

odpłatnie dla innych celów (ok. 4 zł za 1,2 km²). Większość podstawowych analiz można wykonać na darmowym oprogramowaniu, takim jak LasTools i QGIS, choć profesjonalne oprogramowanie jest baaardzo drogie. Zasób Centralnego Ośrodka obejmuje swoim zasięgiem całe Tatry. Możliwe jest więc przyrodniczo nieinwazyjne „wycięcie

w pierń” kosodrzewiny i zerknięcie co się pod nią kryje bez odchodzenia od komputera... Taki numeryczny model terenu Tatr jest dostępny do przeglądania w Internecie. Dla przykładu, jakie możliwości niesie lotnicza chmura punktów i jej analiza, zamieszczam obraz pewnego osuwiska po usunięciu drzewostanu jodłowo-bukowego w Beskidzie

Wyspowym oraz numeryczny model terenu wykonany na tej podstawie (ryc. 6).

Na koniec bardzo dziękuję firmie Scanning3D. Zgodzili się przyjechać w wolnym czasie, ze swoim prywatnym sprzętem, ubłocić go i ryzykować uszkodzenie po to, by zrobić coś nowego i ciekawego. Naprawdę fajni ludzie. □

Jaskiniowy Kataster Tatr

Darek Lubomski

Projekt jest próbą zestawienia w jednym miejscu wszystkich danych kartograficznych dotyczących jaskiń tatrzańskich. Działając w oparciu o program Walls, główną koncepcją jest stworzenie zestawienia przestrzennego ciągów pomiarowych, współrzędnych otworów jaskiń oraz siatki terenu. W zamyśle projekt ma być dostępny dla wszystkich zainteresowanych, którym ułatwi działalność jaskiniową i edukacyjną. Ma być także pomocny w eksploatacji oraz ma wspierać badania naukowe.

Zebranie wszystkich danych nie jest łatwym zadaniem, poszczególne ciągi pomiarowe kartowane były przez różne osoby, w różnych dekadach, różnymi przyrządami. Część pomiarów jest nieaktualna lub błędna. Aby usprawnić pracę, zdecydowałem się korzystać ze stosowanych przez informatyków systemów kontroli wersji GitHub. Pod adresem:

<https://github.com/dlubom/Jaskiniowy-Kataster-Tatr-Zachodnich> można śledzić postępy pracy, pobrać najnowszą wersję projektu oraz zobaczyć historię zmian. Dostępny tam jest także link do gotowych, wygenerowanych już modeli 3D wraz z siatką terenu.

Pomysł na projekt nie jest nowy – prace zapoczątkowali Wiktor Bolek oraz Dariusz Bartoszewski zestawiając pomiary Śnieżnej, później Marcin Gala, a następnie Piotr Stelmach, Krzysztof Borgiel i Jacek Szczygiał. Obecnie projektem zajmuje się autor niniejszego tekstu.

Zestawienie zawiera wiele jaskiń, jednak ogromu nadal brakuje, dlatego zachęcam autorów pomiarów do podsyłania ich na adres: darek.lubomski@gmail.com.

Osoby nieoptyczne w programie Walls mogą podejrzeć efekty pracy w przeglądarce inter-



Dariusz Lubomski – taternik jaskiniowy od 2010 r., wcześniej pasjonat wspinaczki. Od 2010 r. działa również nieprzerwanie w zarządzie Sopockiego Klubu Taternictwa Jaskiniowego. W 2014 r. po raz czwarty uczestniczył w sopocko-wrocławskiej wyprawie w Hagengebirge. Mimo znacznej odległości z Sopotu dość często odwiedza Tatry i nie tylko.

netowej, wystarczy wejść na adres <https://sketchfab.com/dlubom> i wybrać „Jaskiniowy Kataster Tatr”. □

