

inne gorsze, mimo że mogą dotyczyć tego samego obiektu.

Na początku lat 80. XX w. działający na Jurze dokumentaliści jaskiniowi (Marian Czepiel, Zdzisław Lorek, Marian Napierała, Krzysztof Mazik, Zbigniew Rysiecki, Adam Szykiewicz i Jerzy Zygmunt) zgodzili się koleżeńsko udostępnić swoje materiały, w tym także plany jaskiń, dla potrzeb tworzonej wtedy książki M. Szelerewicza i A. Górnego. Ale to nie oznaczało, że przekazali także autorstwo tych planów, co zostało uszanowane przez autorów. Wystarczy zajrzeć do tej książki aby się o tym przekonać.

Każdy plan jaskini został opracowany przez konkretną osobę (często z pomocą kolegów, tzw. „taśmowych” – zwyczajowo pomijanych w podpisie planu, lecz wymienianych w opisie obiektu) w jakimś konkretnym czasie. Czas jest tu bardzo ważny, bo dany obiekt już w następnym roku może wyglądać inaczej albo nawet nie istnieć. Dlatego też obok autora planu musi figurować data (rok) jego wykonania. W przypadku gdy cytowane plany zostały pozyskane z jakiejś publikacji, obok nazwiska autora i daty wykonania planu należy podać autora cytowanej publikacji oraz rok jej wydania. Najlepiej zilustrować to na kilku typowych przykładach:

tak było	tak być powinno
<i>Plan Groty Niedźwiedziej, wg Zygmunta i in. (2011)</i>	
<i>plan Groty Niedźwiedziej w Złotym Potoku, wg M. Czepiela 1999-2001, [w]: Zygmunt i in. 2011.</i>	
<i>Plan Jaskini Maurycego, wg Szelerewicza i Górnego (1986), zmienione</i>	
<i>plan Jaskini Maurycego, wg J. Zygmunta 1982, [w]: Szelerewicz, Górny 1986.</i>	
<i>plan of the Żabia Cave (after Mazik, Lorek 1979 and Szelerewicz, Górny 1986; modified)</i>	
<i>plan of the Żabia Cave (after K. Mazik 1979, modified Szelerewicz, Górny (1984) 1986.</i>	

Jerzy Zygmunt
Speleoklub Częstochowa

Rola badań speleomikologicznych w badaniach biologii jaskiń

Wojciech Pusz, Rafał Ogórek
(Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Zakład Fitopatologii i Mikologii)

Pojęcie „speleomikologia” zostało po raz pierwszy w literaturze światowej użyte przez autorów w roku 2014. Oznacza ono całość badań naukowych mających na celu poznanie zbiorowisk grzybów w jaskiniach i innych obiektach podziemnych (sztolnie, kopalnie, bunkry, tunele itp.). Speleomikologia obejmuje badania składu gatunkowego oraz liczebności zarodników i innych organów tworzących kolonie grzybów zasiedlających skały, wodę, powietrze, a także obecną w jaskiniach materię organiczną.

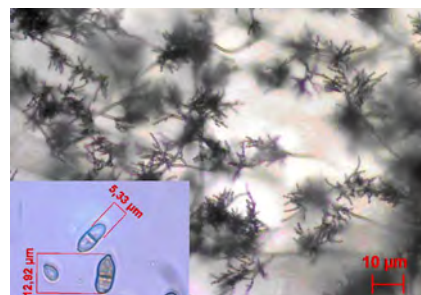
Przez wieki ekosystem jaskiń był zbilansowany i zachodziła w nim wyraźna równowaga, która została zaburzona m.in. z chwilą wejścia do nich człowieka traktującego jaskinie jako miejsce bytowania, schronienia, eksploatacji, a następnie celu turystycznych wycieczek. To właśnie człowiek wniósł do jaskiń nazwijmy to „obcą” do tej pory, materię organiczną (w postaci jedzenia czy też innych resztek organicznych), na której zaczęły rozwijać się mikroorganizmy (w tym i grzyby), co skutkowało z kolei zaburzeniem homeostazy tego unikalnego środowiska.

