 1974). Prawdopodobnie jaskinia rozwijała się wówczas w warunkach krasu hypogenicznego, co było związane z dopływami wód z głębszych partii masywu, znajdujących się pod ciśnieniem.

Faza jaskiniowo-rozwojowa (II)

Wydzielona faza związana była z dalszym rozwojem jaskini, który polegał na kształtowaniu się komór jaskiniowych pod wpływem ruchów wody w warunkach najpierw freatycznych, a później wadycznych. Relacje środowiskowe jakie zachodziły w obrębie tej fazy dotyczyły powiązań pomiędzy elementami środowiskowymi, takimi jak: woda, skała i morfologia (kształt) jaskini. Pod koniec fazy jaskiniowo-rozwojowej, kiedy obniżał się poziom wód w jaskini, w systemie wzajemnych relacji środowiskowych znalazł się kolejny geokomponent w postaci tworzącej się atmosfery podziemnej.

Podfaza freatyczna (II a)

Wyróżniona podfaza polegała na dalszym dopływie do poszerzonych już szczelin wód podziemnych (kras hypogeniczny) i ich korozji. Dowodem na istnienie takiego przepływu mogą być kształty sal badanej jaskini (zbliżone do kulistego) oraz obecność w jej ścianach i stropie owalnych zagłębień, typowych dla form powstających w warunkach ascensyjnej cyrkulacji wód podziemnych. Należy zaznaczyć, iż wspomniane zagłębienia występują w jaskini licznie. Najlepiej widoczne są one w Komorze Głównej i pierwszej sali Schro-

niska Bocznego. Pojedyncze formy można też spotkać w najdalszych partiach Schroniska (strop), które są tutaj pokryte naciekiem z mleka wapiennego. Owalne zagłębienia świadczą o tym, że jaskinia w całym swoim przekroju była wypełniona wodą.

Podfaza wadcyczna (II b)

Na skutek poszerzenia i pogłębiania dna doliny (erozja) poziom wody w jaskini obniżał się. Woda nie wypełniała już całej jaskini. Płynęła jedynie dolnymi partiami jej korytarzy. Możliwe też było zasilanie wodami deszczowymi infiltrującymi niewielkimi kanałami i szczelinami w obrębie masywu (Skała Biśnik). W późniejszym czasie jaskinia przypuszczalnie uległa osuszeniu. Jej strop częściowo zawalił się, w wyniku czego powstał otwór wejściowy. Jaskinia otworzyła się wówczas na wpływy środowiska zewnętrznego i w ten sposób rozpoczął się kolejny okres w jej rozwoju – okres jaskiniowo-środowiskowy.

OKRES JASKINIOWO-ŚRODOWISKOWY

Początek okresu jaskiniowo-środowiskowego nastąpił z chwilą destrukcji części stropu jaskini od strony doliny. Z powodu braku wyników datowania osadów tworzących warstwę 18 trudno dokładnie ustalić, kiedy to nastąpiło. Przypuszczalnie miało to miejsce w pliocenie, preglacja lub na początku plejstocenu. W tym czasie zaczęły się w jaskini tworzyć pierwsze osady w postaci łu rezidualnego – być może wieku trzeciorzędowego (warstwa 18). Ponadto w dalszym ciągu kształtowała się jej pierwotna atmosfera. Istotnym wydarzeniem było również wkroczenie do jaskini organizmów żywych – zwierząt i roślin, mikroflory pokrywającej ściany skalne jej wstępnych części, a następnie człowieka (około 270–250 ka B.P.; OIS 8). Okres jaskiniowo-środowiskowy został zarejestrowany we wszystkich wydzielonych do tej pory warstwach osadów jaskini (18–1 a).

Etap biotyczny

Etap biotyczny w rozwoju środowiska jaskini został zapisany w najniższej warstwie osadów (warstwa 18) jałowej w zabytki archeologiczne. Ponieważ osady warstwy nadległej (warstwa 17) odpowiadają zlodowaceniowi odry, można domniemywać, że historia tego etapu rozpoczęła się ponad 270 ka B.P., czyli w czasie poprzedzającym pojawienie się i działalność człowieka w jaskini. Etap biotyczny ściśle wiązał się z otwarciem się jaskini na wpływy środowiska zewnętrznego, powstaniem pierwotnej atmosfery podziemnej, a co ważniejsze ze wzbogaceniem geokompleksu jaskiniowego o kolejne elementy środowiskowe w postaci fauny i flory.

Faza środowiskowo-biotyczna (III)

Wyróżniona faza nawiązuje do działalności organizmów żywych w jaskini (zwierzęta, rośliny) oraz wypełniania jej osadami. Za obecnością zwierząt w jaskini świadczy zmineralizowany pelit kostny stwierdzony w warstwie 18. Mając na uwadze fakt, iż nie udało się rozpoznać ich przynależności gatunkowej oraz sądząc z odkryć na stanowiskach krasowych pomiędzy Częstochową a Działoszynem i w Jurze Ojcowskiej (Samsonowicz 1936; Kowalski 1951; Lipecki i in. 2001), nie jest wykluczone, iż rozdrobnieniu i mineralizacji uległy szczątki fauny środkowopliocenijskich kręgowców np. gryzoni i nietoperzy. Gryzoni mogły przyczyniać się do nieznacznych zaburzeń tworzących się wypełnień, zaś nietoperze do powstania osadów organogenicznych (guano). Obok drobnej fauny w jaskini zaznaczyła się przypuszczalnie działalność mikroorganizmów, czego dowodem

mogą być tlenki manganu obecne na powierzchniach gładzików wapiennych. W przypadku roślinności pokrywającej wstępne partie naskalne jaskini, jej obecność leży w sferze rekonstrukcji teoretycznych.

Jeśli by przyjąć, że kształtowanie się środowiska biotycznego jaskini nastąpiło w pliocenie, obszar Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej był łądem. Klimat był suchy o okresowych i obfitych opadach (Tyczyńska 1957). Wilgotniejsze okresy sprzyjały zapewne dużej wilgotności w jaskini i ożywieniu procesów rozpuszczania wapieni. W ich efekcie poszerzały się szczeliny i korodowały ściany skalne, a także powstawały osady rezydualne tworzące warstwę 18. Obok ilów, za znaczną wilgotnością w jaskini dodatkowo może przemawiać morfologia niektórych fragmentów gruzu wapiennego. Na skutek działalności wody i ocierania się okruszków w osadzie, ich krawędzie stawały się bardziej ogładzone. Temperatury powietrza we wnętrzu jaskini w okresach suchszych były prawdopodobnie wyższe od obecnych, na co wskazują wytrącenia związków żelaza, odpowiedzialne też za czerwonobrunatne zabarwienie osadów.

Etap antropiczny

Początek tego etapu wiąże się z pojawieniem się pierwszych artefaktów w wypełniku jaskiniowym, do których należały głównie narzędzia krzemienne i kościane, zidentyfikowane w warstwach: 17 i 16. Wspomniane materiały uchodzą za bezsporne dowody wzbogacenia geokompleksu jaskiniowego o kolejny element środowiskowy, którym był człowiek w jaskini. Jego pobyt w jaskini został odtworzony na podstawie analizy warstw osadów 17–1 a, w których wystąpiły zabytki archeologiczne.

