

Wiaczesław ANDREJCZUK

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej
Wydział Nauk o Zdrowiu i Nauk Społecznych
Biała Podlaska, Polska
e-mail: czeslaw.andrejczuk@gmail.com

**KAMIENIOŁOMY GIPSOWE JAKO CENNE
GEOSTANOWISKA KRASOWE. STUDIUM PRZYPADKU:
PODOLE I BUKOWINA, UKRAINA**

*GYP SUM QUARRIES AS VALUABLE KARST GEOSITES.
CASE STUDY: PODILLA AND BUKOVINA, UKRAINE*

Słowa kluczowe: gips, kras gipsowy, kamieniołom, jaskinie, geostanowisko

Key words: gypsum, gypsum karst, quarry, cave, geosite

Streszczenie

Gips jest skałą o szerokim rozpowszechnieniu w skorupie ziemskiej i na jej powierzchni. Ze względu na określone wartości użytkowe gips jest pożądanym surowcem skalnym, wydobywanym najczęściej w kamieniołomach. Gips należy do skał krasowiejących i łatwo ulega rozpuszczaniu w wodzie. Dlatego gipsowe serie skalne, zalegające blisko powierzchni ziemi oraz masywy gipsowe są silnie skrasowiałe. Kamieniołomy gipsowe praktycznie zawsze odsłaniają skrasowiałe wnętrza masywów gipsowych, obfitujące w różnorodne formy krasowe i paleokrasowe, w tym jaskinie. Te ostatnie często są duże i reprezentują cenne lub nawet unikatowe utwory przyrodnicze, warte objęcia ochroną prawną. Utwory krasowe najczęściej decydują o wartości ogólnej kamieniołomów gipsowych, jako geostanowisk. W artykule, na przykładzie różnych kamieniołomów Podola i Bukowiny pokazane są ich walory wynikające z obecności utworów krasowych, przede wszystkim jaskiń.

Abstract

Gypsum is a rock having a wide spread in the earth's crust and on its surface. Due to the specified usable values gypsum is a desired raw material, mostly mined in quarries. Gypsum belongs to karstic rocks and easily dissolves in water. Therefore, a series of gypsum rocks, lying close to the earth surface and gypsum massifs usually are strongly karstified. Gypsum quarries almost always expose the karstified interior of gypsum massifs, rich in various karst forms both karstic and paleokarstic, including caves. The latter are often large and represent a valuable or even unique natural formations, which should be taken under protection. Karst formations frequently determine the total value of gypsum quarries as geosites. In the article, the values of various gypsum quarries of Podilla and Bukovina resulting from karst formations, especially the caves, are shown, as examples.

WSTĘP

Formacje ewaporatowe zawierające serie skał siarczanowych mają szerokie rozpowszechnienie na kontynentach eurazyjskim oraz północnoamerykańskim (obszary byłej Laurazji) o szerokim rozwinięciu basenów sedymentacyjnych oraz znacznie mniejsze na kontynentach „gondwańskich”: Afryce, Australii, Południowej Ameryce i Antarktydzie, zbudowanych głównie ze skał krystalicznych (magmatycznych i metamorficznych). W Europie do najbardziej znanych obszarów występowania gipsów należą: Almeria w Hiszpanii, wyżyna Harz w Niemczech, basen rzeki Ebro w północnej Hiszpanii, południowowschodnia Francja, Centralne Apeniny i Sycylia we Włoszech, Niecka Nidy w Polsce oraz liczne obszary na Równinie Wschodnioeuropejskiej (Rosja – Powołże, basen rzeki Dwiny Północnej, Przyurale, Ukraina – Podole, Bukowina, Donbas, Litwa (Klimchouk, Andrejchuk, 1997; Andrejchuk, Klimchouk, 1997).

Szczególną cechą gipsu, jako minerału jest jego wysoka rozpuszczalność w wodzie. Nawet przy „normalnych”, środowiskowych temperaturach, każdy litr słodkiej wody jest w stanie rozpuścić ponad 2g gipsu. Wraz ze wzrostem temperatury oraz w obecności niektórych łatwo rozpuszczalnych soli, rozpuszczalność gipsu rośnie.

Wysoka rozpuszczalność gipsu w wodzie oraz jego szerokie rozpowszechnienie w skorupie ziemskiej i na jej powierzchni czynią gips skalą krasowiejącą (obok skał wapiennych i soli). Dlatego na obszarach występowania lub nie głębokiego zalegania gipsu, przy odpowiednich warunkach środowiskowych aktywnie rozwija się kras. Kras gipsowy cechuje się dużym zróżnicowaniem morfologicznym, wysokim stopniem skrasowienia terenu, dużą aktywnością i dynamizmem. Przez to stwarza wyraźne zagrożenia dla infrastruktury gospodarczej obszaru.

Gips jest również skalą o wysokich wartościach użytkowych. Ze względu na wiążące właściwości proszku gipsowego, znalazł on szerokie zastosowanie w przemyśle budowlanym. Jest wydobywany głównie w kamieniołomach, w wyjątkowych przypadkach – w kopalniach. W Polsce znanym obszarem gdzie współcześnie wydobywa się gips jest dolina Nidy. Wcześniej gips wydobywano również na Górnym Śląsku.

Czynne, a zwłaszcza porzucone kamieniołomy gipsowe, w których zaprzestano wydobywania gipsu, pozostają obiektami o wysokich walorach geologicznych, krasologicznych i krajobrazowych oraz szczególnych wartościach naukowych, dydaktycznych oraz rekreacyjno-turystycznych. Te ostatnie zagadnienia stanowią temat tego artykułu i są rozpatrywane na przykładzie regionu Zachodnioukraińskiego.

OBSZAR BADAŃ

Jednym ze szczególnych obszarów występowania gipsów (oraz krasu gipsowego) w Europie jest Zachodnia Ukraina – Podole i Bukowina. Szczegółność regionu polega na odkryciu tutaj w drugiej połowie XX w. kilku dużych jaskiń, tworzących

obecnie grono największych na świecie systemów jaskiniowych w gipsach o długości dziesiątków i setek kilometrów¹.

Na obszarze tym gips, jako surowiec mineralny był wydobywany od ponad 100 lat, w niewielkich prawdą ilościach, na potrzeby głównie miejscowej ludności. Po drugiej wojnie światowej i przyłączeniu Podola i Bukowiny do byłego ZSRR, gips zaczęto wydobywać na skalę przemysłową. W latach 40-50-ch XX w. przeprowadzono szczegółowe badania geologiczne (poszukiwawcze), wyceniono zasoby tego surowca i założono w różnych miejscach kilka dużych kamieniołomów: Skitskij, Werenczański, Mamałyżskij, Stalniweckij, Chreszczatyckij, Kriwskij i in. Kilka z nich jest nadal czynnych (Kriwskij, Mamałyżskij i Werenczański), natomiast w innych, w tym mniejszych, niewspomnianych, zaprzestano wydobycia, głównie z powodów uwarunkowań górniczo-geomorfologicznych (w kanionie Dniestru) oraz ograniczeń prawnych (konflikt interesów: gips kontra czarnoziem). Wygodniej było również zwiększać wydobycie w obrębie kilku kamieniołomów o najbardziej przyjaznych i dogodnych warunkach górniczo-geologicznych, niżeli prowadzić rozproszoną i mało rentowną działalność na dużej ilości mniejszych obiektów o ograniczonych perspektywach eksploatacyjnych. Należy wspomnieć, że miocénskie gipsy regionu cechuje bardzo wysoka (96-98%) czystość chemiczna (Andrejczuk, 2007), co czyni z nich czy nie najczystszy tego typu surowiec w całej Europie. Jakość masowo wydobywanego materiału obniża jednak wysoki stopień skrasowienia gipsów, występowanie praktycznie w każdym kamieniołomie próżni krasowych wypełnionych materiałem gliniastym.

Porzucone małe i większe kamieniołomy gipsowe ulegały w szybkim tempie procesom re-naturalizacji. Procesy te miały charakter żywiolowy ponieważ celowa rekultywacja obiektów górniczych nie była jeszcze wtedy „modna”. Czynnikiem sprzyjającymi względnie szybkiej naturalizacji kamieniołomów były między innymi aktywność procesów geodynamicznych w ich obrębie i w otoczeniu oraz wysoka podatność gipsów na procesy wietrzenia fizycznego i chemicznego, skutkująca szybkim gromadzeniem w kamieniołomach materiału okruczowego i mącznistego (tzw. „mączki gipsowej”), niezwykle przyjaznym procesom glebotwórczym.

