

Wojciech PREIDL

Politechnika Śląska, Gliwice

Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni

Andrzej WÓJCIK

Polska Akademia Nauk, Instytut Historii Nauki, Warszawa

## PROBLEMATYKA OCHRONY JASKIŃ KRASOWYCH

**Streszczenie.** Zabezpieczenie jaskiń przed wpływem naturalnych i antropogenicznych czynników destrukcyjnych jest zawsze złożonym zagadnieniem geotechnicznym. Przyjęta strategia działania musi uwzględniać nie tylko zagadnienia geotechniczne, ale również wpływ czynników środowiskowych. W artykule przedstawiono geotechniczne i ekologiczne aspekty ochrony jaskiń z uwzględnieniem podstawowych czynników mających wpływ na zachowanie wykształconego w niej ekosystemu.

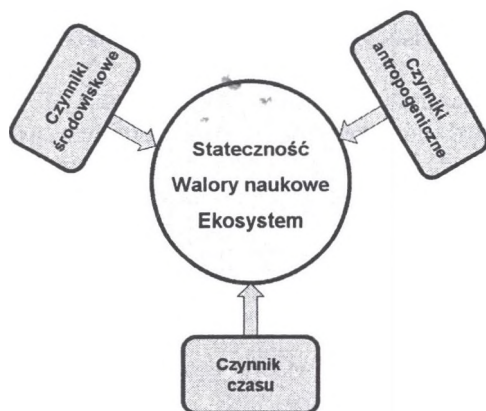
## PROBLEMS OF THE KARSIC CAVES PROTECTION

**Summary.** The caves protection from the influence of natural and antropogenic destructive factors is always complicated geotechnical problem. Applied strategy must taking into account not only geotechnical problems but also influence of the environmental factors. Human interference, which goal is to protect and maintain of the cave is also an interference in the naturally created ecosystem in the cave. In this paper have shown geotechnical and ecological aspects of the caves protection with granting the foundation factors which has the impact on the behavior of the cave's ecosystem.

### 1. Wprowadzenie

Większość jaskiń, pustek w górotworze pochodzenia naturalnego, zlokalizowanych jest na terenie parków narodowych, rezerwatów przyrody itp. Geneza powstania jaskiń może być różna. Cechą wspólną, a jednocześnie wyróżniającą je spośród innych obiektów podziemnych, jest różnorodność aspektów jakie należy rozważyć przed podjęciem decyzji o formie i sposobie ich zabezpieczenia przed destrukcyjnym oddziaływaniem czynników środowiskowych zarówno naturalnych, jak i związanych bezpośrednio lub też pośrednio z

działalnością człowieka. W przypadku jaskiń należy uwzględnić nie tylko ich skomplikowaną pod względem geotechnicznym strukturę, ale również walory naukowo-dydaktyczne oraz złożony ekosystem, jaki wykształcił się w ich wnętrzu w ciągu wieków. Sposoby i metody stosowane zazwyczaj w procesie zabezpieczenia obiektów podziemnych, w przypadku jaskiń nie mogą być wykorzystane bezpośrednio. Decyzja o wyborze sposobu musi być poprzedzona głębokimi studiami i analizami uwzględniającymi złożoność zagadnienia. Należy zawsze pamiętać o prostej zasadzie, że działania podjęte w celu ochrony jaskini przed czynnikami destrukcyjnym, mogą mieć istotny wpływ zarówno na jej wygląd zewnętrzny, jak i mikroklimat, a tym samym wpływać na jej walory naukowo-dydaktyczne i zmiany w ekosystemie, który bardzo często jest przedmiotem ochrony prawnej [1, 2, 7, 10]. Współzależności pomiędzy podstawowymi czynnikami mającymi wpływ na obiekt podziemny, jaskinię, można w dużym uproszczeniu przedstawić na diagramie (rys. 1), gdzie oprócz czynników środowiskowych naturalnych i antropogenicznych uwzględniono również czynnik czasu, który w tym przypadku jest najtrudniejszy do uchwycenia, ale którego nie można pominąć w rozważaniach. Należy zwrócić uwagę na fakt, że zarówno czynniki środowiskowe, jak i czynnik czasu mają prawie zawsze destrukcyjny wpływ na system, jakim jest jaskinia, natomiast czynniki antropogeniczne można podzielić na dwie grupy.