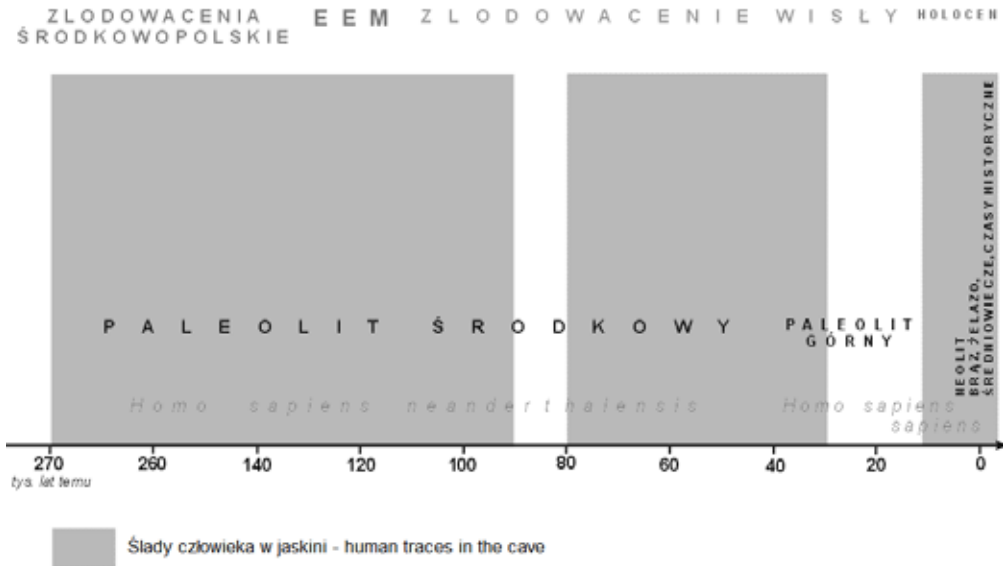
Faza środowiskowo-antropiczna (IV)

Wyróżniona faza nawiązuje do etapu antropicznego, a przede wszystkim do obecności i działalności człowieka w jaskini. Podczas fazy środowiskowo-antropicznej, obok człowieka, w systemie wzajemnych powiązań środowiskowych znalazły się także inne elementy środowiskowe, takie jak: zwierzęta, rośliny, skała krasowiejąca, atmosfera podziemna, wody oraz osady.

Przypuszcza się, że człowiek po raz pierwszy pojawił się we wnętrzu jaskini podczas jednego ze zlodowaceń środkowopolskich¹ (zlodowacenie odry, około 270–250 ka B.P.; Cyrek 2004), choć nie wyklucza się, że i wcześniej. Ciąg dalszy pobytu człowieka w jaskini potwierdzają artefakty obecne w warstwach: 15 (datowana na interglacjał lubawski, około 250–200 ka B.P.), 14 (związana ze zlodowaceniem warty, 200–128 ka B.P.), 13 i 12 (łączone z interglacjałem eemskim, około 128–115 ka B.P.) oraz 11–4 (związane ze zlodowaceniem wisły, około 115–35 ka B.P.). Najmłodszy etap obecności człowieka w jaskini został zarejestrowany w warstwach holocenijskich: 1 a i 1 b (ryc. 8).

Za obecnością fauny w jaskini, w minionych okresach geologicznych, przemawiają przede wszystkim ich szczątki kostne (z wyjątkiem warstwy 3 zostały one stwierdzone we wszystkich poziomach), a także skupiska fosforanów (powstały na skutek rozkładu kości w osadzie) oraz guano. Uchodzą one za pozostałości zwierząt, które najczęściej szukały

¹ Początek etapu antropicznego jest dość trudny do ustalenia. Najnowsze wyniki oznaczenia wieku bezwzględnych osadów (przeprowadzone dla osadów i przepalonych narzędzi krzemianych, pochodzących z warstwy 17) budzą wątpliwości z uwagi na zastosowanie metody TL. Jej wadą jest duży margines błędów, spowodowany m.in. wilgotnością sedimentów, od których w znacznej mierze zależy napromieniowanie próbek (Kozłowski J. K. 2004). Gdyby wyniki datowania metodą termoluminescencji okazały się w przyszłości słuszne, początek etapu antropicznego należałoby odnieść do interglacjału ferdynadowskiego, około 592–472 ka B.P. (Lindner 1992).



Ryc. 8. Jaskinia Biśnik. Etap antropiczny. Rys. K. Kasprowska-Nowak

Fig. 8. Biśnik Cave. Anthropic stage. Drawn by K. Kasprowska-Nowak

schronienia w jej wnętrzu lub padły ofiarą drapieżników, a nawet człowieka. Zwierzęta, które w różnych okresach przebywały w jaskini, mogły przyczynić się do zaburzeń pierwotnego ułożenia osadów (bioturbacje), a także do ich wzbogacania w substancje organiczne (odchody, padlina). W przypadku roślinności pokrywającej wstępne części obiektu, jej obraz leży w sferze rozważań hipotetycznych. Za obecnością flory naskalnej, pokrywającej jedynie partie przyotworowe jaskini, możemy wnioskować pośrednio. Mogą na nią wskazywać jamkowate zagłębienia zidentyfikowane w niektórych warstwach na powierzchniach okruszków wapiennych. Prawdopodobnie powstały one na skutek punktowego zakwaszenia ścian skalnych i stropu przez mchy (bryoflora), zanim uległy one rozkruszeniu i osadziły się w wypełniku jaskini (Madeyska-Niklewska 1969).

W czasie zlodowacenia odry (około 310–250 ka B.P.; Lindner 1992) łądolód w swym maksymalnym zasięgu przykrył całe dorzecze górnej Odry, sięgnął poprzez Bramę Morawską prawie pod dział wodny Odry i Morawy. Na wschód od Częstochowy oparł się o Wyżynę Małopolską i Lubelską (Mojski 1993, 2005). Według poglądów S. Różyckiego (1960) i potwierdzonych ostatnio przez J. Lewandowskiego (2011) Wyżyna Krakowsko-Częstochowska była w tym czasie wklęsłym „nunatakiem” otoczonym przez łądolód z dwóch stron, stanowiąc tzw. „jurajską oazę śródlądową”. Na przedpolu łądolodu panowały wówczas bardzo surowe warunki klimatyczne związane z oddziaływaniem procesów strefy peryglacialnej (wietrzenie mrozowe, powstanie wieloletniej zmarzliny i lodu gruntowego, silne wiatry i in.), które niewątpliwie rzutowały na dalsze kształtowanie się środowiska jaskiniowego. Można nawet przypuszczać, iż podczas zlodowacenia odry jaskinia przez pewien czas była wypełniona lodem, a jej otwór zasypany śniegiem. Jednak na dzień dzisiejszy nie mamy ku temu wystarczających dowodów.

Osady jaskiniowe, które tworzyły się podczas omawianego zlodowacenia są reprezentowane przez warstwy: 17 i 16. Z uwagi na przewagę dużego i ostrokrawędzistego gruzu wapiennego nad ogładzonym, pierwsza z wyróżnionych warstw może uchodzić za wskaźnik wietrzenia mrozowego w jaskini, które szczególnie intensywnie zaznaczało się w pobliżu jej otworu. Warunki peryglacjalne zapewne nie sprzyjały wytrącaniu się nacieków kalcytowych, a także dłuższemu pobytowi człowieka w jaskini, który pozostawił po sobie narzędzia kamienne i węgle drzewne w śladach palenisk, należące do zespołu archeologicznego A₆ i A₅ (Cyrek 2002, 2006). Przede wszystkim przyczyniały się one do gwałtownej zmiany w morfologii obiektu, cofania się otworu wejściowego na skutek odpadania skały ze ścian i stropu, zlodzenia osadów i ich zaburzeń. Za obecnością zwierząt w wyróżnionych warstwach jaskini, obok nagromadzenia ich szczątków kostnych, wiążą się także skupiska fosforanów, powstałych przypuszczalnie w efekcie rozkładu kości w osadzie.