Najważniejsze kamieniołomy, zarówno porzucone jak i czynne, do których nawiązuje dany artykuł pokazane są na ryc. 1 i 2.

PRZYRODNICZE WALORY KAMIENIOŁOMÓW GIPSOWYCH

Kamieniołomy gipsowe pod względem walorów przyrodniczych należą, zdaniem autora, do szczególnych obiektów tego typu. O ich specyfice przyrodniczej decyduje przede wszystkim obecność krasu. Wysoka rozpuszczalność gipsu oraz aktywność procesów jego krasowienia powodują, że w kamieniołomach gipsowych praktycznie zawsze są odsłaniane liczne, zróżnicowane, często unikatowe, przejawy krasu zarówno powierzchniowego (żłobki, leje, studnie), jak i podziemnego (próżnie i jaskinie).

¹ Takich jak: Optymistyczna – 214 km, Jeziorna – 122 km, Młynki – 28 km, Kryształowa – 24 km i inne (Klimchouk, Andreychouk, Turchinov, 2009).

Formy te zarówno paleokrasowe jak i młodsze, reprezentują walory i wartości (naukowo-poznawcze, edukacyjne, rekreacyjno-turystyczne, przyrodoochronne), znaczenie których najczęściej przewyższa walory samych kamieniołomów jako geostanowisk i w sumie decydują o ich wartości.

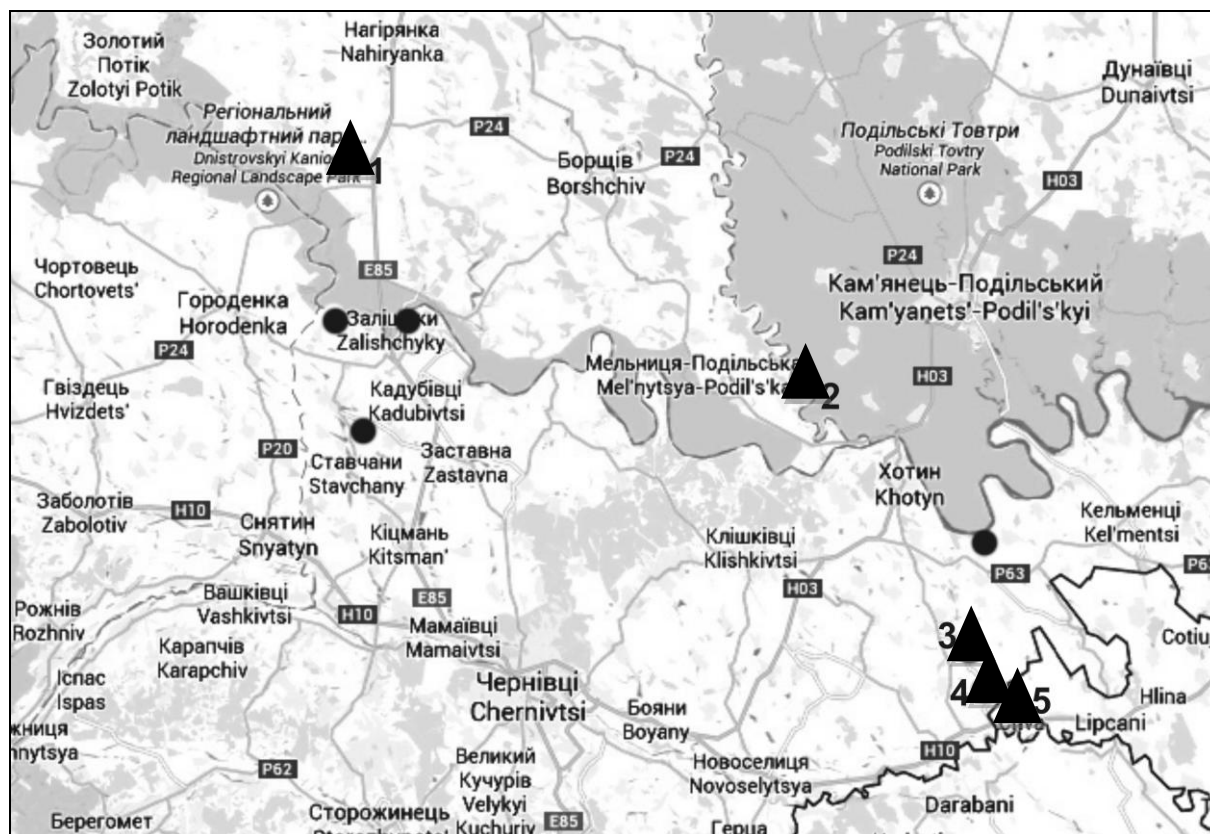
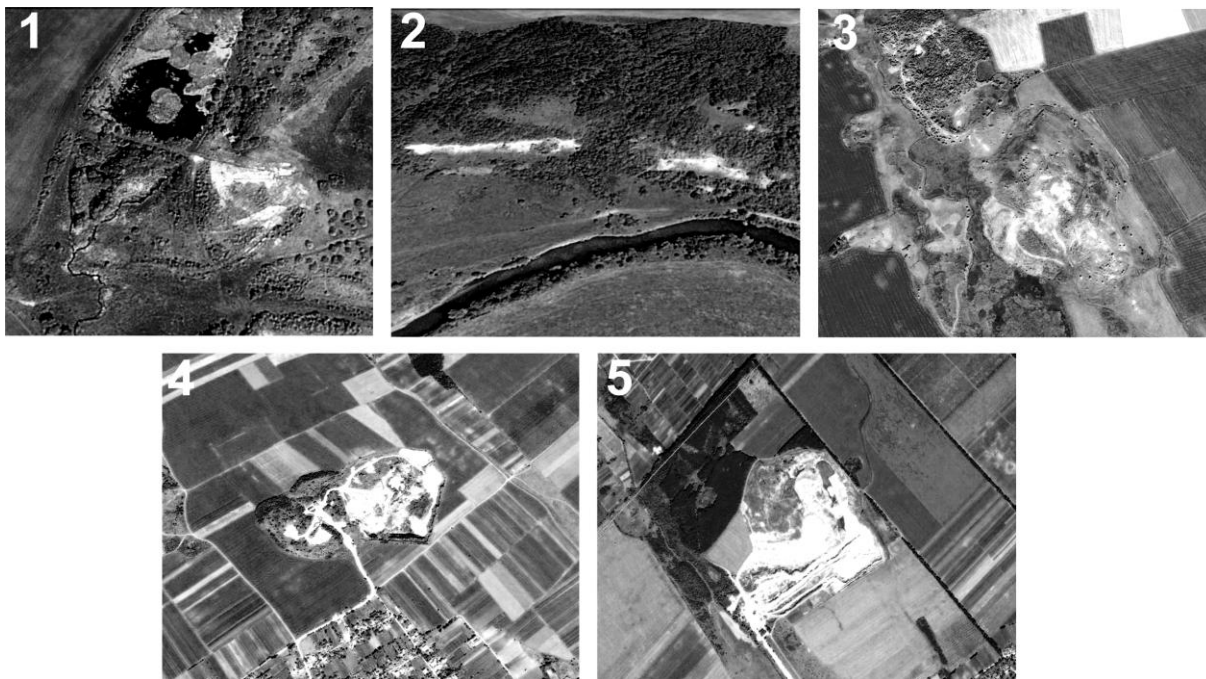


Рис. 1. Lokalizacja ważniejszych czynnych i nieczynnych kamieniołomów gipsowych w naddniestrzańskiej części Podola oraz na Bukowinie: czarne trójkąty – kamieniołomy opisane w artykule, czarne kropki – nie opisywane. 1 – kamieniołom Nagorzanskiy, 2 – kamieniołom Zawaliwskij, 3 – kamieniołom Stalniweckij, 4 – kamieniołom Mamałyzskij, 5 – kamieniołom Kriwskij.

Fig. 1. Location of the most important active and non-active gypsum quarries in the near-Dniester part of Podilla and in Bukovina: black triangles – the quarries described in the article, black points – not described. 1 – Nagouzanskiy quarry, 2 – Zavalivskiy quarry, 3 – Stalniweckiy quarry, 4 – Mamałyzskiy quarry, 5 – Kriwskiy quarry.

Źródło/Source: Google Maps.