Znaczenie dokumentacji kartograficznej w badaniach morfologii i genezy jaskiń

Andrzej Tyc

Plan jaskini, jak mapa w badaniach powierzchniowych, stanowi podstawę wielu działań naukowych dotyczących poznania jej środowiska. Bez dobrej dokumentacji kartograficznej trudno sobie wyobrazić możliwość prowadzenia prac badawczych w jaskiniach. Przestrzenne rozmieszczenie badanych zjawisk jest jednym z najważniejszych elementów poznania w naukach o Ziemi, w tym w speleologii. Precyzyjna lokalizacja obserwowanych zjawisk na powierzchni terenu jest dziś możliwa dzięki nowoczesnym technikom pozycjonowania satelitarnego. Pozwalają one ponadto by niemal każdy badacz mógł dokonać takiej lokalizacji samodzielnie przy użyciu coraz doskonalszych urządzeń GPS. Zastosowanie tych technik i tego podejścia w jaskiniach jest niemożliwe, więc od dokładności i szczegółowości planów zależy tak naprawdę jakość wyników badań speleologicznych. Wyjątkowo, dokumentacja kartograficzna w postaci podstawowego planu

i przekroju jaskini, powstaje bezpośrednio w trakcie badań. Jeszcze rzadziej sam badacz jest twórcą takiej podstawowej dokumentacji kartograficznej.

Niniejsza notatka nie ma na celu krytycznej oceny istniejących planów jaskiń, a tym bardziej ich twórców. Chcę tu zwrócić uwagę na potrzebę tworzenia pełnej dokumentacji oraz na oczekiwania co do informacji, które mogłaby zawierać. Z uwagi na swoje zainteresowania badawcze, związane z geomorfologią i genezą jaskiń często korzystam z wykonanych już planów, przekrojów obiektów, nie tylko naszych krajowych. Moje działania naukowe skupione są na obszarach wyżynnych i gór średnich, stąd moje uwagi w niewielkim stopniu dotyczą dużych jaskiń alpejskich, gdzie proces tworzenia dokumentacji jest dużo bardziej złożony i nastawiony na nieco inną skalę poznania.

Plan służy nam w badaniach morfologii często jako podkład do nanoszenia własnych



Andrzej Tyc – absolwent Uniwersytetu Śląskiego, doktor nauk o Ziemi Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, obecnie wykładowca w Katedrze Geomorfologii na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Zawodowo zajmuje się geomorfologią, speleologią i ochroną przyrody. Badania związane z jaskiniami prowadzi głównie na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej. W ostatnich kilku latach realizował międzynarodowy projekt dotyczący morfologii i genezy jaskiń hypogenicznych w Polsce, Słowenii i Australii.

obserwacji w jaskini, ale narysowany zgodnie z zasadami sztuki sam zawiera już wiele istotnych informacji geomorfologicznych (m.in. tekst i rysunki Mateusza Golicza na s. 18–19 w numerze 2/75 JASKIŃ). Kartujący jaskinię nie musi posiadać szczegółowej wiedzy geologicznej czy geomorfologicznej, by wykonać

bardzo przydatny w badaniach speleologicznych materiał kartograficzny. Dobrze pomierzone i narysowane ciągi korytarzy, ich precyzyjny obrys boczny i dobrze oddane ich rozmieszczenie w pionie, dają podstawy do wielu wniosków dotyczących morfologii, a w efekcie genezy jaskini. Powszechne dziś stosowanie dalmierza laserowego (niezależnie od tego czyjej produkcji jest przyrząd pomiarowy) pozwala na zaplanowanie i wyrysowanie właściwie nieograniczonej liczby przekroi poprzecznych sal i korytarzy. Daje to możliwość uzyskania dodatkowej, istotnej informacji morfologicznej dla poznania jaskini. Nawet na najlepszym planie nie da się czasami przedstawić złożonej rzeźby ścian i stropu jaskini. Dobrym przykładem jest porównanie fragmentów planów głównej komory Jaskini Berkowej na wzgórzu Kołoczek w Podlesicach z jej fotograficzną dokumentacją (ryc. 1). Liczne przekroje poprzeczne, poprowadzone wzdłuż wielu osi komory mogą nam pomóc w takich przypadkach.