Rys. 1. Czynniki wpływające na stan zachowania jaskini

Fig. 1. Factors affecting on the cave behavior

Jedne mają zdecydowanie destrukcyjnie działanie, a drugie związane są z pracami mającymi na celu zachowanie stateczności jaskini i ochronę jej walorów przyrodniczych oraz naukowych. Wpływ poszczególnych czynników na zachowanie stateczności jaskini, walorów

naukowo-dydaktycznych i jej ekosystemu, można przeanalizować na przykładzie jaskini „Szachownica”, zlokalizowanej w północnej części Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej.

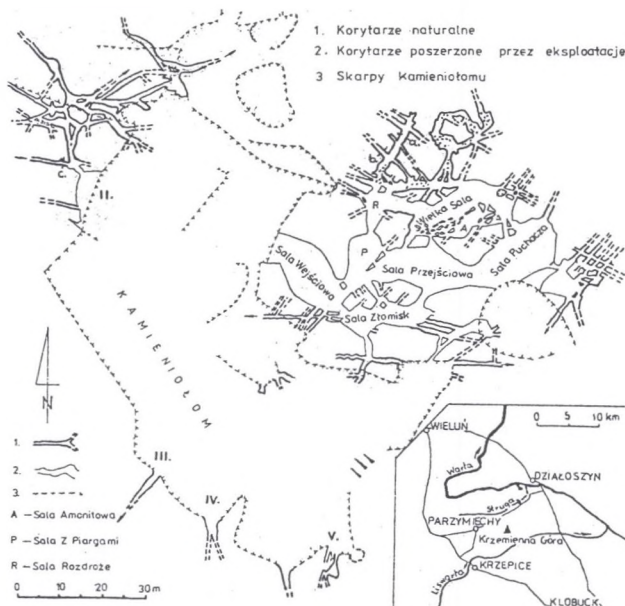
## 2. Położenie i charakterystyka geomorfologiczna jaskini Szachownica

Jaskinia „Szachownica” położona jest na terenie rezerwatu przyrody o nazwie „Szachownica”. Utworzony na mocy Zarządzenia Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 11 października 1978 r. (Monitor Polski nr 31 z 1978 r.) Rezerwat obejmuje swoim zasięgiem obszar leśny i nieużytków rolniczych o powierzchni 12,7 ha w leśnictwie Wapiennik Nadleśnictwo Kłobuck. W myśl zarządzenia, celem ochrony w rezerwacie jest przede wszystkim zachowanie praglacialnej jaskini powstałej w wapieniach górnourajskich oraz interesującego profilu geologicznego. Obecnie, z uwagi na fakt, że jaskinia jest jednym z największych w Polsce miejsc hibernacji nietoperzy, dodatkowo funkcje Rezerwatu zostały rozszerzone o ochronę układu biocenotycznego [1, 10].