Ingerencja człowieka poprzez kamieniołom w system krasowy zmienia naturalny przebieg procesów krasowych zarówno w obrębie kamieniołomu (odstąpienie skrasowiałego wnętrza masywu skalnego i jego wystawienie na działanie czynników zewnętrznych), jak i w jego okolicach, szczególnie w przypadku czynnych obiektów górniczych (formowanie się lejów depresyjnych, odwodnienie jaskiń, aktywizacja krasu itp.). To powoduje, że jak w kamieniołomie, tak i poza nim, zostają „powołane do życia” zróżnicowane towarzyszące procesy i zjawiska, indukowane krasem, które mogą służyć czasami za „wartości dodane” (efemeryczne jaskinie, wody mineralne, nowopowstające zapadliska itp.).



Ryc. 2. Widok z lotu ptaka opisywanych w artykule kamieniołomów gipsowych:
 1 – kamieniołom Nagórzański, 2 – kamieniołom Zawaliwskij, 3 – kamieniołom Stalniweckij,
 4 – kamieniołom Mamalyżskij, 5 – kamieniołom Kriwskij.

Fig. 2. Aerial view of the gypsum quarry described in the article: 1 – Nagouzanskiy quarry, 2 – Zavalioskiy quarry, 3 – Stalniweckiyy quarry, 4 – Mamalyzskiy quarry, 5 – Krioskiy quarry.

Źródło/Source: Google Earth.

Przy analizie kamieniołomów gipsowych, jako specyficznych i cennych geostanowisk szczególną uwagę należy zwrócić na kilka aspektów sprawy:

1. Skąły gipsowe cechuje niezwykle zróżnicowanie pod względem cech strukturalno-teksturalnych. Nawet w obrębie jednego kamieniołomu mogą występować utwory i warstwy o różnym uziarnieniu, czystości chemicznej, teksturze itp. Okoliczność ta ma znaczenie poznawczo-geologiczne, zarówno naukowe jak i edukacyjne.
2. Gipsy łatwo ulegają przemianom litologicznym: hydratacji-dehydratacji, przeobrażeniom mineralogicznym, rekrytalizacji, deformacjom plastycznym. Przejawy tych procesów często można obserwować w ścianach kamieniołomów i jaskiniach w postaci wtórnych żył (selenit), skupisk monokrystalicznych mas gipsu szpatowego, druz kryształów, czasami o imponujących rozmiarach (do kilku-kilkunastu cm) i atrakcyjnym zabarwieniu (miodowożółtym, czerwonym, czarnym), swoistego ułożenia (wizerunku) zrekrystalizowanych lub zdeformowanych warstw i in.
3. Kamieniołomy gipsowe prawie zawsze odsłaniają skrasowiałe wnętrza masywu skalnego – podziemne próżnie lub systemy jaskiniowe, czyniąc je dostępnymi dla badaczy, w tym speleologów. Zbadanie form krasu podziemnego ma duże znaczenie praktyczne, ponieważ pozwala na właściwą ocenę stopnia (określenie wskaźników) skrasowienia formacji krasowiejącej oraz zagrożenia

zapadliskowego terenu. Natomiast odkrycie systemów jaskiniowych, czasami dużych, odkrywa przed geologami, geografami i nie tylko zupełnie nowe, wieloaspektowe perspektywy badawcze.

4. Ze względu na podatność gipsów na różnego rodzaju przemiany mineralogiczne oraz łatwe uleganie procesom deformacyjnym, w kamieniołomach gipsowych po odsłonięciu skały zachodzą rzadkie procesy geologiczne i inżynierijno-geologiczne. Najbardziej znanym (a zarazem – słabo rozpoznanym) zjawiskiem jest formowanie się na powierzchni odsłoniętych warstw skalnych różnego rodzaju i wielkości „wzdęć” w postaci „kopulek odprężeniowych”, w środku pustych zazwyczaj.
5. Ważne znaczenie naukowe, tym razem paleogeograficzne, mają formy i zjawiska paleokrasowe często ujawniające się w ścianach kamieniołomów gipsowych jako pogrzebane leje i studnie krasowe oraz deformacje warstw nadkładu nad wypełnionymi paleopróżniami. Badanie ich charakteru oraz wypełnienia pozwala na uzyskanie cennych informacji dotyczących rozwoju krasu na obszarze oraz rekonstrukcji środowiska przyrodniczego minionych okresów geologicznych.
6. Należy zwracać uwagę na swoiste, geochemiczne wyspecjalizowane środowisko ekologiczne kamieniołomów gipsowych, cechujące się dużym udziałem w obiegu pierwiastkowym wapnia i siarczanów i dzięki temu szerokim rozpowszechnieniem w ich obrębie roślin kalcyfilnych i gipsofilnych, często rzadkich i chronionych. Nie mniej jednak, nie jest ono zbyt agresywne wobec innych gatunków roślin, które chętnie kolonizują zwietrzelinę gipsów. Dlatego kamieniołomy gipsowe wyróżniają się zróżnicowaniem siedliskowym (biogeocenotycznym) i wysoka bioróżnorodnością gatunkowa i ekosystemową.

Charakterystyczną i cenną cechą kamieniołomów gipsowych, jako geostanowisk jest ich geologiczny „indywidualizm”, niepowtarzalność spektrum zjawisk geologicznych, geomorfologicznych, krasowo-speleologicznych, geobotanicznych występujących w odrębnych kamieniołomach nawet jednego „pokrewnego” obszaru. Wymienione powyżej cechy i walory występują w większości kamieniołomów gipsowych, nie mniej jednak, każdy z kamieniołomów posiada szczególne, niepowtarzalne i wyjątkowe ich zestawy i modyfikacje. Tezę tę zilustrujemy na przykładzie wybranych kamieniołomów gipsowych opisywanego obszaru zachodnio-ukraińskiego.

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH KAMIENIOŁOMÓW GIPSOWYCH PODOLA I BUKOWINY

Kamieniołom Zawaliwskij

Wydrążony został w lewym skalistym zboczu doliny rzeki Zbrucz (lewy dopływ Dniestru) w okolicach wsi Zawalla (obwód Chmielnicki, Podole) (ryc. 1, 2). Jako taki kamieniołom obecnie jest nieczynny. W przeszłości gips wydobywano tu fragmentarycznie w krótkim okresie czasowym wyłącznie na potrzeby miejscowej ludności – bez znacznej ingerencji górniczej w środowisko przyrodnicze krajobrazu dolinnego.

A więc naturalne walory doliny specjalnie nie ucierpiały. Kamieniołom przyczynił się jedynie do zwiększenia stopnia odsłonięcia gipsów w kanionie Zbruczu.

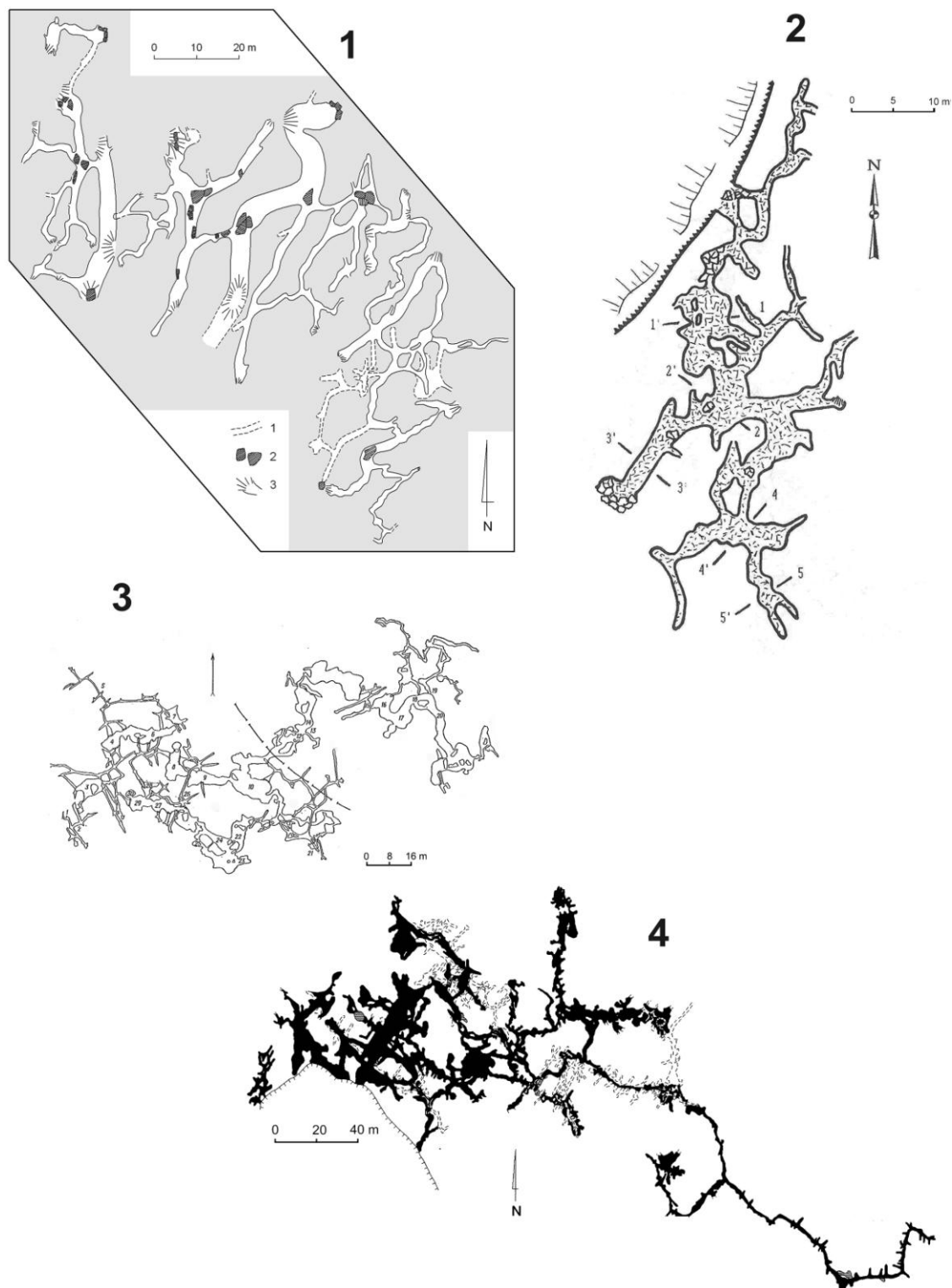
Główny walor miejsca stanowi *Jaskinia Atlantyda*, wąskie wejście do której zostało odsłonięte w ścianie kamieniołomu. Jaskinia ma długość 2200m (Lomajew, 1979; Dublanskij, Lomajew, 1980; Klimczuk, Rogoźnikow, 1982.). Reprezentuje sobą system niewielkich sal połączonych siecią przejść (ryc. 3-3) i posiada 3 piętra. Piętro dolne to system niskich i wąskich przejść, łączących się z piętrem głównym (środkowym, salowym) przez okrągłe kanały oraz szczeliny. Piętro górne jest reprezentowane poprzez labirynt wysokich szczelinowatych korytarzy.