Kolejny okres w środowiskowym rozwoju Jaskini Biśnik został zarejestrowany w warstwie 15 łączącej z interglacją lubawskim, zwanym także lubelskim (około 250–200 ka B.P.; OIS 7). Był to period stosunkowo ciepły i jak każdy interglacjał, charakteryzował się on chłodniejszymi i ciepłymi epizodami, którym odpowiadały zmiany roślinności. W tym czasie ukształtował się kolejny model środowiskowy w jaskini, złożony ze wszystkich elementów środowiskowych. Skład fauny w wyróżnionej warstwie charakteryzował się wzrostem udziału gatunków leśnych (Wiszniewska i in. 2002). Można to traktować jako wyraźny wskaźnik poprawy warunków klimatycznych, a tym samym złagodzenia temperatur we wnętrzu jaskini. Wietrzenie chemiczne przeważało wówczas nad mechanicznym, czego dowodem może być ogładzony charakter krawędzi głazików wapiennych związany najpewniej z oddziaływaniem kapiącej ze stropu wody, a także obecność wytrąceń żelaza, częściowo odpowiedzialnych za rudawe zabarwienie osadów.

Osady warstwy 14 utożsamiane są wiekowo ze zlodowaceniem warty (około 200–128 ka B.P.; OIS 6). Był to kolejny okres panowania surowych warunków klimatycznych na obszarze Polski, związany z ponowną transgresją lądolodu. Wyżyna Krakowsko-Częstochowska (w tym Jaskinia Biśnik) po raz kolejny znalazła się w zasięgu oddziaływania warunków klimatu peryglacjalnego. Dominującymi składnikami osadów w wyróżnionej warstwie są gruz wapienny i pył. Znaczne nagromadzenie okruchów wapiennych może być wskaźnikiem wielokrotnego zamarzania i rozmarzania wody, która wypełniała liczne szczeliny skalne. Niskie temperatury, które panowały we wnętrzu jaskini, były odpowiedzialne za natężenie mechanicznego kruszenia jej ścian i stropu, a tym samym za zmiany w jej morfologii (poszerzanie sal i korytarzy). Obecność lessu w jaskini, który dostawał się tam przez otwór wejściowy lub szczelinami z powierzchni skały nad jaskinią, dodatkowo wskazuje na działalność silnych wiatrów i turbulencji powietrza – zwłaszcza w jej partiach przyotworowych, gdzie rozciągała się prawdopodobnie strefa mikroklimatu dynamicznego. Nagromadzenie kości zająca bielaka *Lepus timidus*, którego stopy budową przypominają rakiety śnieżne i chronią przed zapadaniem się w śnieg, świadczyć może o gromadzeniu się tutaj w okresie zimowym śniegu.

Podczas zlodowacenia warty warunki w jaskini nie były stabilne. Mogą na to wskazywać: próchnica, ily oraz ogładzone krawędzie gruzu wapiennego. Przypuszczalnie powstały one w okresach niewielkiego ocieplenia (interstadiały). Nie można jednak wykluczyć, że wspomniane materiały wykształciły się później, tj. w interglaciale eemskim (około 128–115 ka B.P.; OIS 5 e). Obecność próchnicy może świadczyć o rozwoju procesów glebowych nad jaskinią i roślinności, która zapewne pokrywała również jej partie

przyotworowe. W przypadku iłów i ogładzonych krawędzi okruców wapiennych, są one niewątpliwie związane z dużą wilgotnością w jaskini na skutek działalności przesączającej się szczelinami wody, która później gromadziła się (kałuże) w dnie tworzącego się wypełniska. Można również przypuszczać, iż w okresach interstadialnych zlodowacenia warty zaistniały warunki dla bytowania człowieka w jaskini, o czym przekonują nas jego ślady (artefakty zespołu archeologicznego A₃). Obok działalności człowieka, był to również czas aktywności zwierząt w jaskini, z czym można łączyć obecność szczątków kostnych. Na niektórych powierzchniach gruzu wapiennego stwierdzono również nagromadzenia tlenków manganu, które dodatkowo poświadczają o działalności mikroorganizmów.

Kolejnym etapem w środowiskowym rozwoju Jaskini Biśnik, był interglacjał eemski. W tym czasie lądolód skandynawski całkowicie ustąpił z obszaru Polski (Mojski 1993). Wyróżniony interglacjał został zarejestrowany w osadach warstw: 13 i 12, zbudowanych głównie z gliny piaszczystej i gruzu wapiennego. Charakter gruzu (gładkie powierzchnie, ogładzone krawędzie) może dowodzić podwyższonej temperatury i dużej wilgotności w jaskini, która sprzyjała nie tylko jego ogładzeniu, ale także silnej korozji. Niektóre powierzchnie okruców skalnych gdzieśgdzie pokryte są jamkami, które można wiązać z silnym punktowym zakwaszeniem spowodowanym – być może – działalnością bakterii lub bryoflory. Trzeba wspomnieć i o tym, że część gładzików wapiennych posiadała także skorupkę węglanową. Może ona dowodzić zmienności warunków mikroklimatycznych w jaskini (temperatur i wilgotności powietrza), sprzyjających takiej cementacji oraz tworzenia się szaty naciekowej. Na powierzchni gruzu wapiennego stwierdzono również obecność wytrąceń mineralnych (tlenki manganu, fosforany), związanych najprawdopodobniej z aktywnością zwierząt w jaskini.

Zauważono, że warstwy: 13 i 12 charakteryzują się licznymi deformacjami osadów (utrata ciągłości, przyjmowanie form soczewek i pogrążów). Przerwanie ciągłości warstw częściowo można wiązać z aktywnością życiową niektórych zwierząt w jaskini – być może – lisa *Vulpes vulpes*, którego kości zidentyfikowano w osadach. Istnieje również prawdopodobieństwo, że zostało ono spowodowane działalnością człowieka środkowo-paleolitycznego w jaskini, o czym poświadczają artefakty należące do zespołów archeologicznych A₂ i A₁. Nie można także wykluczyć, iż zaburzenie pierwotnego położenia warstw nastąpiło na skutek wietrzenia mrozowego osadów podczas zlodowacenia północnopolskiego (wisły, Vistulian). W przypadku soczewkowatych form osadów, mogły one utworzyć się na skutek działalności małych strumieni błotnych, wnoszących do jaskini materiał z zewnątrz, związanych przypuszczalnie z gwałtownymi opadami okresowymi (Madeyska-Niklewska 1969).

Warstwy osadów: 11, 10, 9 i 8 przypuszczalnie odpowiadają ostatniemu zimnemu piętrzu na obszarze Polski, którym było zlodowacenie wisły, a dokładniej jego najstarszemu odcinkowi, który – być może – przypadł na stadiał torunia (kaszubski), (około 115–80 ka B.P.). Okazuje się, iż osady warstw: 11–8, które zostały przypisane stadiałowi torunia, w pełni nie odzwierciedlają zewnętrznych warunków środowiskowych. Dotyczy to przede wszystkim warstw: 11 i 10. Z uwagi na występowanie w nich gruzu wapiennego z dominacją okruców o gładkich powierzchniach i o ogładzonych krawędziach, a także wytrąceń związków żelaza, wskazują one raczej na ich tworzenie się w okresach cieplejszych (Madeyska-Niklewska 1971). Nastąpiło to prawdopodobnie pod wpływem działalności korozyjnej migrującej szczelinami wody. Należy wspomnieć i o tym, iż niektóre z nich na swoich powierzchniach posiadają zagłębienia (jamki korozyjne), co może być także związane z wpływem bryoflory na skałę (biokorozja).