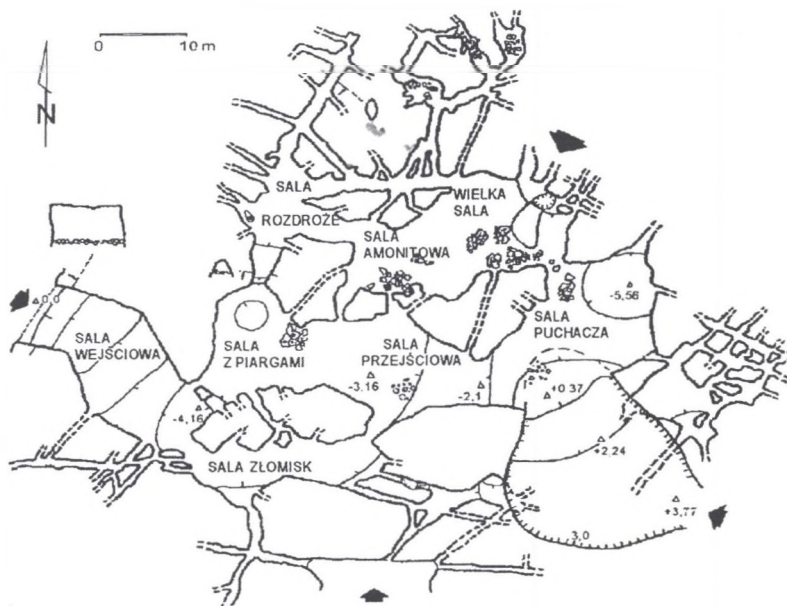
System jaskini „Szachownica” zlokalizowany jest w obrębie szczytowych partii Krzemiennej Góry o wysokości 228 m n.p.m. (rys. 2).

System Jaskini został odkryty w 1972 roku przez A. Wierzbowskiego w trakcie prowadzenia prac kartowania geologicznego tego rejonu [1, 7]. Wzniesienie Góry Krzemiennej, wchodzące w skład pasma wzgórz noszących nazwę Gór Bugajowych, o maksymalnej kulminacji 248 m n.p.m., zbudowane jest z uławiconych kredowych wapieni zawodzińskich, przykrytych wapieniami skalistymi. Wzgórza te wyznaczają maksymalny zasięg zlodowacenia warciańskiego. Cechy morfologiczne Jaskini wskazują, że powstała ona w wyniku przepływu agresywnych wód praglacialnych w okresie cofania się zlodowacenia warciańskiego. Naturalny system jaskini „Szachownica” tworzy sieć wąskich, prawie poziomych korytarzy prowadzących wzdłuż naturalnych spękań. Do 1962 roku wapienie uławicone były przedmiotem eksploatacji dla celów gospodarczych przez okoliczną ludność. W efekcie tej eksploatacji nastąpiło sztuczne rozcięcie systemu jaskiniowego i poszerzenie naturalnych korytarzy, miejscami do rozmiarów komór o odsłoniętej powierzchni stropu dochodzącej do 170 m<sup>2</sup>. Obecnie z poziomu dna kamieniołomu stwierdzono 12 wejść do systemu jaskiniowego (rys. 2). W skład systemu jaskini „Szachownica” wchodzi pięć jaskiń, które pierwotnie stanowiły całość. Największa z nich, oznaczona jako „Szachownica I”,

składa się z ośmiu sal (komór) połączonych korytarzami. Przeciętna powierzchnia stropu pojedynczej sali wynosi około 160 m<sup>2</sup> (rys. 3).



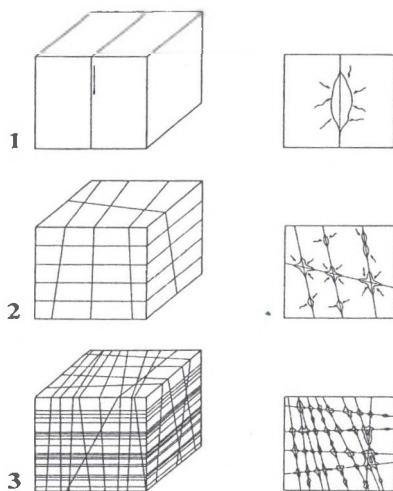
Rys. 2. Plan jaskini „Szachownica” wg [1]  
 Fig. 2. Plan of the „Szachownica” cave by [1]



Rys. 3. Szczegółowy plan jaskini „Szachownica I” wg [7]  
 Fig. 3. Detailed plan of the „Szachownica I” cave by [7]