Jaskinia odznacza się występowaniem bogatej szaty krystalicznej (wytrącenia i naskorupienia wtórnego gipsu – ryc. 4-1, 4-2) oraz dużych skupisk osadów żelazisto-manganowych, „koloryzujących” jaskinię na czerwono. W niektórych miejscach jaskini oraz w odsłonięciach na zewnątrz widoczne są pionowe studnie paleokrasowe, wypełnione osadem węglanowo-gliniastym. Formy te są cennym świadectwem wydarzeń paleogeograficznych, mianowicie przerwy sedymentacyjnej pomiędzy formowaniem się gipsów a pokrywających je wapieni (tzw. wapieni ratyńskich). Jaskinia jest objęta ochroną prawną jako pomnik przyrody o znaczeniu krajowym. Obok jaskini znajduje się jeszcze kilka niewielkich jaskiń gipsowych: Kyjiwlanka (73m), Capowa Dziura (40m) oraz Nowoselka (20m) (Dublanskij, Lomajew, 1980).

Kamieniołom Nagórzański

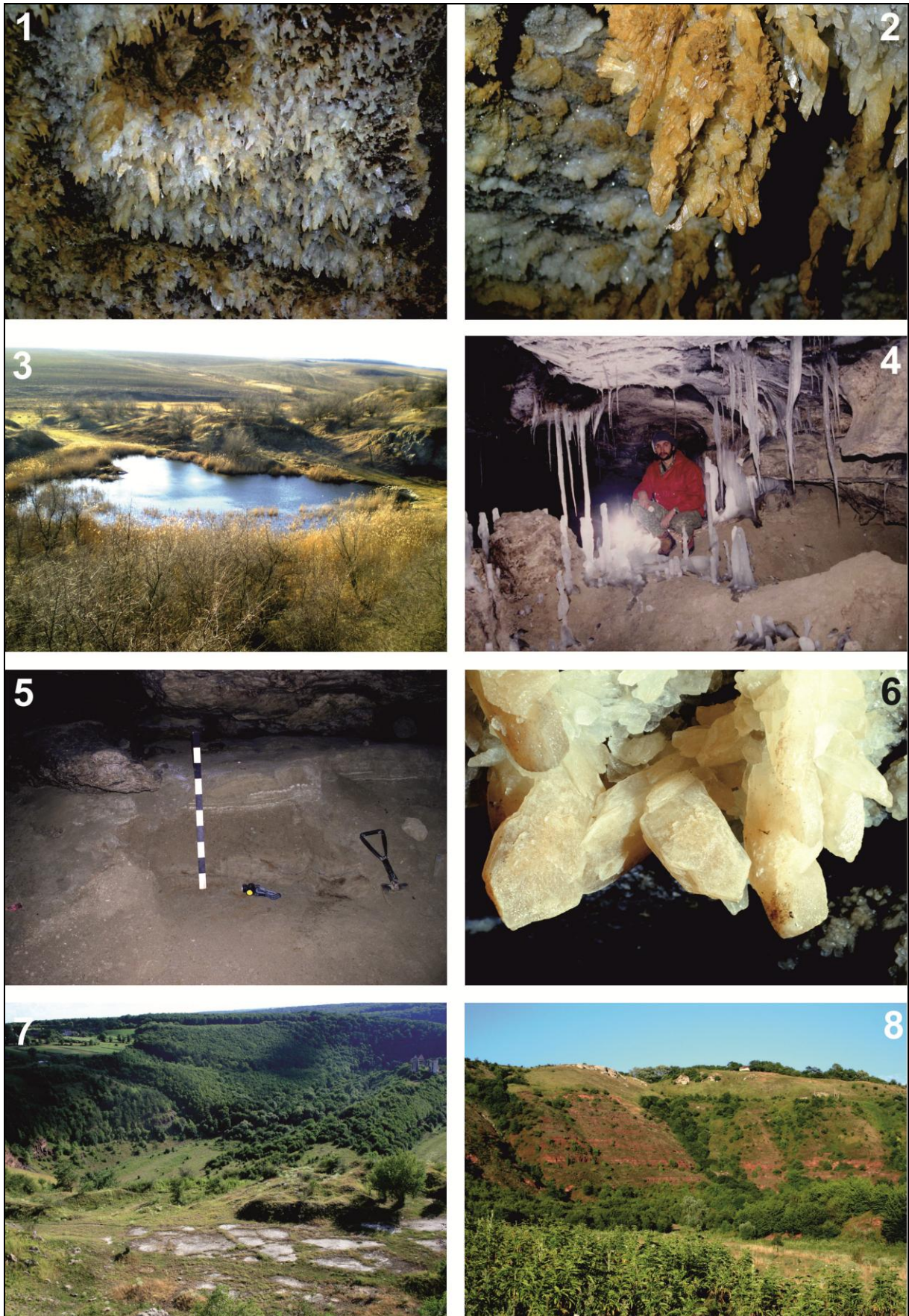
Położony w naddniestrzańskiej części Podola, na wschód od niewielkiej wsi Nagórzany (Nahorjany) (ryc. 1, 2). Założony został w lewym zboczu malowniczej dolinki niewielkiej rzeki – dopływu rzeki Dżuryn (będącej lewym dopływem Dniestru), rozcinającej serię osadów mioceńskich (gipsy i wapienie litotamniowe). Obecnie porzucony (ryc. 4-7, 4-8), gips wydobywano w latach 60-70. ubiegłego wieku na miejscową skałę. W latach 90. ubiegłego wieku kamieniołom został częściowo zrehabilitowany (zasypany, wyrównany) przez co nie posiada niecki i zachowanych gipsowych odsłonień skalnych. Obszar kamieniołomu porośnięty jest roślinnością trawiastą i krzewiastą. Wspomniane okoliczności pozbawiają go walorów estetycznych, chociaż sceneria krajobrazowa wokół obiektu jest godna uwagi.

Najważniejszą atrakcją kamieniołomu jest jaskinia, którą on „przechowuje” w swoim wnętrzu – *Jaskinia Dżuryńska*. Została odkryta (odkopana) przez speleologów w latach 80. (ryc. 3-1) już po zaprzestaniu wydobywania gipsu. Jaskinia odznacza się wyjątkową szatą gipsowo-krystaliczną. Występują tu wiele rodzajów wtórnych utworów mineralnych z gipsu, w tym nietypowych, a nawet unikatowych (na przykład tzw. „gipsowy śnieg”). Długość kryształów, pokrywających ściany jaskini, niekiedy osiąga 30 cm i więcej (ryc. 4-6) co w sumie z innymi walorami czyni z jaskini naturalne muzeum mineralogiczne. Z uwagi na tę okoliczność, wejście do jaskini zostało przez speleologów celowo zasypane. Jaskinia jest objęta ochroną prawną, jako pomnik przyrody.