W warstwach osadów: 11–9 stwierdzono nagromadzenia tlenków manganu, fosforanów i kości. Świadczą one o pobycie zwierząt w jaskini oraz – być może – ich działalności odpowiedzialnej m.in. za mieszanie się osadów, mineralizację zawartej w nich substancji organicznej, a także powstanie zaburzeń w ich pierwotnym układzie (bioturbacje). W warstwie 8 zawartość próchnicy raptownie zmalała, a zawartość pyłu (w tym lessu) wyraźnie wzrosła. Przypuszczalnie jaskinia znalazła się wówczas pod wpływem oddziaływania klimatu peryglacjalnego. W okresie zimowym ujemne temperatury w jej wnętrzu doprowadzać mogły do zamarzania wody w szczelinach skalnych. Z uwagi na występowanie lessu, strefa przyotworowa jaskini znajdowała się najprawdopodobniej pod wpływem procesu soliflukcji oraz oddziaływania silnych wiatrów charakterystycznych dla klimatów zimnych. Ówczesny mikroklimat niekorzystnie wpływał także na zwierzęta odwiedzające jaskinię, ponieważ stwierdzono tutaj tak nieliczne ich szczątki, które nie pozwoliły na ich identyfikację gatunkową (Wiszniewska i in. 2002). Uniemożliwił on także zasiedlenie jaskini przez człowieka, co potwierdza brak w analizowanej warstwie materialnych śladów jego bytności.

Morfologia obiektu w tym czasie wyraźnie uległa przekształceniu. Prawdopodobnie po osadzeniu się warstwy 8, nastąpiło częściowe zawalenie się stropu w partii przyotworowej jaskini i utworzenie schroniska skalnego (Mirosław-Grabowska 2002a). Świadectwem tego zdarzenia jest obecność dużych głazów skalnych, znajdujących się w rejonie wejścia do Schroniska Boczno. W czasie wyróżnionego interstadiału ukształtowały się wszystkie elementy geokompleksu badanej jaskini. Na podstawie znacznego nagromadzenia drobnoziarnistych, warstwowanych piasków (ponad 90%) o błyszczących powierzchniach, dodatkowo przedzielonych mułami, można dojść do wniosku, iż znaczącym elementem ówczesnego środowiska jaskiniowego była woda płynąca. Wspomniane materiały dostały się do jaskini najprawdopodobniej na skutek podniesienia się poziomu wód w Dolinie Wodącej na skutek zatamowania osadami jej wylotu (Mirosław-Grabowska 1998). Dno doliny zaczęło się również podnosić, dzięki narastaniu własnych osadów. Woda przepływająca przez jaskinię zapewne przyczyniała się do zmian w stosunkach wilgotnościowych osadów i atmosfery podziemnej (obniżenie temperatury powietrza). Mogła być ona także odpowiedzialna za wypłukiwanie odpadłych od ścian i stropu pojedynczych okruchów wapiennych, jak również przeobrażenia morfologii jaskini. W Schronisku Bocznym, powyżej warstw piaszczystych, zaobserwowano wyraźne poszerzenie się jaskini i zmianę w wyglądzie jej ścian skalnych (nisze), które przypuszczalnie powstały na skutek procesu erozji i korozji. Należy nadmienić, iż po osuszeniu jaskini nastąpiło intensywne wietrzenie osadów. Świadczy o tym mniejszy udział minerałów średnio i mało odpornych (granatów, epidotów, sylimanitu, amfiboli, piroksenów) oraz wzrost minerałów odpornych (rutylu, cyrkonu, turmalinu, dystenu, staurolitu i andaluzytu), (Mirosław-Grabowska 2002a). We wszystkich wyróżnionych warstwach (11–8) występują materiały osteologiczne, dowodzące istnienia elementu biotycznego, którym były zwierzęta w jaskini. Z wyjątkiem warstwy 8 zawierały one także zabytki archeologiczne (zespoły: C, B, D), które poświadczają również o obecności człowieka w jaskini. Natomiast obecność roślinności pokrywającej jej partie przyotworowe w czasie interstadiału gniewu leży w sferze przypuszczeń.

Warstwy osadów: 4 i 3 reprezentują okres związany z interstadialem grudziądzka (35–30 ka B.P.; OIS 3). W osadach warstwy 4 zwiększył się udział ostrokrawędzistego gruzu wapiennego oraz pyłu. Można to wytłumaczyć nasileniem procesu dezintegracji mrozowej ścian skalnych i stropu jaskini, co wskazuje na zmiany w jej ukształtowaniu. Niskie temperatury prowadziły do zamarzania przesączającej się szczelinami wody, zaś

silne wiatry do gwałtownych zmian w cyrkulacji powietrza. Ponieważ materiały paleozoologiczne oraz artefakty (zespół archeologiczny G) pochodzące z tej warstwy okazały się nieliczne, ówczesne stosunki mikroklimatyczne raczej nie sprzyjały aktywności zwierząt i człowieka w jaskini. W przypadku roślinności strefy przyotworowej, w takich warunkach mogły jedynie przetrwać gatunki o dużej tolerancji termicznej.

Z analizy warstwy 3 wynika (jałowa w materiały osteologiczne i zabytki archeologiczne), iż podczas interstadiału grudziądza nastąpiło zubożenie badanego geokompleksu podziemnego o zwierzęta i człowieka. Z uwagi na wzrost ilości piasku (do 97%) i znaczną miąższość wydzielonej warstwy można wnioskować, że jaskinia ponownie stała się środowiskiem przepływu, a sedymentacja piasku była szybka. Na podstawie obecności pojedynczych okruchów ostrokrawędzistego gruzu wapiennego można dojść do wniosku, że obok erozyjnej działalności wody, we wnętrzu jaskini zaznaczyło się niewielkie wietrzenie mrozowe.

W czasie stadiału głównego zlodowacenia wisły (około 20–15 ka B.P.; OIS 2) doszło do rozwoju i zaniku ostatniego lądolodu w Polsce. Jaskinia Biśnik po raz ostatni znalazła się w zasięgu oddziaływania klimatu peryglacialnego. Kształtowała się wówczas warstwa 2 osadów jaskini. Głównym składnikiem tej warstwy był less (wskaźnik suchych i zimnych warunków) z pojedynczymi okruchami gruzu wapiennego. Z obserwacji terenowych wynika, iż jego miąższość wzrasta w kierunku NW otworów wejściowych jaskini, a to dowodzi, iż został on tutaj nawiany. Dodatkowo przemawia za tym znikoma ilość próchnicy (około 0,2%). Ponadto obecność lessu świadczy o niekorzystnych warunkach mikroklimatycznych we wnętrzu obiektu (niskie temperatury, mała wilgotność powietrza). Z uwagi na brak znalezisk archeologicznych w tej warstwie, takie warunki zapewne nie sprzyjały zasiedleniu jaskini przez człowieka. Materiały paleozoologiczne dowodzą, iż zwierzęta przebywały w jej wnętrzu. Zauważono, iż na poziomie warstwy 2 jaskinia wyraźnie się poszerza, co świadczy o intensywnym wietrzeniu mrozowym, odpowiedzialnym za kruszenie jej ścian skalnych i stropu. W warstwie 2 stwierdzono również podwyższoną koncentrację węgla wapnia (dwukrotnie większą w porównaniu z warstwą 3) oraz iłu (sześciokrotnie większą niż w warstwie 3). Źródłem pierwszego z wyróżnionych składników przypuszczalnie nie był tutaj proces wietrzenia skały wapiennej, lecz materiał lessowy lub kriochemiczny (powstały z wymarzenia roztworów wodnych). W przypadku iłu, przypuszczać należy, iż tworzył się on w okresie cieplejszym i wilgotniejszym, bowiem tylko działalność wody w jaskini i podwyższone temperatury w jej wnętrzu mogły przyczynić się do jego powstania. Wspomniane ocieplenie klimatyczne niewątpliwie zadecydowało o rozkwicie flory naskalnej.