Grzyby stanowią istotny element ekosystemu obiektów podziemnych, pełniąc w nich rolę m.in. destruentów oraz pasożytów. Występują przede wszystkim na materii organicznej takiej jak np. odchody zwierząt czy też ich martwe ciała. Niska temperatura oraz niewielka dostępność składników odżywczych powoduje, że środowisko obiektów podziemnych nie sprzyja rozwojowi w nich grzybów. Najczęściej w podziemiach grzyby występują w postaci zarodników, które dostają się do wnętrza z prądami powietrza, wodą oraz są roznoszone przez zwierzęta zamieszkujące jaskinie (nietoperze, stawonogi) oraz ludzi odwiedzających je. Stanowią one m.in. pokarm dla bezkręgowców i stają się bardzo istotnym elementem ekologii jaskiń i innych obiektów podziemnych. Najczęściej występującymi grzybami

w jaskiniach są grzyby z rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Trichoderma* oraz *Cladosporium*. Wewnątrz jaskiń w powietrzu obecne są gatunki z rodzaju *Penicillium* i *Cladosporium*, a także *Alternaria*. W badaniach zarówno autorów, jak i innych badaczy



△ Zarodniki oraz grzybnia *Epicoccum nigrum* • fot. Rafał Ogórek



△ Grzyb *Cladosporium herbarum* • fot. Rafał Ogórek



△ Podczas pobierania próbek • fot. Rafał Ogórek

okazało się, że liczebność grzybów wyraźnie maleje w okresie zimy oraz wraz z oddalaniem się od wejścia do podziemi. Na skałach najczęściej występują gatunki z rodzajów *Mucor* i *Aspergillus*.

W wielu badaniach naukowych stwierdzono, że liczebność grzybów występujących w jaskiniach jest ściśle skorelowana z liczbą turystów, nietoperzy oraz obecnością ruchów powietrza. Ponadto niektórzy badacze twierdzą, że to właśnie obecność ludzi w jaskiniach rozpoczyna proces kolonizacji jaskiń przez mikroorganizmy, w tym grzyby, a także przyczynia się do zmian mikroklimatu w tym środowisku (wzrost temperatury i stężenia CO₂ w powietrzu). Wraz ze zwiększaniem się liczby turystów może więc wzrastać zarówno liczba kolonii jak i liczba gatunków grzybów, jakie występują w podziemiach. Wpływa to negatywnie na ekosystem jaskiń, odbijając się na zachwianiu równowagi biologicznej panującej w tym środowisku, przyczyniając się m.in. do zmian biochemicznych zachodzących na powierzchni skał.

Mikroorganizmy, w tym grzyby, są zdolne do wytwarzania metabolitów wtórnych, które mogą zanieczyszczać i rozkładać skały w jaskiniach. Grzyby mogą zanieczyszczać skały powierzchniowo poprzez wydzielanie barwników np. grzyby z rodzaju *Epicoccum* mogą wydzielać barwniki: β, γ-karoten, rhodoksantynę, torularodynę czy epikokconon. Natomiast poprzez wydzielanie kwasów organicznych grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Penicillium* i *Aspergillus* (m.in. kwas mlekowy, octowy, masłowy) lub mechanicznie przez wytwarzanie strzępek, grzyby mogą przyczyniać się do rozkładu skał (proces biowietrzenia).

Dowodem obecności i aktywności drobnoustrojów w jaskini są m.in. różnego rodzaju plamy i nacieki na powierzchni skał, nietypowe zabarwienie, wytrącenia i pozostałości korozji oraz przede wszystkim obecność biofilmu. Zjawiska tego typu są bardzo niebezpieczne dla obiektów podziemnych, w których znajdują się różnego rodzaju pamiątki archeologiczne.

Kolejnym, bardzo istotnym aspektem obecności grzybów i ich struktur w powietrzu jaskiń i innych obiektów podziemnych jest ich potencjalnie negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Grzyby mogą być przyczyną poważnych chorób infekcyjnych, jak i alergii u ludzi, np. grzyby z rodzaju *Aspergillus* mogą powodować infekcje różnych organów ciała u człowieka i innych ssaków, a także aspergilozę płuc.

W jaskiniach i obiektach podziemnych komercyjnie dostępnych dla turystów jest wielokrotnie więcej grzybów niż w tych, które nie są otwarte dla zwiedzających. Wiele badaczy twierdzi, że szczególnie w jaskiniach należy prowadzić stały monitoring środowiska (m.in. obecności i stężenia zarodników grzybów w powietrzu), którego celem jest określenie zmian, jakie zachodzą w ich mikrośrodku pod wpływem czynników zewnętrznych m.in. ruchu turystycznego. □



△ Pobieranie próbek powietrza • fot. Wojciech Puszczyński

Górnictwo ratowania zabytkowych dzielnic staromiejskich

W ostatnich latach ukazało się kilka popularnych publikacji poświęconych podziemnym trasom turystycznym w Polsce (notka o jednej z nich opublikowana została w jednym z poprzednich numerów JASKIN – 4/2013). Książka wymieniona w tytule tej notki jest jednak pozycją wyjątkową pośród nich.