### 3. Czynniki środowiskowe

Jaskinia „Szachownica” przez cały czas jest poddawana intensywnemu oddziaływaniu czynników środowiskowych. W okresie początkowym górotwór w miejscu Jaskini został poddany działaniom sił tektonicznym, które spowodowały powstanie sieci spękań ciosowych o kierunkach głównych WNW-ESE i NNW-SSE [1]. Wzdłuż tych krzyżujących się spękań wody praglacjalne, podczas cofania się zlodowacenia warciańskiego, spowodowały na skutek procesów krasowienia powstanie sieci korytarzy o soczewkowatym przekroju i prostoliniowym biegu. Wapienie, zwłaszcza uławiczone, podścielające warstwę wapieni masywnych, są szczególnie podatne na denudacyjne procesy wywołane krążącą w obrębie systemu korytarzy wodą. Wszystkie korytarze i sale jaskini „Szachownica” są wykształcone w warstwie wapieni uławiczonych. Siły tektoniczne decydujące o formie i gęstości sieci spękań przyczyniły się do powstania naturalnych dróg dla wód krążących w masywie skalnym. W zależności od gęstości spękań w masywie możemy mówić o intensywności procesów jego krasowienia. Im gęstsza jest sieć spękań, tym większa jest powierzchnia odkrytej skały, która może być poddana procesom krasowienia.



Rys. 4. Modele spękań skrasowiałych skał węglanowych wg [9]  
 Fig. 4. Models of karst caves cracking by [9]

W zależności od gęstości spękań wyróżniono trzy klasy (rys. 4):

- |                            |     |                             |
|----------------------------|-----|-----------------------------|
| 1 – gęstość spękań słaba   | 2   | $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ , |
| 2 – gęstość spękań średnia | 16  | $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ , |
| 3 – gęstość spękań silna   | >60 | $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ . |

Najważniejszym czynnikiem powodującym bardzo silną korozję skał wapiennych jest woda krążąca w szczelinach i korytarzach, wypłukująca substancję węglanową z masywu skalnego. Procesy denudacyjne mogą mieć charakter chemiczny lub mechaniczny. W przypadku skał węglanowych udział denudacji chemicznej ma charakter decydujący o stopniu przeobrażenia masywu. O intensywności tego procesu decyduje przede wszystkim agresywność węglanowa wód krasowych. Miarą agresywności są: ilości agresywnego CO<sub>2</sub> zawartego w wodzie oraz stopień mineralizacji i temperatura, w której zachodzą procesy denudacyjne. W przypadku krasu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej wielkość denudacji chemicznej wynosi 15,4 ÷ 19,0 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>rok [9]. Proces rozpuszczania węglanu wapnia w wodzie w warunkach naturalnych przebiega zgodnie z reakcją:



Powstały w wyniku reakcji wodorowęglan wapnia Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> jest znacznie łatwiej rozpuszczalny w wodzie niż węglan wapnia [9]. Należy zaznaczyć, że na tym etapie rozważań wpływów środowiskowych na zjawiska zachodzące w obrębie skał węglanowych uwzględniono tylko naturalne źródła CO<sub>2</sub>, tj.:

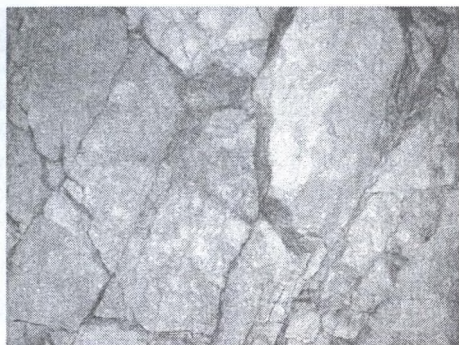
- z powietrza w dolnej warstwie atmosfery,
- z procesów organicznych zachodzących w glebie i roślinności,
- z procesów chemicznych i biochemicznych,
- z procesów geologicznych.

W powyższym zestawieniu nie uwzględniono źródeł CO<sub>2</sub> związanych z działalnością człowieka.