Ryc. 3. Wybrane jaskinie odsłonięte podczas prac górniczych w kamieniołomach gipsowych Podola i Bukowiny: 1 – Jaskinia Dżuryńska (kamieniołom Nagorżański), 2 – Jaskinia Pełzający Holender (kamieniołom Mamałyżskij, 3 – Jaskinia Atlantyda (kamieniołom Zawaliwskij), 4 – Jaskinia Bukowynka (kamieniołom Stalniweckij).

Fig. 3. The selected caves which were exposed due to mining works in gypsum quarries of Podole and Bukovina: 1 – Djuryńska Cave (Nagouzanskiy quarry), 2 – Creepy Hollander (Mamałyżskiy quarry), 3 – Atlantyda Cave (Zavalivskiy quarry), 4 – Bukovynka Cave (Stalniweckiy quarry).



Ryc. 4. Wybrane osobliwości i atrakcje gipsowych kamieniołomów Podola i Bukowiny.
 Fig. 4. Selected peculiarities and attractions gypsum quarries Podolia and Bukovina.

Objaśnienia do ryc. 4: 1, 2 – druzi krysztalów wtórnego gipsu pokrywające strop w jaskini Atlantyda, kamieniołom Zawaliwskij, 3 – głębokie jezioro wypełniające dolny poziom kamieniołomu Stalniweckiego, 4 – nacieki lodowe w Jaskini Bukowynka na początku wiosny, kamieniołom Stalniweckij 5 – profil osadów namuliska w sali Trapezowej Jaskini Bukowynka, kamieniołom Stalniweckij, 6 – gigantyczne druzi krysztalów wtórnego gipsu w Jaskini Dżuryńskiej, kamieniołom Nagorżański, 7 – stary poziom (terasa) nieczynnego kamieniołomu gipsowego w okolicach wsi Nagorzany i Nyrkiw, 8 – malownicze odsłonięcie czerwonych piaskowców dewońskich tzw. „podolskiego old redu” w meandrze kanionu rzeki Dżuryń. W górnej części profilu widoczne są odsłonięcia gipsów (fot. 1 i 2: M. Dubinin, fot. 3-5 – B. Ridusz, fot. 6-8 – W. Andrejczuk).

Explanation for fig. 4: 1-2 – druses of secondary gypsum crystals covering i the cave roof in Atlantyda Cave, Zavalivskyy quarry, 3 – deep lake filling the lower level of the Stalniweckyy quarry, 4 – ice formations in the Bukovynka Cave at the beginning of spring, 5 - Stalniweckyy quarry, 6 – giant druses of crystals of secondary gypsum in the Dżuryńska Cave, Nagouzanskiy quarry, 7 – old level (terrace) of disused gypsum quarry in the suburbs of Nyrkiw and Nahoryany villages, 8 – scenic exposure of Devonian red sandstones of so called “Podolian old red” in the meander of the Dżuryń River canyon. In the upper part of the profile the gypsum outcrops are visible (photo 1 i 2: M. Dubinin, photo 3-5: B. Ridusz, photo 6-8: W. Andrejczuk).

Kamieniołom Stalniweckij

Kamieniołom ten usytuowany jest w lewym zboczu doliny rzeki Matka, będącej lewym dopływem Prutu, 1,5 km na południowy zachód od wsi Stalniwci (obwód Czerniowicki, Bukowina) (ryc. 1, 2). Kamieniołom jako taki funkcjonował w latach 60. ubiegłego wieku. W latach 70., w związku z otwarciem lepiej usytuowanego (wobec dróg i fabryki materiałów budowlanych oraz warunków transportowania surowców) kamieniołomu Mamałyżskiego, kamieniołom porzucono – bez przeprowadzenia rekultywacji.

Wydobycie gipsu w kamieniołomie odbywało się na dwóch poziomach. Po zaprzestaniu robót górniczych, wody podziemne i powierzchniowe wypełniły dolny poziom i w miejscu kamieniołomu powstało malownicze jezioro o znacznej głębokości (ryc. 4-3). Ze względu na akwen, miejsce to stało się popularnym obiektem rekreacyjnym dla mieszkańców okolicznych wsi.

Jak i w przypadku wspomnianych oraz pozostałych kamieniołomów, kamieniołom Stalniweckij odsłonił jaskinię. Wśród speleologów jest ona znana jako Jaskinia Bukowynka (ryc. 3-4). Sumaryczna długość korytarzy tej jaskini wynosi 5155m (Ridusz, Kupricz, 2003). Wejścia do jaskini (dwa) znajdują się w ścianie górnego poziomu a jeszcze jedno – w postaci pionowej 5-metrowej studni – na powierzchni teraski, utworzonej tym poziomem. Jaskinia rozwinięta jest na trzech poziomach: górnym (korozyjne szczeliny), środkowym (sale i korytarze) i dolnym (okrągłe kanały, najczęściej wypełnione osadami gliniastymi oraz wodą). Piętro dolne jaskini znajduje się na poziomie dolnego, obecnie zalanego wodą schodka kamieniołomu. Prawdopodobnie są w nim wejścia do dolnych (zatopionych obecnie) partii systemu jaskiniowego.

Jaskinia Bukowynka jest cennym obiektem krasowo-speleologicznym. Podobno jak inne już wspomniane jaskinie odsłonięte przez kamieniołomy, jest znakomitym

przykładem tzw. speleogenezy hipogenicznej, czyli formowania się w warunkach artezyjskich przez wody „migrujące” pod ciśnieniem przez serie osadów (w tym gipsów) ku powierzchni – dnem dolin rzecznych, drenujących obszar. O hipogenicznym mechanizmie formowania się świadczy morfologia ogólna jaskini, charakter morfologicznych powiązań pięter oraz występowanie specyficznych form korozyjnych typu ślepych kopułów w stropie i in. W okresie zimowym, w przywejsciowych salach jaskini powstają nacieki lodowe (ryc. 4-4), zachęcające speleologów i nie tylko do odwiedzin jaskini. W namulisku dużej sali położonej niedaleko wejścia (Sala Trapezowa) od lat są prowadzone prace wykopaliskowe, które już dostarczyły wielu cennych informacji dotyczących paleogeografii regionu (Herasymenko, Korzun, Ridusz, 2014a, 2014b) (ryc. 4-5). W jaskini występują również nacieki kalcytowe, co nie jest typowe dla jaskiń gipsowych, związane z infiltracją wody przez pokrywającą gipsy warstwę wapieni. Jaskinia jest również siedliskiem kilku gatunków nietoperzy. Ze względu na wspomniane walory, jaskinia została objęta ochroną prawną, jako pomnik przyrody o statusie krajowym².

Cennym elementem geologicznym obiektu jest odsłonięta powierzchnia (terasa) dolnego poziomu wydobywania gipsów usiana nowopowstałymi w ciągu kilkunastu lat (po zaprzestaniu wydobywania gipsów) „kopułami odprężeniowymi” – formami odwarstwienia gipsów o niewyjaśnionej jeszcze do końca genezie.

W zachodniej ścianie kamieniołomu znajduje się wejście do innej odsłoniętej przez roboty górnicze jaskini – *Jaskini Dżyn* (100m) będącej fragmentem systemu jaskiniowego Bukowinki (przejście nie zostało jeszcze odnalezione).

Kamieniołom Stalniweckij wraz z Jaskinią Bukowynką stanowi przykład cennego obiektu przyrodniczego o pochodzeniu antropogenicznym posiadającego i kompleksowo łączącego walory geologiczne (namulisko, kopuły odprężeniowe), krasowo-speleologiczne (jaskinie), ekosystemowe (populacje nietoperzy) i krajobrazowe (malownicze jezioro).

Kamieniołom Kriwskij

Czynny kamieniołom Kriwskij administracyjnie leży poza granicami Ukrainy Zachodniej, na terenie Republiki Mołdowa, kilkaset metrów od granicy z Ukrainą (ryc. 1, 2). Lecz geologicznie nawiązuje do tej samej formacji gipsowej, jak również do tego samego regionu przyrodniczego co kamieniołomy Stalniweckij i Mamałyżskij (patrz niżej) czyli terasowanej doliny Prutu.