Warstwy osadów: 1 b i 1 a tworzyły się po ustąpieniu lądolodu z obszaru Polski, co nastąpiło w czasie holocenu (OIS 1). Zbudowane są one głównie z gliny, której skład jest zależny od utworów zalegających na powierzchni (pył, piasek, próchnica). Składniki te dostały się do jaskini najprawdopodobniej na skutek działalności wód infiltracyjnych. Jeżeli chodzi o próchnicę, mogła ona również tworzyć się w części przyotworowej Jaskini Biśnik. W obydwu warstwach występuje gruz wapienny o zróżnicowanych krawędziach. W warstwie 1 a stwierdzono znaczną ilość okruchów o różnym charakterze powierzchni (gładkie i z jamkami korozyjnymi), a to może świadczyć o zaniku wietrzenia mrozowego przed jej powstaniem łączonym z ociepleniem. Podwyższone temperatury we wnętrzu jaskini oraz znaczna wilgotność powietrza niewątpliwie decydowały o wytrącaniu się nacieków kalcytowych i dużej roli skraplania wód, prowadzącego do korozji ścian skalnych

i stropu. Obecność artefaktów o przynależności do zespołów archeologicznych: H₂, H₁, J oraz I w warstwach 1a i 1 b przemawia za pobytom człowieka w jaskini. Występowanie w wyróżnionych warstwach fosforanów i kości wskazuje na występowanie i aktywność zwierząt (bioturbacje, erozja). Z danych A. Pelisiaka (1993–1994) wynika, iż w warstwach holocenów (Pod Nawisem) wśród fauny zidentyfikowano również kości zwierząt gospodarskich należące do krowy i kozy *Capra hircus*. Być może ta część jaskini pełniła rolę gospodarczą (zagroda) podczas nowożytniej eksploatacji osadniczej – podobnie jak Jaskinia Koziarnia w Śląsku koło Ojcowa. Jeżeli chodzi o roślinność prawdopodobnie była ona zbliżona do tej, która obecnie pokrywa wstępne partie naskalne badanego obiektu.

Z uwagi na fakt, że człowiek wielokrotnie przebywał w jaskini i przekształcał jej środowisko w różnych okresach historycznych, fazę środowiskowo-antropiczną podzielono na jednostki mniejsze (podfazy).

Podfaza prehistoryczna (IV a)

Wyodrębniona podfaza w głównej mierze nawiązuje do działalności człowieka w starszej epoce kamienia (paleolit), która dzieliła się na kilka okresów. Zakres czasu od megaglacjału środkowopolskiego do interstadiału gniewu zlodowacenia wistły przypada na paleolit środkowy, który wiąże się najprawdopodobniej z pobytom człowieka neandertalskiego *Homo sapiens neanderthalensis* w jaskini. Z wyjątkiem warstwy 8 materialne ślady jego działalności spotyka się w warstwach 17–5. Jego społeczność przynależała do różnych kultur archeologicznych, wśród których na wyróżnienie zasługuje kultura lewaluasko-mustierska i mikocko-prądnicka. Okres datowany na interstadiał grudziądza (warstwa 4) przypada na paleolit górny i łączy się on z działalnością człowieka współczesnego *Homo sapiens sapiens*, twórcy takich kultur jak np. szelecka i jermanowicka (Cyrek 2002, 2006).

Sądząc z analizy znajdujących w warstwach badanej jaskini zabytków archeologicznych w postaci fragmentów ceramiki i przedmiotów żelaznych, stwierdzić można, że ingerencja człowieka w środowisko jaskini zaznaczyła się także w młodszych okresach archeologicznych. Z analizy znalezionych w jaskini artefaktów wynika, że w młodszej epoce kamienia (neolit) w jaskini przebywali przedstawiciele kultur, takich jak pucharów lejkowatych (KPL) i ceramiki sznurowej (KCS). W epoce brązu wewnątrz obiektu penetrowała ludność związana z kulturami mierzanowicką i lużycką, zaś w epoce żelaza – przeworską z późnego okresu wpływów rzymskich. Ślady bytowania człowieka w jaskini związane są także ze średniowieczem (Pelisiak 1993–1994; Cyrek 2002; Muzolf 1997a, 1997b).

Biorąc pod uwagę liczbę warstw osadów i poziomów kulturowych, w których występowały materiały paleolityczne reprezentowane przez różnorodne narzędzia kamienne i kościane, można dojść do wniosku, iż człowiek przebywał w jaskini 15 razy. Z danych K. Cyrka (2004) wynika, że można w niej wyróżnić co najmniej 13 faz zasiedlenia przez środkowo- i górnopaleolityczne grupy ludzi na przestrzeni ponad 200 000 lat, tj. od zlodowacenia odry po interpleniglacjał zlodowacenia wistły. Brak znalezisk archeologicznych w warstwach: 8 (stadiał Torunia, około 90–80 ka B.P.), 3 (interstadiał grudziądza, około 30 ka B.P.) i 2 (stadiał główny, około 20–15 ka B.P.) dowodzi, iż pobyt ten nie był ciągły. Należy to wiązać z niesprzyjającymi warunkami klimatycznymi, w głównej mierze peryglacjalnymi, które poważnie decydowały o mikroklimacie badanego obiektu, a tym samym o możliwościach adaptacyjnych człowieka.

Z uwagi na niesprzyjający mikroklimat (duża wilgotność powietrza i niskie temperatury, które przyczyniały się do wychłodzenia organizmu), wędrowny tryb życia ówczesnych ludzi i zakładanie sezonowych/tymczasowych obozowisk, jaskinia zapewne nie służyła jako miejsce stałego przebywania w żadnym okresie paleolitu. Jeżeli chodzi o liczebność ówczesnych grup ludzkich jeszcze niewiele o niej wiadomo, ponieważ obiekt nie został dotąd w całości przebadany. Według K. Cyrka (2002) podczas interstadiału gniewu przebywała w Jaskini Biśnik grupa, która mogła składać się z dwóch lub trzech rodzin liczących od kilkunastu do dwudziestu kilku osób. Wnioski takie wysunięto z zachowanej liczby palenisk i pozostawionych wokół każdego z nich zabytków. Symboliczne oznakowanie niektórych miejsc w jaskini przez fragmenty czaszek zwierzęcych oraz umieszczenie w jednej z nich idealnie pasujących do oczodołów czaszki otoczków wapiennych może dowodzić, iż ówczesnym ludziom nieobce było myślenie związane z obrzędami magicznymi i wierzeniami religijnymi.

Skupisko sporej liczby zabytków (m.in. odłupków, wiórów, łusek), które zostało odkryte w warstwie 5 (Pod Nawisem przy obecnym wejściu do jaskini) sugeruje, iż w tym miejscu była zlokalizowana środkowopaleolityczna pracownia krzemieniarska. Podobne stanowisko pracy zostało stwierdzono w warstwie 1b (pasy: VII–IX, metry: 1, 2) związane z produkcją krzemienianych siekier czworościennych przez twórców kultury mierzanowickiej we wczesnej epoce brązu. Należy nadmienić, iż pierwotne ułożenie warstwy 1b zostało zaburzone na skutek działalności człowieka w średniowieczu. Zachowały się w niej bowiem pozostałości po obozowisku w postaci usytuowanej pod nawisem skalnym jamy odpadowej, którą wypełniały fragmenty ceramiki datowanej na XIV lub XV wiek oraz nóż żelazny (Cyrek 2002). Zatem wynika z tego, iż najdogodniejsze dla zakładania obozowisk były suche i ciepłe (nasłonecznione) partie przyotworowe jaskini. To tutaj najczęściej znajdowały się miejsca pracy, które nadawały się też do obserwacji dna doliny.

Jaskinia Biśnik położona jest obecnie około 6–8 m nad dnem Doliny Wodącej. W plejstocenie jej otwór musiał być dostępny dla człowieka. Sądząc z obecności w wypełnisku jaskiniowym piasków i ilów jeziornych, jak również kości zwierząt wodnych, w dolinie tworzyły się w różnych okresach cieki wodne. Wnioskując z zachowanych szczątków sowy błotnej *Asio flammeus*, siewki złotej *Pluvialis apricaria*, czy też brodzieca krwawodziobe-go *Tringa totanus* przypuszczalnie istniały tam również obszary zabagnione. Wysokość względna obiektu, a co ważniejsze bliskość do wody stwarzały korzystne warunki bytowe. Należy nadmienić, iż niejednokrotnie były one zakłócane z powodu nagłych wezbrań rzeki, która napływała do jaskini od strony doliny.