W badaniach speleomorfologii i speleogenezy analizuje się m.in. występowanie i przestrzenne rozmieszczenie form (korozyjnych i erozyjnych) skalnej rzeźby spągu, ścian i stropu jaskini. Inwentarz tych form występujących w jaskini lub w jej części, daje nam informację dotyczącą warunków ich powstawania. Innymi słowy, niektóre pojedyncze formy, a częściej ich zespoły, są diagnostyczne dla warunków panujących w konkretnych etapach rozwoju jaskini. Przykładem mogą być jamki wirowe (*scallops*) na ścianach, kanały stropowe czy rynny denne i marmity. Część z nich, bez powiązań genetycznych, ma swoje oznaczenia w konwencjonalnej symbolice do kartowania jaskiń. Są to oznaczenia różnego rodzaju zagłębień w stropie lub spągu. Do kartowania rzeźby jaskiń stosuje się też cały szereg oznaczeń wymyślanych na potrzeby określonego opracowania naukowego. Dobrym wzorcem są w tym względzie liczne opracowania Pavla Belli z Zarządu Jaskiń Słowackich (np. dla Ochtińskiej Jaskini Aragonitowej) czy Tadeja Slabe z Instytutu Badań Krasu w Postojnej (Słowenia)¹.

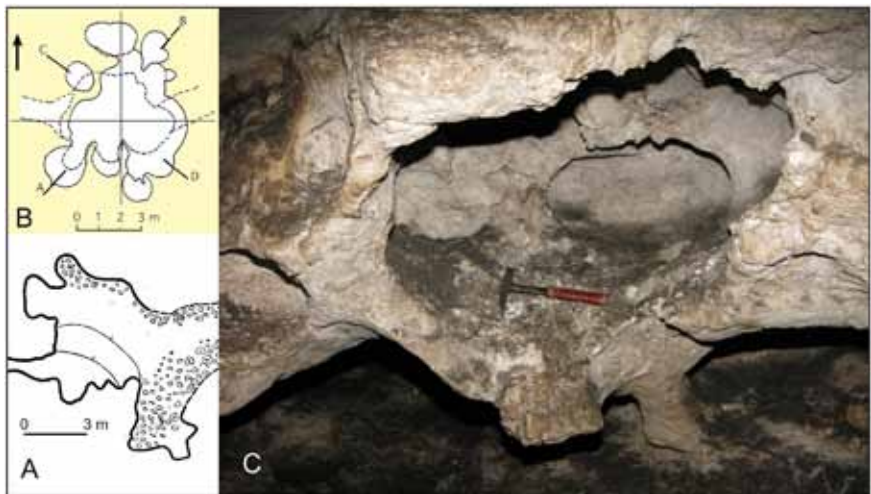
Obok rzeźby skalnej ważne jest występowanie i przestrzenne rozmieszczenie takich zjawisk jak: strefy zawałisk, namulisk, różnych generacji form naciekowych czy też zaobserwowanych zjawisk hydrologicznych. One również niosą wiele cennych informacji o morfologii, ale przede wszystkim o rozwoju jaskini. Są one tym bardziej cenne, jeśli dokumentacja kartograficzna powstaje tuż po odkryciu obiektu, zanim dokonają się jej przekształcenia wynikające z dalszej eksploatacji czy ze zwykłego wandalizmu.

Dla badań morfologicznych i speleogenetycznych ważna jest więc również treść planu znajdująca się w obrysie korytarzy i sal.