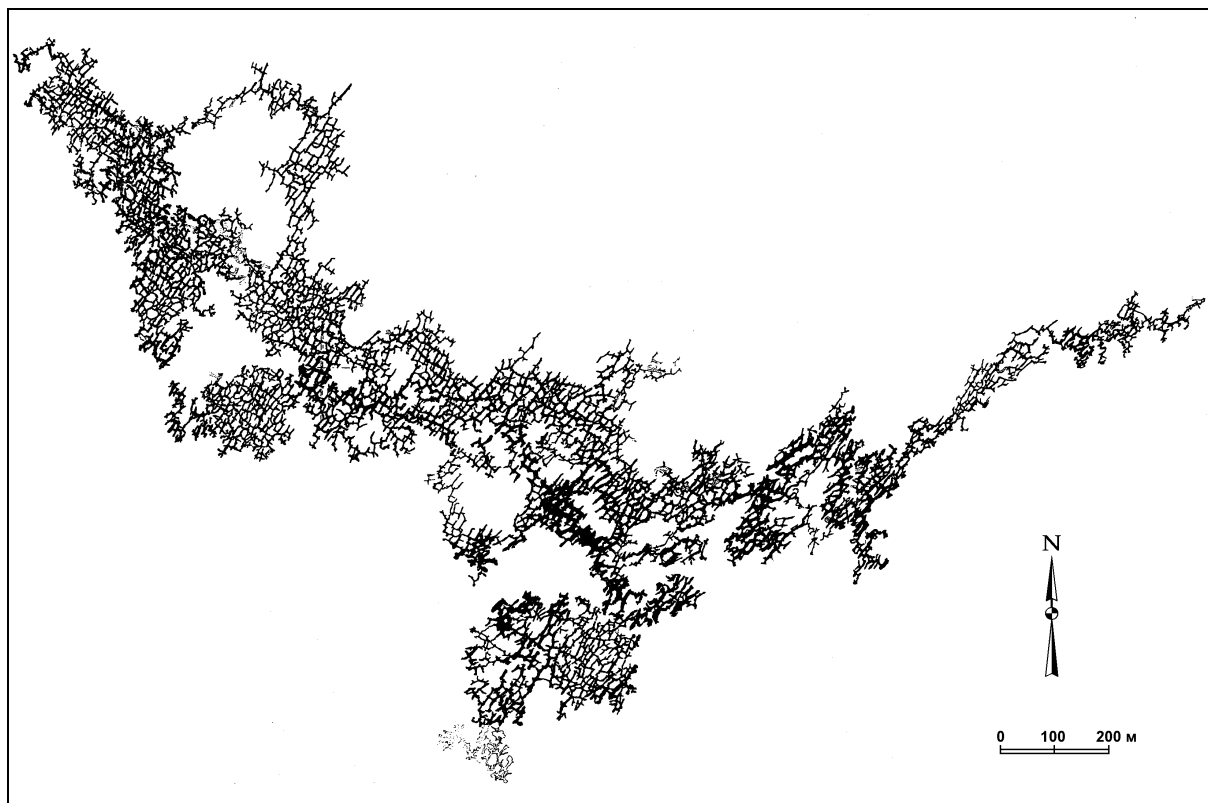
Kamieniołom Kriwskij został założony na przełomie lat 40-50. XX w. i od tego czasu funkcjonuje, jako jedno z ważniejszych źródeł surowca gipsowego najpierw na potrzeby regionu w byłym ZSRR, a obecnie Republiki Mołdowa. Mniej-więcej od dekady, właścicielem kamieniołomu jest znany niemiecki producent materiałów budowlanych firma Knauf. Znaczna część wydobywanego gipsu po nieznacznej przeróbce (separacja i oczyszczenie od gliny) jest eksportowana do Europy Zachodniej.

² W ukraińskim systemie przyrodniczym, pomniki przyrody mogą mieć status niższy – miejscowy (wojewódzki) lub wyższy – ogólnopństwowy (krajowy).

Między innymi, z uwagi na bardzo wysoką jakość (czystość chemiczną) surowca, wynoszącą średnio 97,38 % (Andrejczuk, 2007).

Kamieniołom znany jest przede wszystkim, z odsłonięcia w trakcie prac górniczych licznych próżni krasowych. Próżnie te od roku 1977 są systematycznie badane i kartowane przez speleologów i stanowią razem znany i duży system jaskiniowy *Popeluszka* (ros. Zoluszka, pol. Kopciuszek, ang. Sinderella Cave). Długość skartowanych korytarzy systemu jaskiniowego wynosi obecnie ponad 90 km, a objętość ponad 650 000m³. Te parametry wielkościowe czynią z jaskini jedną z największych na świecie jaskiń rozwiniętych w gipsach – trzecią co do długości korytarzy, a pierwszą co do ich objętości.

Korytarze i przejścia jaskini tworzą na planie sieć o wyraźnym zróżnicowaniu gęstości i dominujących kierunków (ryc. 5). Obok charakterystycznych dla jaskini korytarzy o szerokości i wysokości 2-6 m, w różnych miejscach sieci występują obszerne salo-podobne przestrzenie z kolumnami pośrodku, które reprezentują korozyjnie połączone (w trakcie rozwoju jaskini) sąsiadujące korytarze. Ich powierzchnia waha się od 6 000 do 30 000 m², a objętość od 4 500 do 25 000 m³. Korytarze wschodniej części sieci jaskiniowej są większe: ich szerokość zmienia się w granicach 3-5 m, a wysokość 3-8 m.



Ryc. 5. Plan odsłoniętej przez kamieniołom Kriwskij jaskini Popeluszka (materiały Bukowińskiego Klubu Speleologicznego *Troglodyta*).

Fig. 5. The plan of Popelushka Cave exposed by the Krivskiy quarry (materials of Bukovinian Speleological Club *Troglodite*).

Odkrycia jaskini i jej pierwszej eksploracji dokonali speleolodzy z Czerniowców w 1977 r. W związku z robotami górniczymi, znaczna część labiryntu jaskiniowego została zniszczona. Na skutek interwencji speleologów i społeczności naukowej, pod koniec lat 80-tych jaskinię objęto ochroną prawną (otrzymała status pomnika przyrody) zarówno po stronie ukraińskiej i mołdawskiej, a prace górnicze zostały skorygowane. Zachodnią część kamieniołomu z otworami jaskiniowymi w ścianie zasypano luźnym materiałem z nadkładu gipsów, wbudowując jednocześnie w grunt hałdy 28-metrowy betonowy szyb z drabinami, umożliwiającą obecnie wejście do wnętrza jaskini.

Przed otwarciem labiryntu jaskiniowego przez kamieniołom, system próżni podziemnych był prawie całkowicie wypełniony wodą i stanowił naturalną część zasobnego w wodę wodonośca krasowego. Aby umożliwić wydobywanie gipsów, kamieniołom stopniowo pogłębiano, a zawarte w gipsach wody wypompowywano. Doprowadziło to do powstania wokół kamieniołomu leju depresyjnego oraz odwodnienia labiryntu podziemnego, co umożliwiło (i umożliwia nadal) jego penetrację przez speleologów i prowadzenie w jaskini badań naukowych.

Od końca lat 80-tych ubiegłego wieku jaskinia jest poligonem różnorodnych badań naukowych – geologicznych, geochemicznych, hydrogeologicznych, inżynierjno-geologicznych, mikroklimatycznych, speleogenetycznych i in. Wartość tych badań wynika z faktu, że jaskinia została odsłonięta na etapie swego aktywnego formowania się, a jej sztuczne odwodnienie umożliwiło badaczom obserwowanie przebiegu (w trybie „przyśpieszonym”) różnorodnych procesów, towarzyszących przejściom jaskiń ze stadiów zawodnionych (freatycznych) do wadycznych i suchych. Badania te doprowadziły do poznania szeregu prawidłowości rozwojowych, a nawet odkryć. Ich wyniki zostały opublikowane w licznych opracowaniach, między innymi w uogólniającej monografii jednego z odkrywców jaskini (Andrejczuk, 2007).

Jaskinia jest znana nie tylko ze swoich rozmiarów, ale przede wszystkim z wielu rzadkich utworów sedymentogenicznych, mineralogenicznych i biogenicznych (geomikrobiologicznych), niespotykanych w innych jaskiniach (ryc. 6).