Napisana została bowiem przez autorów rekonstrukcji i zabezpieczeń historycznych podziemi. Chociaż więc książka – podobnie jak inne publikacje poświęcone tej problematyce – wspomina trasy turystyczne, to koncentruje się na zagadnieniach historii podziemnych części polskich miast, stanu ich zachowania oraz pracach zabezpieczających te obiekty.

Książka rozpoczyna się rysem historycznym omawiającym dorobek górników z Akademii Górniczo-Hutniczej w zakresie geotechnicznych prac zabezpieczających sztuczne podziemia oraz przedstawieniem – na tym tle – sylwetek dwu inicjatorów i twórców zespołu prowadzącego te prace: prof. F. Zalewskiego oraz prof. Z. Strzeleckiego. Główną jednak częścią książki stanowi opis prac geotechnicznych oraz ich efektów na terenie następujących miast: Jarosławia, Kłodzka, Sandomierza, Opatowa, Rzeszowa, Świdnicy, Krasnostawu, Bystrzycy Kłodzkiej, Przemyśla, Bodzentyna, Krosna, Przeworska, Klimontowa, Kraśnika, Lublina i Krakowa. Prace te prowadzone były praktycznie od drugiej połowy lat pięćdziesiątych XX wieku. Opisy „podziemnego świata” poszczególnych miast są bardzo systematyczne i ujednolicone. Rozpoczynają się od zarysu historii danej miejscowości i waloryzacji jej zabytków. Dalej zawierają informacje o przesłankach historycznych dotyczących podziemi, opisują budowę geologiczną oraz warunki hydrogeologiczne, cel i sposób wykonania podziemnych pomieszczeń a także zagrożenia obiektów podziemnych. Na tym tle pokazują metody i charakter prac eksploracyjnych, zabezpieczających oraz rekonstrukcyjnych, jak też efekty tych prac. Profesjonalny geolog może dopatrzeć się w opisach i przekrojach geologicznych pewnych nieścisłości, zwłaszcza terminologicznych. Niekonsekwentne jest także cytowanie literatury – każdy rozdział poświęcony danej miejscowości kończy się pełnym spisem publikacji i prac archiwalnych, które jednak nie zawsze są cytowane w tekście. To jednak nie obniża wartości książki, która pozostaje w pełni wiarygodna w swej części dokumentacyjnej i górnictwej. Jej walory podnoszą z kolei liczne ilustracje pozwalające porównać stan wcześniejszy podziemi z ich stanem po rekonstrukcji.

Wśród inwentaryzowanych podziemi były piwnice, składy kupieckie, korytarze ucieczkowe i tajne przejścia (rozwinęte niekiedy nawet na czterech kondygnacjach), miejsca pochówku, ale także kanały ściekowe i burzowe oraz doły kloacalne i chłonne (śmieciowe). Ich inwentaryzacja obejmowała: analizy źródeł pisanych, wywiady z mieszkańcami, analizę szkód na powierzchni, eksploatację speleologiczną, prace wiertnicze, górnictwo (wykonywanie pionowych i poziomych wyrobisk) i geofizyczne. Natomiast w ramach wykonywanych prac zabezpieczających miłośnicy się tak skrajne działania jak – z jednej strony wypełnianie zawalonych lub grożących zawaleniem podziemi mieszkanką pyłowo-cementową, zaś z drugiej – przystosowanie kilkusetmetrowych ciągów korytarzy i komór do udostępnienia jako obiekty muzealne lub trasy turystyczne. Różny był też zakres prac – od kompleksowych badań wyprzedzających renowację zespołów miejskich (np. w Krakowie) po incydentalne interwencje związane ze szkodami spowodowanymi zawaleniem się budynków.

To wszystkie zagadnienia poznajemy w szczegółach z opisu autorstwa najlepszych fachowców w tym zakresie w Polsce, którzy osobiście uczestniczyli w rekonstrukcji i zabezpieczeniu ▷