Prawie we wszystkich warstwach osadów zachowały się węgle drzewne i pył drzewny. Są to ślady palenisk i dowodzą działalności człowieka w jaskini. Ich największą koncentrację stwierdzono w warstwach: 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16 i 17. Na podstawie nagromadzenia tych materiałów można dojść do wniosku, iż poprzez rozpalanie ognisk w jaskini, człowiek mógł poważnie decydować o warunkach mikroklimatycznych panujących w jej wnętrzu. Podobnie jak współczesny ruch turystyczny, w jaskiniach mógł on także przyczynić się do wzrostu temperatury powietrza i ilości dwutlenku węgla, wpływających na korozję krasową. Trzeba wspomnieć i o tym, że w partiach przyotworowych jaskini (ściany skalne i strop) zachowały się czarne naloty. Z ich analizy mikroskopowej wynika, że są to ślady ognisk (sadza, dym) rozpalanych zapewne w czasach prehistorycznych. Na tej właśnie podstawie można domniemywać, iż człowiek pierwotny był także odpowiedzialny za zanieczyszczanie wnętrza jaskini oraz nagrzewanie jej ścian skalnych i stropu, co w efek-

cie mogło prowadzić do ich termicznego rozpadu. Z danych K. Cyrka (2002) wynika, iż w warstwie 1b (pas VII–VIII /metr 1) zachowały się osady w postaci przegrzanego piasku i lessu. Dlatego istnieje prawdopodobieństwo, że człowiek był także odpowiedzialny za zmiany termiczne w osadach dna jaskiniowego.

Jak wynika z pomiarów, temperatura w głębszych partiach jaskiń oscyluje w granicach średniej rocznej temperatury jej otoczenia. W Jaskini Biśnik waha się ona obecnie w granicach 7,0–7,5 °C. Według A. Jahna (1970) izoterma roczna w strefie peryglacialnej wynosiła około -1 °C i niejednokrotnie mogła być przekraczana. Mając na uwadze powyższe, można przypuszczać, iż temperatura w głębszych partiach jaskiń, w warunkach peryglacialnych, wynosiła mniej więcej tyle samo. Wnioskować więc należy, iż podana wartość temperatury panująca w głębi jaskini, hipotetycznie nie mogła sprzyjać pierwotnemu osadnictwu. Teoretycznie, z tego powodu właśnie, najdogodniejsze warunki dla jego realizacji panowały latem w jej części przyotworowej.

Jak już wcześniej wspomniano, w składzie osadów badanego obiektu często występują węgle drzewne. Na ich podstawie można sądzić, że człowiek paleolityczny poprzez rozpalanie ognisk i wieszanie na drewnianych rozporach skór zwierzęcych, które stanowiły rodzaj przegród wentylacyjnych w jaskini, mógł decydować o rozkładzie temperatur w jej wnętrzu, tym samym dostosowując ją do swoich potrzeb. Za dodatkowy czynnik modyfikujący specyficzny mikroklimat Jaskini Biśnik można uznać stosowanie przez człowieka pierwotnego zagród, budowanych z kości zwierząt u wejścia do jaskini, co dowodzi także zmian w jej morfologii. Pozostałość tego typu konstrukcji, którą K. Cyrek (2002, 2003 a) wiąże z szałasem lub wiatrochronem, zidentyfikowano tuż przed wejściem do jaskini (Pod Nawisem), na poziomie piasków (warstwy: 5 i 6), akumulowanych podczas interstadiału gniewu.

Bardzo ważną rolę w życiu pradziejowych osadników odgrywał ogień. Sądząc ze znacznej ilości nagromadzonych w Jaskini Biśnik szczątków niedźwiedzia jaskiniowego (*Ursus spelaeus*), wydaje się wielce prawdopodobne, że ogień był wykorzystywany w praktykach łowieckich. Mógł on służyć do zastraszenia zwierząt i wypędzania pojedynczej sztuki z jaskini. Niedźwiedzie dostarczały człowiekowi nie tylko dużej ilości mięsa, szpiku i tłuszczu, ale również skóry i futra do wyrobu odzieży.

Człowiek prehistoryczny w Jaskini Biśnik nie tylko przyczynił się do zmian mikroklimatycznych, morfologii i płoszenia zwierząt przebywających w jaskini. Mógł być również odpowiedzialny za zanieczyszczenie wód jaskiniowych (odchody), niszczenie szaty naciekowej i rozkopywanie osadów w celu tworzenia w nich schowków na żywność podczas obozowania (Cyrek 2002).

Podfaza współczesna (IV b)

Omawiana podfaza wiąże się przede wszystkim z interdyscyplinarnymi badaniami wykopaliskowymi i speleologicznymi (kartowanie jaskini), a także ze zwiedzaniem jaskini. Okazuje się, iż w wyniku działalności człowieka współczesnego najbardziej narażone na zniszczenia są takie elementy środowiska jaskiniowego jak skała krasowiejąca, z której zbudowana jest jaskinia, jej morfologia oraz wypełnisko. Przekształcenie otoczenia skalnego oraz kształtu badanej jaskini związane jest głównie z rozkuwaniem ścian wapiennych, co umożliwiła przejście ludzi oraz transportowanie do jej wnętrza różnego rodzaju sprzętu i materiałów (kable, lampy, deski, przyrządy pomiarowe i in.) w celu eksploracji osadów. Samo powiększenie otworu wejściowego (poprzez zwiększenie przekroju poprzecznego)

oraz komór jaskiniowych (na skutek usunięcia z nich osadów) przyczynia się do niestabilności stropu jaskiniowego i stanowi zagrożenie dla ludzi przebywających w jaskini. Z tego właśnie powodu jaskinia wymaga specjalnego nadzoru geologicznego i zastosowania odpowiednich podpór podtrzymujących strop, zwłaszcza w czasie prac wykopaliskowych.

Zmiany w naturalnej morfologii jaskini prowadzą również do przeobrażeń w jej mikroklimacie, co należy łączyć ze wzrostem szybkości wymiany powietrza z wnętrza jaskini z otoczeniem. Na skutek przesuwania się granic stref mikroklimatycznych w głąb jaskini został zahamowany proces tworzenia się nacieków kalcytowych w jej wstępnych partiach. Dodatkowym czynnikiem przyczyniającym się do niszczenia szaty naciekowej jest obecność flory naskalnej, zwłaszcza mchów (biokoroza), wkraczających do przyotworowych partii jaskini. Należy nadmienić, że do rozwoju roślinności, obok docierającego światła słonecznego, przyczynia się także oświetlenie sztuczne zakładane na czas wykopalisk.

Następstwem przeobrażeń mikroklimatycznych są również zmiany we florze i faunie jaskiniowej oraz w stosunkach wodnych jaskini. Na skutek usuwania osadów ze wstępnych części jaskini, zwiększa się zasięg dynamicznej strefy przyotworowej, a w efekcie flory naskalnej. Najlepiej jest to widoczne na ścianach i w stropie Komory Głównej, gdzie bujnie rozwijają się mchy. W ostatnich latach nie stwierdzono obecności nietoperzy w jaskini. Przyczyną zaniku tych ssaków może być coraz częstsze zwiedzanie jaskini. Zmiany w podziemnym ustroju wodnym ogólnie objawiają się tym, iż miejsca na ścianach skalnych, które po zakończeniu jednego sezonu wykopaliskowego były wilgotne, w trakcie kolejnego stawały się suche. Zauważono również, iż głębsze partie jaskini z roku na rok stają się bardziej zawadnione.