Paradoksem jest, że zagrożeniem dla istnienia jaskini jest obecnie nie kamieniołom, lecz zaprzestanie wydobycia gipsu w nim i odpowiednio – zaprzestanie odpompowywania wody z kamieniołomu, co doprowadziłoby do ponownego zawodnienia systemu jaskiniowego (jak przed rozpoczęciem eksploatacji kamieniołomu). Wartość obiektu jaskiniowego odsłoniętego przez kamieniołom jest obecnie tak znacząca, że rozważane są różne możliwości ratowania jaskini po zamknięciu prac górniczych. Najbardziej realistycznie wygląda scenariusz kompleksowej rekultywacji kamieniołomu i przekształcenie terenu w obiekt rekreacyjno-turystyczny (udostępnienie jaskini dla turystów, plaże na brzegu jeziora w dnie kamieniołomu, inne atrakcje), z którego dochody pozwoliłyby na utrzymanie systemu odpompowywania wody i utrzymania jaskini w stanie dostępnym dla naukowców i turystów.

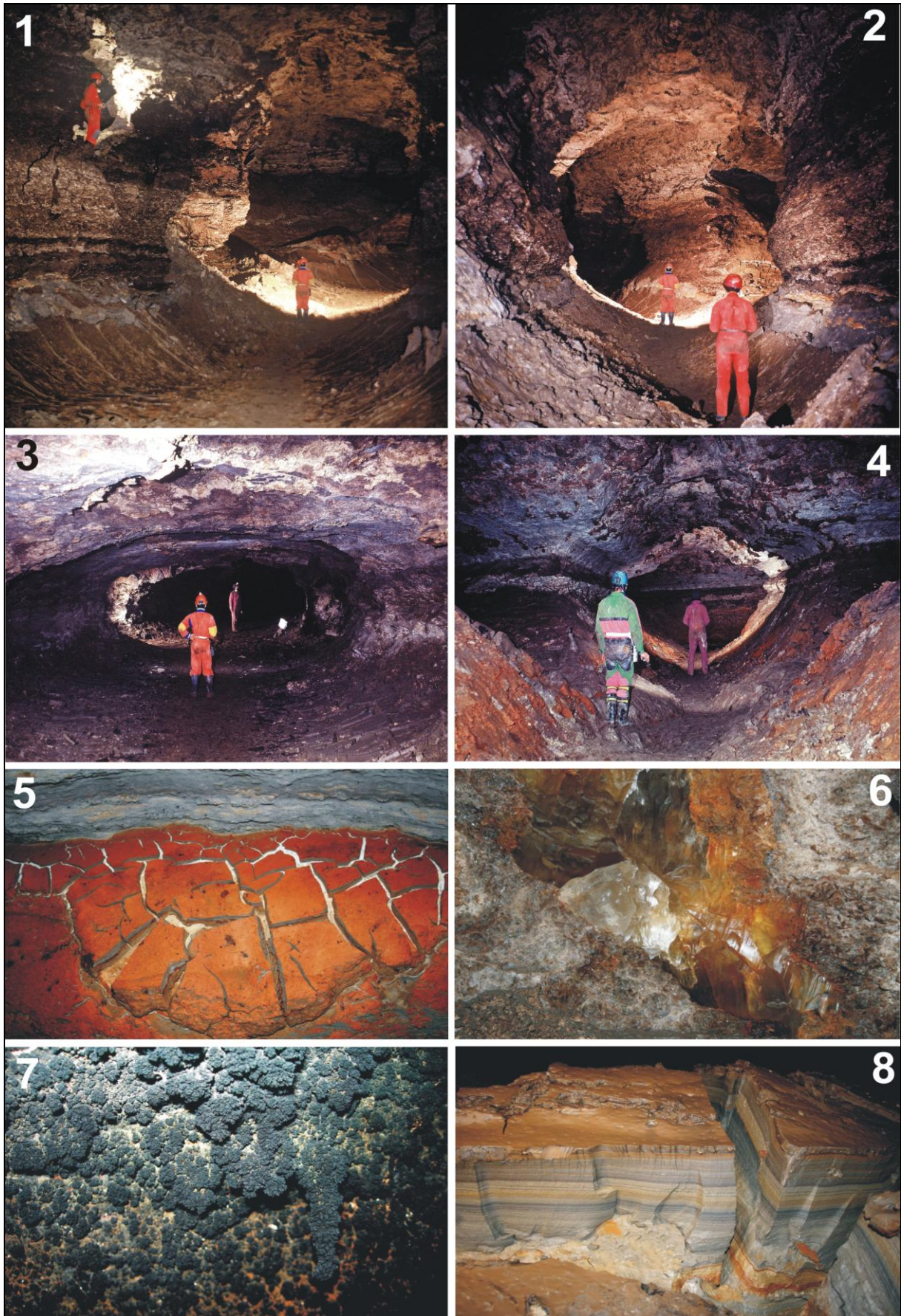
Interesujący i zróżnicowany charakter mają również formy odsłaniające się w ścianach kamieniołomu oraz w jego dnie zarówno paleokrasowe, wypełnione osadami, zdeformowane, jak i otwarte, stanowiące różnego typu wejścia do podziemnych próżni (ryc. 7).

Kamieniołom Mamałyżskij

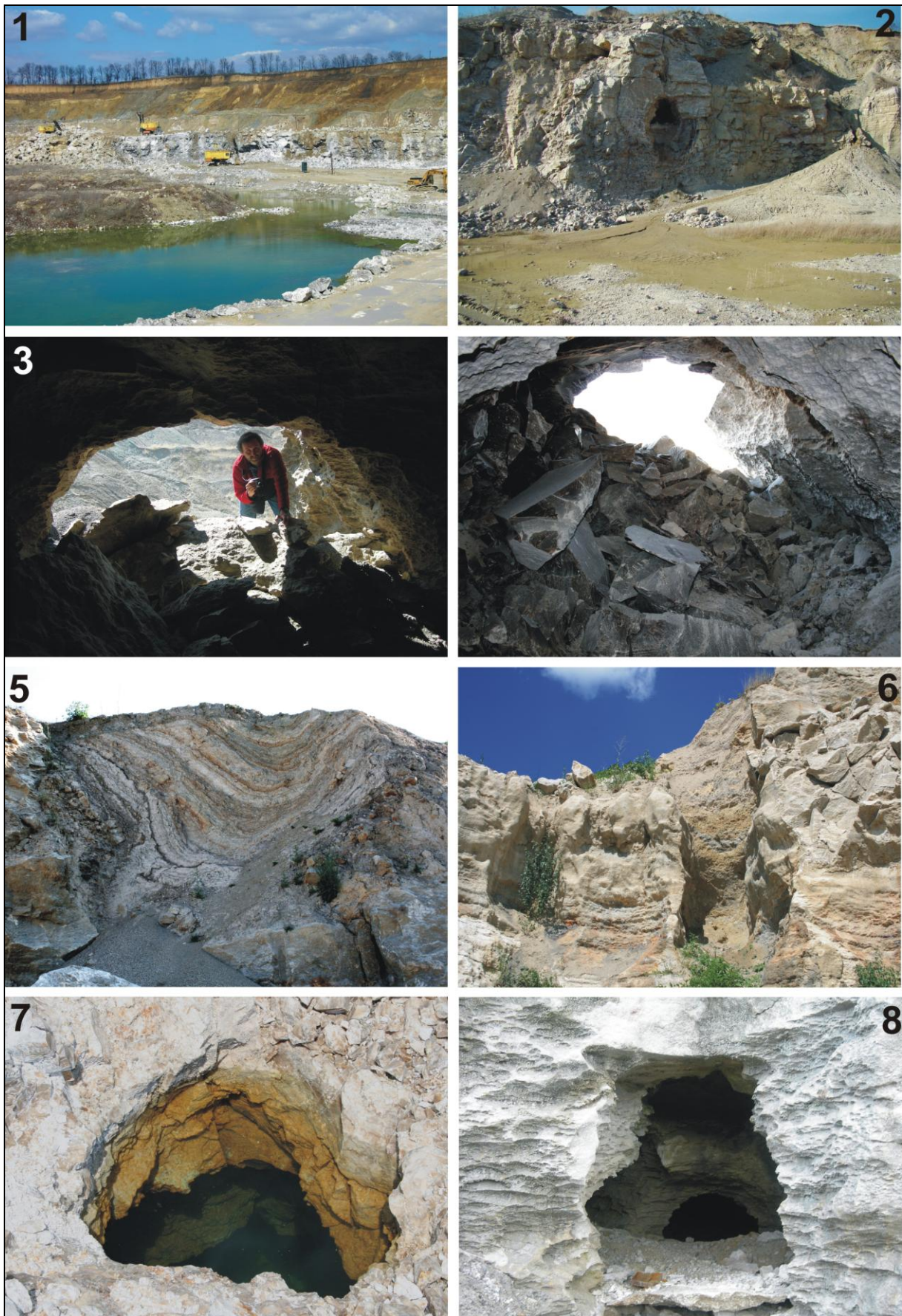
Podobno jak kamieniołom Kriwskij, kamieniołom Mamałyżskij jest dużym czynnym kamieniołomem, usytuowanym w północnej okolicy wsi Mamałyga (obwód Czerniowicki, Bukowina) (ryc. 1, 2). Geomorfologicznie kamieniołom położony jest w dolinie rzeki Prut (lewy brzeg) i nawiązuje do powierzchni jej III terasy. Kamieniołom odsłania silnie skrasowiałą serię gipsów wraz z dużymi i licznymi próżniami krasowymi. Ze względu na osobliwości tektoniczno-geologiczne (wzniesiony blok tektoniczny) oraz geomorfologiczno-paleogeograficzne (rozmycie erozyjne osadów nadgipsowych), większość próżni jest wypełniona materiałem klastycznym, pochodzącym jak z akumulacji aluwialnej, tak i z gromadzenia się utworów krasowych (materiał grawitacyjny, brekcja krasowa itp.). Z tego powodu brak jest w kamieniołomie wejść do „pustych” i łatwo dostępnych systemów jaskiniowych jak w kamieniołomie Kriwskim. „Puste” jaskinie tu odsłaniające się są niczym innym jak próżnie krasowe powstałe na skutek wymywania erozyjnego (wyflukiwania przez deszcze) lub wysychania gliniastego i klastycznego wypełniacza podziemnych utworów krasowych.