Drugim, równie intensywnie oddziałującym na stan zachowania Jaskini czynnikiem jest temperatura. Jaskinia „Szachownica” należy do jaskiń typu dynamicznego, zimnego. Konfiguracja korytarzy i sal Jaskini, zwłaszcza fakt, że jej dno jest najniższym punktem kamieniołomu, w którym Jaskinia się znajduje, sprawia, że zimne powietrze ma naturalną tendencję do szybkiego jej wypełniania. Nie powoduje to jednak powstawania zastoisk zimnego powietrza. Duża ilość wlotów do Jaskini (rys. 3) i ich układ sprawiają, że w przypadku silnych wiatrów następuje proces intensywnego wietrzenia (wydmuchiwanie zimnego powietrza). Nie zmienia to jednak faktu, że w przypadku mroźnych zim temperatura powietrza w jej wnętrzu spada poniżej 0<sup>0</sup>C, co w efekcie prowadzi do przemarzania Jaskini i wywołuje proces krioturbacji.

Krystalizacja lodu w szczelinach skalnych i towarzyszące temu procesowi zmiany jego objętościowe powodują ich rozszerzanie, a tym samym przyspiesza proces dezintegracji masywu skalnego (rys. 5).

Trzecim czynnikiem mającym duży wpływ zwłaszcza na zachowanie stateczności Jaskini są procesy związane z biocenozą. Stosunkowo mała miąższość warstwy stropowej, wynosząca około 7 m, sprawia, że w Jaskini można zauważyć korzenie drzew, które przerosły warstwę stropową i wniknęły do jej wnętrza. Proces degradacji masywu skalnego, zwłaszcza w jego przypowierzchniowej strefie, jest często spotykany (rys. 6) w przyrodzie. Korzenie roślin w procesie wzrostu wydzielają substancje chemiczne, które rozpuszczają lokalnie skałę i ułatwiają penetrację skały tworząc naturalny system mikrospekkań i szczelin. Również procesy gnilne, towarzyszące rozkładowi substancji organicznej przyczyniają się do intensyfikacji procesów korozyjnych skał wapiennych. Związane jest to ze zwiększonym wydzielaniem się  $\text{CO}_2$  do atmosfery i jego przenikaniem do wody krążącej w obrębie systemu jaskiniowego. Podczas procesów gnilnych wydzielają się również związki chemiczne, kwasy, które również mogą przyczynić się do degradacji skały.



Rys. 5. Gęsta sieć spękań wtórnych  
Fig. 5. Densely net of secondary cracking

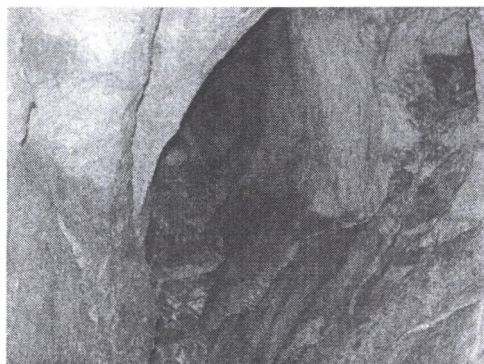


Rys. 6. Korzenie przerastające do wnętrza Jaskini  
Fig. 6. The roots growing into the cave

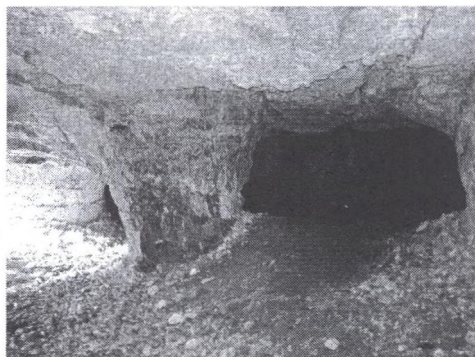
#### 4. Czynniki antropogeniczne

Bardzo duży wpływ na zachowanie stateczności i walorów naukowo-dydaktycznych ekosystemu Jaskini mają czynniki związane bezpośrednio lub też pośrednio z szeroko pojętą działalnością gospodarczą człowieka. Przy czym eksplorację Jaskini w celach poznawczych i rekreacyjnych można również zaliczyć do jednej z form działalności gospodarczej człowieka.