Współczesna ingerencja człowieka w środowisko jaskini wywiera wpływ na zanieczyszczenie jej ścian skalnych i stropu (sadza, rysunki sprayem), zaśmiecanie (butelki plastikowe, patyki, gwoździe, fragmenty folii itd.) oraz zanieczyszczenie wody (co potwierdzają wyniki analiz chemicznych), gromadzącej się w kałużach w jej najdalszych częściach. Innym przykładem negatywnego oddziaływania na środowisko podziemne jest nagminne niszczenie krat zabezpieczających otwory wejściowe jaskini oraz nielegalne rozkopywanie jej wypełniska w celu pozyskiwania zabytków archeologicznych. Zmiany wywołane antropopresją w ostatnich latach dokonały się również w szacie roślinnej nad jaskinią oraz w pobliżu otworów wejściowych (taras, skała). Usunięcie z tych miejsc drzew i krzewów wiąże się bowiem z nasileniem procesu spłukiwania gruntu i zwiększeniem dopływu wód opadowych transportujących cząstki organiczne przez system szczelin do jaskini, co w konsekwencji prowadzi do podziemnej korozji i erozji osadów.

WNIOSKI

Kształtowanie środowiska Jaskini Biśnik to ciągły proces, zapoczątkowany w neogenie. Ewolucję środowiska jaskiniowego od momentu powstania jaskini cechował wzrost złożoności geokompleksu jaskiniowego wskutek kształtowania się nowych elementów środowiskowych oraz zwiększenia ilości powiązań między nimi. W miarę rozwoju środowiska jaskiniowego zmieniał się udział kształtujących go czynników – malała rola czynników zewnętrznych (procesy tektoniczne, zmiany klimatyczne, zlodowacenia), zaś wzrastała rola czynników wewnętrznych (procesy wietrzenia, działalność organizmów żywych oraz człowieka).

W historii rozwoju środowiska jaskiniowego wyróżniono dwa okresy: speleogenetyczny i jaskiniowo-środowiskowy, a w ich obrębie trzy etapy: abiotyczny, biotyczny i antropiczny. Okres speleogenetyczny obejmuje czas formowania się systemu krasowego jaskini, który pokrywa się z rozwojem krasu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, co miało miejsce w neogenie. Był to etap (abiotyczny) tworzenia się pierwszego układu środowiska jaskiniowego pozbawionego elementów biotycznych oraz (w początkowym stadium rozwoju) atmosfery podziemnej z uwagi na całkowite wypełnienie jaskini wodą znajdującą się pod ciśnieniem (warunki freatyczne, najprawdopodobniej hypogeniczne). Początek etapu nastąpił przypuszczalnie w miocenie i trwał do czasu „otwarcia się jaskini na świat”. W tym czasie kształtowała się pierwotna morfologia jaskini, z którą obecnie wiążemy kuliste kształty sal oraz owalne zagłębienia stropowe. W etapie abiotycznym zaznaczyły się dwie fazy: inicjalno-szczelinowa (I) oraz jaskiniowo-rozwojowa (II). Z uwagi na zmieniające się warunki hydrodynamiczne w jaskini ostatnią z wyróżnionych faz podzielono na dwie podfazy: freatyczną (II a) i wadyczną (II b).

Okres jaskiniowo-środowiskowy to etap(y) formowania się środowiska jaskiniowego z udziałem organizmów żywych, w tym człowieka (warstwy 18–1 a). Jego początek nastąpił z chwilą zawalenia się części stropu jaskini (od strony doliny) i jej połączenia ze środowiskiem zewnętrznym (transformacja systemu próżni podziemnych w system jaskiniowy). Obejmował on zakres czasu od pliocenu (?) lub preglacjału przez okresy zlodowaceń do holocenu. Rozwój środowiska jaskiniowego w tym okresie był stymulowany oprócz procesów korozyjnych i grawitacyjnych, również aktywnym oddziaływaniem innych czynników (dezintegracja mrozowa, krioturbacje, soliflukcja i in.) zmieniających się pod wpływem oscylacji klimatycznych. W okresie jaskiniowo-środowiskowym wyodrębniono dwa etapy: biotyczny i antropiczny. Etap biotyczny (faza środowiskowo-biotyczna III), łączony jest z wkroczeniem do jaskini organizmów żywych (schyłek pliocenu lub początek plejstocenu) i z ich wyraźnym wpływem na środowisko jaskiniowe (bioturbacje osadów, tworzenie się w osadach kompleksów mineralno-organicznych itd.). Etap antropiczny wiąże się z pojawieniem i działalnością w jaskini kolejnego elementu środowiskowego – człowieka (około 270–250 ka B.P. – zlodowacenie odry). W obrębie etapu wyróżniono fazę środowiskowo-antropiczną (IV) z dwoma podfazami (IV a, IV b), nawiązującymi odpowiednio do człowieka prehistorycznego (głównie paleolitycznego) i współczesnego – każda ze specyficznymi śladami jego aktywności życiowej.

Pobytek człowieka prehistorycznego w jaskini uzależniony był od panujących w jej wnętrzu warunków mikroklimatycznych oraz nagłych wezbrań rzeki, która wpływała do jaskini od strony doliny. Jego rola w przekształcaniu środowiska jaskiniowego wynikała przede wszystkim z potrzeb adaptacyjnych. Przyczyniała się ona m.in. do zmian mikroklimatu jaskini (paleniska, budowa szałasów lub osłon przed wiatrem), zanieczyszczenia jej ścian, stropu i podłogi (sadza, odpady i in.) oraz deformowania jej wypełniska (tworzenie schowków).

Współcześnie wpływ człowieka na środowisko jaskiniowe skupia się głównie wokół wykopalisk. Prace te wyraźnie przyczyniają się do zmian w morfologii obiektu, usuwania osadów itd. Wywołują one również zmiany mikroklimatu jaskini, skutkujące zaburzeniami procesów formowania się nacieków, przeobrażeniami w jaskiniowym ustroju wodnym, mikroflorze i faunie. Do poważnych zmian w środowisku jaskini przyczyniają się również zwiedzający poprzez nagminne niszczenie krat zabezpieczających otwory wejściowe jaskini, rozkopywanie jej wypełniska w celu pozyskiwania zabytków, zaśmiecanie itd.

Istnieje potrzeba rejestracji zmian zachodzących w środowisku jaskini, jak również konieczność prowadzenia szczegółowych badań kompleksowych. Jaskinia wymaga zastosowania specjalnego nadzoru geologicznego, konserwatorskiego i odpowiednich podpór podtrzymujących strop, zwłaszcza w czasie wykopalisk. Ważne byłoby zachowanie fragmentu ściany profilu osadów tzw. „świadka” dla przyszłych badań oraz na potrzeby edukacyjne. Konieczne jest również ochrona czynna obiektu, a także opracowanie planu ewentualnego zagospodarowania i udostępniania jaskini dla zwiedzających.

PIŚMIENNICTWO

Cyrek K. 2001. *Interdyscyplinarne badania w Jaskini Biśnik*, [w:] *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały konferencyjne, referaty, postery, sesje terenowe*, red. J. Partyka. Wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 338–347.

Cyrek K. (red.) 2002. *Jaskinia Biśnik. Rekonstrukcja zasiedlenia jaskini na tle zmian środowiska przyrodniczego*. Wyd. UMK. Toruń, ss. 232.

Cyrek K. 2003a. *Środkowopaleolityczna konstrukcja w Jaskini Biśnik na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej*. „*Archaeologia Historica Polona*”, **13**: 35–41.

Cyrek K. 2003b. *Biśnik Cave: A reconstruction of the sites's occupation in the context of environmental changes*. „*Eurasian Prehistory*”, **1**, 1: 5–29.

Cyrek K. 2004. *Początki zasiedlenia środkowej części Jury Polskiej na tle zmian środowiska przyrodniczego (od zlodowacenia odrzańskiego po interglacjał eemski)*, [w:] *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, red. J. Partyka. Wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 11–18.