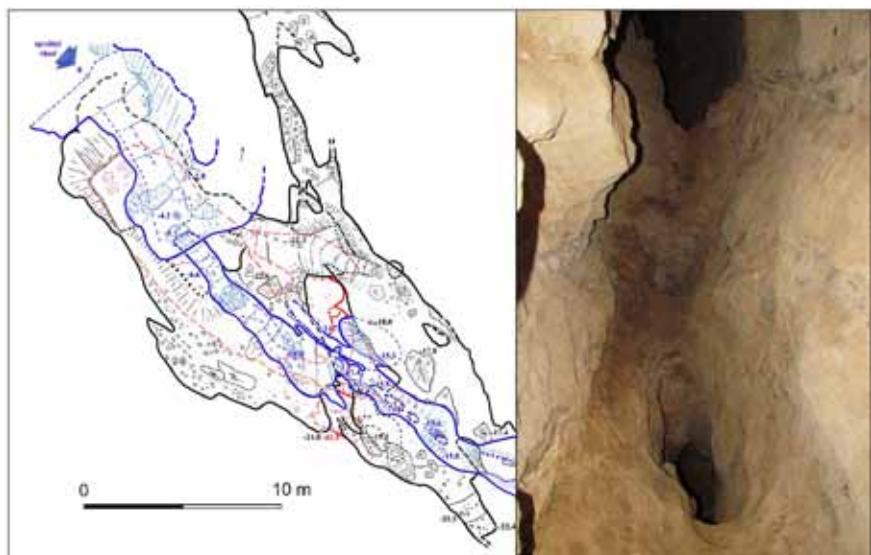
Szczegółowość informacji w tym zakresie podyktowana jest najczęściej potrzebami generalizacji treści, zależnej od skali planu. Z punktu widzenia użytkownika planów jaskiń chciałoby się mieć tych informacji jak najwięcej, zanim rozpocznie się własne badania w jaskini. Nowym, ciekawym wyzwaniem w rozwoju dokumentacji kartograficznej jaskiń w tym względzie jest zastosowanie wektoryzacji i rozkładu informacji na warstwach, wzorem opracowań GIS-owych. Wykorzystanie dostępnego oprogramowania (np. prezentowanego na Sympozjum w Łutowcu przez Dariusza Bartoszewskiego, JASKINIE 2/75, s. 21), daje tu nowe możliwości. Na ryc. 2 został przedstawiony przykład zastosowania mieszanej techniki wektorowo-rastrowej prezentowania szczegółów na planie jaskini. Rycina przedstawia niewielki fragment jaskini w Krasie Dynarskim w Słowenii, dla której plan został narysowany tak, by można było analizować i pracować na warstwach przedstawiających różne jej piętra.

Poszczególne piętra zostały przedstawione na tej sumarycznej ilustracji trzema kolorami: czerwonym (dolne piętro), czarnym (środkowe piętro – główne) i niebieskim (górne piętro). Tak przygotowany materiał kartograficzny, wykonywany specjalnie na potrzeby projektu naukowego (aktualny plan wykonany przez N. Sznobera w 2013 r. znajduje się w katastrze jaskiń słoweńskich), umożliwił bardzo szczegółowe badania geologiczne i geomorfologiczne w jaskini². W prezentowanym przykładzie mamy idealną sytuację, w której kartujący jaskinię ma świadomość, że tworzona dokumentacja kartograficzna będzie służyła badaniom i powstaje ona w konsultacji z późniejszymi użytkownikami.

Na podstawie prezentowanych podczas Sympozjum w Łutowcu materiałów i prowadzonych dyskusji należy stwierdzić, że kartowanie jaskiń jest coraz bardziej profesjonalnym, choć nadal hobbyistycznym zajęciem. Ze swej strony wyrażam nadzieję, że będzie się ono coraz ściślej przeplatało z nauką (i *vice versa*). □



△ Ryc. 1. Fragmenty planów Jaskini Berkowej według K. Mazika i Z. Lorka z 1979 r. (A) oraz J. Rudnickiego z 1978 r. (B) dotyczące głównej sali ze sferycznymi formami korozyjnymi na ścianach i stropie (C).



△ Ryc. 2. Fragment planu jaskini Mravljetovo brezno v Gošarjevih rupah w Słowenii (rys. Norbert Sznober 2013) i szczegóły morfologii dna korytarza wejściowego na poziomie -15,5 do -15,8 m.

¹ Slabe T., 1995. Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance. Zbirka ZRC, no. 10, Ljubljana

² Otoničar B., Tyc A., Sznober N., 2013. Mravljetovo Brezno v Gošarjevih Rupah Cave: dissolution of dedolomite. http://iks.zrc-sazu.si/datoteki/GuideBook_2013.pdf