Jednym z najważniejszych czynników mających bezpośredni wpływ zwłaszcza na zachowanie stateczności i walorów naukowo-dydaktycznych jaskini pochodzenia krasowego miała eksploatacja wapienia prowadzona w sąsiedztwie systemu jaskini lub wręcz w jej wnętrzu. Rysunek 7 przedstawia fragment korytarza Jaskini o przekroju poprzecznym soczewkowym, charakterystycznym dla procesu wyflukiwania wapienia przez wodę. W procesie eksploatacji podziemnej wapienia uławiczonego korytarze te zostały poszerzone, a pomiędzy nimi pozostawiono cienkie filary ochronne, aby podeprzeć spękaną warstwę stropową (rys. 8). Od XIX wieku do lat 20. XX wieku na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej rozwinęła się specyficzna forma górnictwa w literaturze fachowej nazywana „szpaciarstwem”. Polegała ona na eksploatacji kalcytu (najważniejsza polimorficzna odmiana węglanu wapnia  $\text{CaCO}_3$ ), z j. niemieckiego zwanego szpatem, wykorzystywanego jako półprodukt dla przetopu krzemionki w hutach szkła. Poszukiwacze kalcytu (szpaciarze) rozkuwali naturalne spękania i szczeliny w poszukiwaniu żył kalcytowych. Pozyskiwali oni również kalcyt z form naciekowych, takich jak: draperie, zasłony, stalaktyty, stalagnity itp., przyczyniając się do znacznego zubożenia szaty naciekowej jaskiń.



Rys. 7. Korytarz skalny wyflukany przez wodę  
Fig. 7. The corridor in the rock swilled out by the water



Rys. 8. Korytarze skalne poszerzone przez eksploatację wapienia  
Fig. 8. The corridors in the rock widened by the limestone exploitation

Obie wspomniane formy działalności górniczej przyczyniły się do znacznej dewastacji jaskiń [11]. W przypadku jaskini „Szachownica” można bardzo wyraźnie stwierdzić wpływ podziemnej eksploatacji warstwy wapienia uławiczonego na stateczność masywu skalnego. W celu pozyskania surowca poszerzono naturalne korytarze Jaskini. Należy sądzić, że większość sal, które obecnie można obserwować w Jaskini, swój obecny wygląd zawdzięcza prowadzonej jeszcze w latach 60. XX wieku eksploatacji wapienia. W efekcie tej eksploatacji



nastąpiło zaburzenie pierwotnego stanu równowagi masywu skalnego Jaskini. Pozbawiona dostatecznego podparcia ze strony ociosów warstwa wapienia masywnego uległa dodatkowym spękaniami, w efekcie zwiększyła się powierzchnia spękań (zwiększenie powierzchni zwilżanej przez wodę), a tym samym możliwość intensyfikacji procesu krasowienia skały i jej podatność na krioturbację.

Równie istotnym czynnikiem związanym z działalnością gospodarczą jest zwiększenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery i zjawisko tzw. kwaśnych deszczy. Rolnictwo, chociaż w sposób pośredni, również przyczynia się do intensyfikacji procesu krasowienia wapienia. Zdeponowane w wodzie spływającej z pól uprawnych składniki nawozów powodują zwiększenie mineralizacji wody, a tym samym znacznie podnoszą jej stopień agresywności względem wapienia. Dużą antropopresję na stan zachowania jaskiń krasowych obserwuje się w przypadku nieuregulowanej gospodarki wodno-ściekowej. Zmiany poziomu wód gruntowych, wprowadzanie do cieków powierzchniowych ścieków gospodarczych i komunalnych, w znacznym stopniu przyspiesza procesy krasowe.