Cyrek K. 2006. *Środkowopaleolityczne vistuliańskie zespoły wyrobów krzemiennych z Jaskini Biśnik*, [w:] *In memoriam Valdemari Chmielewski. Księga poświęcona pamięci Profesora Waldemara Chmielewskiego*. Światowit, Supplement Series P: Prehistory and Middle Ages, **11**: 93–101.

Dulias R. 1996. *Wydmy okolic Smolenia na Wyżynie Częstochowskiej*, [w:] *Współczesne oraz kopalne zjawiska i formy eoliczne. Wybrane zagadnienia*, red. T. Szczypek, J. M. Waga. Wyd. Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Park Krajobrazowy Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich, Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich. Sosnowiec, s. 39–46.

Hercman H., Gorka P. 2002. *Analizy metodą uranowo-torową kości kopalnych z Jaskini Biśnik*, [w:] *Jaskinia Biśnik. Rekonstrukcja zasiedlenia jaskini na tle zmian środowiska przyrodniczego*, red. K. Cyrek. Wyd. UMK. Toruń, s. 181–192.

Jahn A. 1970. *Wybrane zagadnienia strefy peryglacjalnej*. PWN. Warszawa, ss. 201.

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. 2013a. *Litologia i szata naciekowa Jaskini Biśnik*, [w:] *Materiały 47. Sympozjum Speleologicznego*. Wyd. Sekcja Speleol. Pol. Tow. Przyrodn. im. Kopernika. Kraków, s. 44–45.

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

- Kowalski K. 1951. *Jaskinie Polski*, 1. Wyd. Państwowe Muzeum Archeologiczne. Warszawa.
- Kozłowski J. K. 2004. *Wielka Historia Świata, Świat przed „rewolucją” neolityczną*, 1. Wyd. Fogra. Kraków, s. 43–97.
- Lewandowski J. 2011. „Jurajska Oaza Śródlodowa” w świetle badań ostatniego półwiecza. „Przegląd Geologiczny”, **59**, 11: 732–738.
- Lindner L. 1992. *Czwartorzęd. Osady. Metody badań. Stratygrafia*. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa, s. 76–613.
- Lipecki G., Miękinia B., Wojtal P. 2001. *Fauna kopalna Jaskini Łokietka*, [w:] *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały konferencyjne, referaty, postery, sesje terenowe*, red. J. Partyka. Wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 277–280.
- Madeyska-Niklewska T. 1969. *Górnoplejstocenne osady jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. „Acta Geologica Polonica”, **19**, 2: 341–392.
- Madeyska-Niklewska T. 1971. *Metody stosowane w badaniach górnoplejstocennych osadów jaskiń Wyżyny Krakowskiej*. „Światowit”, **32**: 5–25.
- Mirosław-Grabowska J. 1998. *Stratygrafia osadów czwartorzędowych wschodniej części Pasma Smoleńsko-Niegowonickiego (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska)*. „Studia Geologica Polonica”, **113**: 105–119.
- Mirosław-Grabowska J. 2001. *Litologia i stratygrafia osadów Jaskini Biśnik*, [w:] *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały konferencyjne, referaty, postery, sesje terenowe*, red. J. Partyka. Ojców, s. 529–532.
- Mirosław-Grabowska J. 2002 a. *Litologia i stratygrafia osadów Jaskini Biśnik*, [w:] *Jaskinia Biśnik. Rekonstrukcja zasiedlenia jaskini na tle zmian środowiska przyrodniczego*, red. K. Cyrek. Wyd. UMK. Toruń, s. 143–179.
- Mirosław-Grabowska J. 2002 b. *Geological value of Biśnik Cave sediments (Cracow-Częstochowa Upland)*. „Acta Geologica Polonica”, **52**, 1: 97–110.
- Mojski J.E. 1993. *Europa w plejstocenie*. Wyd. Polska Agencja Ekologiczna. Warszawa, ss. 333.
- Mojski J.E. 2005. *Ziemie polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy*. Wyd. PIG. Warszawa, ss. 404.
- Muzolf B. 1997a. *Sprawozdanie z badań na skale Biśnik w Strzegowej, województwo katowickie*, [w:] *Badania archeologiczne na Górnym Śląsku i Ziemiach Pogranicznych w 1994 roku*. Wyd. Centrum Dziedzictwa Kulturowego Górnego Śląska. Katowice, s. 144–153.
- Muzolf B. 1997b. *Walory Doliny Wodącej w rejonie miejscowości Smoleń – Strzegowa*. 7. Sympozjum Jurajskie „Człowiek i środowisko naturalne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej”. Wyd. Zarząd Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych. Dąbrowa Górnicza, s. 51–58.
- Pelisiak A. 1993–1994. *Jaskinia Biśnik (gmina Wolbrom, woj. katowickie) – badania z 1991 roku*. „Acta Archaeologica Carpatica”, **32**: 125–150.
- 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.
- Różycki S.Z. 1960. *Czwartorzęd regionu Jury Częstochowskiej i sąsiadujących z nią obszarów*. „Przegląd Geologiczny”, **8**: 424–429.

Pulina M., Żaba J., Polonius A. 2005. *Związek rozwoju form krasowych Pasma Smoleńsko-Niegowonickiego z tektoniczną aktywnością podłoża Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*. „Kras i Speleologia”, **11**(20): 39–85.

Samsonowicz J. 1936. *Zjawiska krasowe i trzeciorzędowa brekcja kostna w Wężach pod Działoszynem*. „Zabytki Przyrody Nieożywionej Ziemi Rzeczypospolitej Polskiej”, **3**: 147–155.

Szelerewicz M., Górny A. 1986. *Jaskinie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*. Wyd. PTTK „Kraj”, Warszawa-Kraków.

Tyczyńska M. 1957. *Klimat Polski w okresie trzeciorzędowym i czwartorzędowym*. „Czasopismo Geograficzne”, **28**, 131: 131–168.

Wiszniewska T., Socha P., Stefaniak K. 2002. *Czwartorzędowa fauna z osadów Jaskini Biśnik*, [w:] *Jaskinia Biśnik. Rekonstrukcja zasiedlenia jaskini na tle zmian środowiska przyrodniczego*, red. K. Cyrek. Wyd. UMK. Toruń, s. 193–225.

Wójcik Z. 1974. *Denudacja krasowa w trzeciorzędzie na terenie środkowej i południowej Polski*. „Prace Muzeum Ziemi”, **22**: 149–168.

SUMMARY

The paper presents the evolution of the environment of Biśnik Cave (central part of the Polish Jura Chain). The cave environment is assumed as a geocomplex of interrelated elements (karstified rock, morphology, cave waters, microclimate, vegetation, fauna and man), which evolve under the influence of both the external factors (climatic changes, geomorphological processes, seismic and tectonic events) and the internal ones (cave development, formation of cave sediments, etc.). Reconstructed elements of the cave environment cover the span of its development since the cave inception (Neogene Period) to the present day. The main events (stages) in the cave environment development are placed on the geological time axis. The development stages demonstrated in the paper include two periods (speleogenetic and cave-environmental) and three stages (abiotic, biotic and anthropic), among them four phases: initialized-slot (I), cave-developmental (II), environmental-biotic (III), and environmental-anthropic (IV). Based on the hydrodynamic conditions in the cave, the cave-developmental phase is divided into two sub-phases: phreatic (II a) and vadose (II b). In the case of the environmental-anthropic phase the research indicates the existence of two sub-phases: prehistoric (IV a) and contemporary (IV b). This division is based on archaeological criteria (the time of human activity in the cave and people's cultural preferences).

The geocomponents of the cave environment are under the threat from anthropopressure. Biśnik Cave urgently needs implementation of the project aimed at the special protection and regulation of tourism.

Translated by the author