Jedna z większych jaskiń tego typu zbadana przez czerniowickich speleologów to *Jaskinia Powzuczuj Hollandec* (Pełzający Hollender) (ryc. 3-2) o długości korytarzy 281m (Ridusz, Kupricz, 2003). Pierwszy człon nazwy jaskini częściowo odzwierciedla jej morfologię – płaskie (z usychania) przestrzenie pomiędzy gipsowym stropem a gliniastym podłożem, a drugi nawiązuje do efemeryczności (nieciągłości) jaskiń tego typu (podobno do Holendra Latającego), które mogą powstawać wskutek rozmycia wypełniacza oraz zniknąć wskutek powtórnego namycia.

Kamieniołom Mamałyżskij jest bardzo interesującym obiektem geologicznym. Występujące tu zjawiska paleokrasowe oraz możliwości przeprowadzenia różnorodnych badań wypełniacza próżni podziemnych czyni go obiektem szczególnie cennym pod względem paleogeograficznym. Czynny charakter kamieniołomu niestety powoduje niszczenie odsłaniających się utworów paleokrasowych, ale z innej strony pozwala na obserwacje coraz innych form.



Ryc. 6. Elementy środowiska jaskini Popeluszka.
 Fig. 6. The elements of Popelushka Cave environment.



Ryc. 7. Formy krasowe odsłaniające się w ścianach i na dnie kamieniołomu Kriwskiego.
 Fig. 7. Karst forms exposing in the walls and on the bottom of the Krivskiy quarry.

Objaśnienie do ryc. 6: 1-4 – charakterystyczne przejścia i korytarze jaskini, 5 – osady żelaziste na pochylonej ścianie korytarza jaskiniowego, 6 – monokrystaliczne skupiska gipsu szpatowego w masie drobnoziarnistego gipsu, 7 – manganowe utwory dendrytowo-stalaktytowe, 8 – cienko warstwowane iły jaskiniowe (wszystkie fot. W. Andrejczuk).

Explanation for fig. 6: 1-4 – characteristic passages and galleries of the cave, 5 – ferruginous sediments on the inclined wall of cave passages, 6 – mono-crystalline aggregate of sparry gypsum in the mass of fine-crystalline gypsum, 7 – stalactite-dendrite manganese formations, 8 – thinly layered cave clays (all photos by V. Andreychouk).

Objaśnienie do ryc. 7: 1 – widok ogólny kamieniołomu, 2 – otwór odsłoniętej jaskini w górnej ścianie kamieniołomu, 3-4 – otwory próżni krasowych odsłoniętych przez kamieniołom – widok od wewnątrz, 5 – deformacje paleokrasowe osadów nadkładu, 6 – paleokrasowe studnie wypełnione gliniastymi osadami nadkładu w górnej ścianie kamieniołomu, 7 – studnia krasowa wypełniona wodą w dnie kamieniołomu, wskazująca na poziom wodonośca krasowego, 8 – odsłonięty kanał krasowy w dolnej ścianie kamieniołomu (wszystkie fot. W. Andrejczuk).

Explanation for fig. 7: 1 – general view of the quarry, 2 – cave entrance in the upper wall of the quarry, 3-4 – karstic cavities exposed by quarry – the view from inside, 5 – paleokarstic deformations of covering sediments, 6 – paleokarstic wells filled with clay sediments, covering gypsum, in the upper wall of the quarry, 7 – well on the bottom of quarry filled with water and indicating the level of karstic aquifer, 8 – exposed channel in the lower part of the quarry (all photos by V. Andreychouk).

ZAKOŃCZENIE

Kamieniołomy gipsowe to wartościowe geostanowiska posiadające walory zarówno geologiczne (odsłonięte formacje skalne), jak i geograficzne (geokompleksy, ekosystemy), w tym krajobrazowe. Szczególny rodzaj walorów kamieniołomów gipsowych stanowią formy krasowe, odsłaniane w kamieniołomach w trakcie prac górniczych. Utwory krasowe, a przede wszystkim jaskinie, to niezwykle cenne obiekty o dużym znaczeniu naukowym, edukacyjnym i praktycznym, które w decydującej mierze podnoszą wartość kamieniołomów, jako cennych geostanowisk. Z uwagi na tę okoliczność, kamieniołomy gipsowe potrzebują szczególnej uwagi zaczynając od etapu projektowania obiektu górniczego, poprzez eksploatację surowca, prowadzoną w sposób umiejętny, z monitorowaniem odsłaniających się próżni podziemnych i w ciągłym kontakcie z geologami i speleologami aż po właściwą rekultywację, uwzględniającą funkcjonowanie obiektu w nowej rekreacyjno-turystycznej jakości.

LITERATURA

- Andrejczuk W., 2007: Jaskinia Zoluszka. Издание Факультета Наук о Земле Силезского университета и Украинского института спелеологии и карстологии. Сосновец-Симферополь: 408с.
- Andrejchuk V., Klimchouk A., 1997: Gypsum karst of the Eastern-European Plain [in:] Int. J. Speleol. 25 (3-4): 251-261.
- Dublanskij W.N., Lomajew A.A., 1980: Karstowyje pещеры Ukrainy. Naukowa Dumka, Kijów: 177 s. (w języku rosyjskim).
- Herasymenko N.P., Korzun J.L., Ridusz B.T., 2014a: Paleogeograficzni indykatory zmin klimatu Czerniweckoho Prypruttia u serednjomu pleniglaciali (za rezultaty wywczennia sedymentacijnoho archiwu pещеры Bukowynka, zal Trapezny). Materiały miżnarod. nauk. symp., Technodruk, Czerniwci: 21-23 (w języku ukraińskim).
- Herasymenko N.P., Korzun J.L., Ridusz B.T., 2014b: Roslynnist ta klimat Czerniweckoho Prypruttia u serednjomu pleniglaciali (palinologiczni ta litologiczni dani iz rozrizu zalu Trapezny pещеры Bukowynka). Materiały miżnarod. nauk. symp., Technodruk, Czerniwci, s.23-28. (w języku ukraińskim).
- Klimchouk A., Andrejchuk V., 1997: Sulphate rocks as an arena for karst development [in:] Int. J. Speleol. 25 (3-4): 9-20.
- Klimchouk A., Andreychouk V., Turchinov I., 2009: The structural prerequisites of speleogenesis in gypsum in the Western Ukraine. University of Silesia-Ukrainian Institute of Speleology and karstology. Sosnowiec-Symferopol: 96 p.
- Klimczuk A.B., Rogożnikow W.J., 1982. Sopriazonny analiz istorii formirowanija pещерној sistemy (na primere pещеры Atlantida). Institut geologiczeskich nauk Akademoo Nauk Ukrainy, Kijów: 57 s. (w języku rosyjskim).
- Lomajew A.A., 1979: Geologia karsta Wolyno-Podolii. Naukowa Dumka, Kijów: 130 s. (w języku rosyjskim).
- Ridusz B., Kupricz P., 2003: Pещеры Czerniweckoji oblasti. Prut, Czerniowce: 67 s. (w języku ukraińskim).