## 5. Czynniki czasu

Efekt końcowy oddziaływania każdego z omówionych wcześniej czynników uzależniony jest od czasu przez jaki dany czynnik oddziałuje na jaskinię. Jest on również najbardziej trudnym do uchwycenia czynnikiem. Złożoność procesów geologicznych i chemicznych, jakie spowodowały powstanie pustki, powoduje, że stan wyężenia skał wokół pustki jest trudny do określenia. Może się on zmieniać w sposób dynamiczny, w zależności od czasu trwania zjawiska. Generalnie można uznać, że w miarę upływu czasu deformacje ośrodka w otoczeniu pustki będą wzrastały, co w konsekwencji doprowadzi do jej samopodsadzenia przez zawał skał nadległych. Wokół pustki krasowej zachodzą stale procesy silnie związane z czynnikiem czasu. Wśród nich można wymienić [6]:

- zmianę gabarytów pustki,
- zmianę stanu naprężenia w górotworze wokół pustki,
- zmianę parametrów fizykomechanicznych skał wokół pustki.

W pracy [4] autorzy udawadniają, że prawdopodobieństwo powstania deformacji nieciągłych na powierzchni na skutek zawalenia się pustek poeksploatacyjnych w dużym stopniu zależy od głębokości eksploatacji, wielkości wybrania, stopnia spękania górotworu

nad pustką, czasu jaki upłynął od chwili zakończenia eksploatacji oraz budowy górotworu wokół pustki. Przy czym przyjmują oni założenie, że w miarę upływu czasu, jaki upłynął od chwili powstania pustki, prawdopodobieństwo powstania zawału maleje. Jednak w przypadku jaskiń pochodzenia krasowego nie można zastosować podanej metody bezpośrednio, ponieważ, jak wynika z obserwacji, prawdopodobieństwo zaistnienia zawału będzie wręcz wzrastać w miarę upływu czasu. Ma na to wpływ przede wszystkim nie tyle obniżanie się własności wytrzymałościowych skał wokół pustki, co wzrost stopnia spękania górotworu spowodowany czynnikami środowiskowymi. W jaskiniach, zwłaszcza tych zaliczanych do typu „zimne dynamiczne”, procesy związane ze zmianą temperatury i wilgotności powodują, w miarę upływu czasu, wzrost gabarytów jaskini – zjawisko obsypywania się gruzu ze ścian jaskini pod wpływem zamrozu.

## 6. Podsumowanie

Jaskinie krasowe, zwłaszcza uformowane w skałach wapiennych, łatwo ulegających procesom krasowym, są bardzo podatne na destrukcyjne czynniki środowiskowe zarówno pochodzenia naturalnego, jak i antropogenicznego. Z racji swojego znaczenia dla dziedzictwa przyrodniczego czy też wartości poznawczej i dydaktycznej, podlegają one szczególnej ochronie. Są one siedliskiem unikatowych ekosystemów i cennymi stanowiskami dokumentacyjnymi zarówno dla fauny i flory, jak i budowy geologicznej [2]. Powstanie zawału, oberwanie się dużego bloku skalnego, który zablokował wlot do jaskini, zmiana biegu cieku wodnego oraz zmiana składu powietrza atmosferycznego mogą mieć decydujący wpływ na zachowanie jej ekosystemu czy też walorów naukowo-dydaktycznych. Zwłaszcza jaskinie typu „Szachownica” są dużym wyzwaniem zarówno dla ekologów, jak i specjalistów z zakresu geochemii, geotechniki i budownictwa podziemnego. W ramach ochrony unikatowego zespołu przyrody nieożywionej i ożywionej należy często podejmować trudne decyzje. Działania mające na celu ochronę jednego z elementów ekosystemu mogą być poważnym zagrożeniem dla innych elementów systemu. Jaskinia „Szachownica” może być tego dobrym przykładem. Z punktu widzenia geotechnicznego stopień destrukcji masywu skalnego wokół jaskini zmusza do szybkiego podjęcia działań zmierzających do zabezpieczenia jej przed zawaleniem [6]. W opracowaniu poświęconym geomorfologiczno-geologicznym możliwościom zabezpieczenia jaskini autorzy stwierdzają, że [...] *techniczne*

*możliwości zabezpieczenia jaskini przed zawalem są szerokie. Jednak specyfika takiego obiektu jakim jest jaskinia „Szachownica I” nie pozwalają na zastosowanie większości z nich[...] [7].*

## BIBLIOGRAFIA

1. Bednarek J., Głazek J., Rudnicki J., Szynekiewicz A., Wierzbowski A.: Projekt rezerwatu geologicznego „Szachownica”. Ministerstwo Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, Dokumentacja, Warszawa-Wrocław 1977.
2. Chmura J., Kłys G., Wójcik A.: Ochrona unikatowego ekosystemu oraz ograniczenia w zagospodarowaniu Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich. Międzynarodowa Konferencja pt. „Budownictwo Podziemne 2007”, Górnictwo i Geoinżynieria, z. 3, Wydawnictwo AGH, Kraków 2007.
3. Chmura J., Wierzbicki M.: Geomechaniczne aspekty zabezpieczenia zabytkowej groty Czartoryskich w Puławach. Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Politechniki Wrocławskiej, s. Konferencje, z. 40, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001.
4. Chudek M., Arkuszewski J., Ołaszowski W.: Deformacje nieciągłe w obszarach górniczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. 610, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1980.
5. Mikoś T., Piwowarski W., Stewarski E.: Geomechaniczna analiza procesu deformacji ośrodka w otoczeniu dawnej płytkiej eksploatacji górniczej z wykorzystaniem obserwacji geodezyjnych. Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Politechniki Wrocławskiej, s. Konferencje, z. 40, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001.
6. Ossowska J.: Geomechaniczne problemy utrzymania stateczności pustek pochodzenia naturalnego w górotworze na przykładzie wybranej jaskini. Praca magisterska, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice 2007 (praca niepublikowana).
7. Polonius A., Sławiński J.: Ocena możliwości zabezpieczenia Jaskini Szachownica I w rezerwacie „Szachownica” na podstawie przesłanek geomorfologiczno-geologicznych. Zakład Usług Badawczo-Rozwojowych „Terra Incognita”, Katowice 2001.
8. Preidl W.: Raport z przeprowadzonych badań w jaskini „Szachownica” dla Wydziału Środowiska i Rolnictwa Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach. Gliwice 2008 (praca niepublikowana).
9. Pulina M.: Kras. Formy i procesy. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 1999.

10. Wołoszyn B., Gradziński M., Kosiński M., Kozakiewicz K., Postawka T.: Plan ochrony jaskini i rezerwatu „Szachownica”. Centrum Informacji Chiropterologicznej, Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, Kraków 1996.
11. Wójcik Z.: Z dziejów szpaciarstwa na Wyżynie Małopolskiej. Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. T. 2 – Kultura. Ojcowski Park Narodowy, Ojców 2004.

Recenzent: Dr hab. inż. Tadeusz MIKOŚ

### **Abstract**

Protection underground object against influence of natural and human destruction factors is always very complicated geotechnical problem. This problem becomes more complicated for natural objects like: caves, grottos where it is necessary to take in to consideration not only geotechnical problems but also very complex influence of environmental factors. Any human intervention, even having great aim like protection of natural underground object in the effect is direct intervention in natural ecosystem existing for a many years. Problem this is especially significant when object is treat like nature reserve and is subjected to act about environment protection. In this paper on the example of cave “Szachownica” localized in reserve Szachownica has been presented geotechnical and ecological aspects of underground object’s protection taking into consideration basic factors influenced on upkeep of existing ecosystem.