

Profilaktyka i zapobieganie zagrożeniom w procesie adaptacji i użytkowania podziemnych tras turystycznych

Prophylaxis of risks in the process of adaptation and use of the underground tourist routes



Mgr inż. Janusz Chmura*)



Dr inż. arch. Tomasz Wieja*)

Treść: W ostatnich latach w Polsce rozwija się intensywnie proces udostępniania, adaptacji i rewitalizacji zabytkowych podziemi. Problemy związane ze statecznością wyrobisk, a dotyczące problematyki ratowania i zabezpieczania podziemnych zabytków stanowi jedno z najbardziej nietypowych działań budownictwa górniczego. Każdy obiekt podziemny, mimo pozornych podobieństw ma swój specyficzny charakter, pochodzenie, zlokalizowany jest w odmiennych warunkach geotechnicznych. Każda trasa turystyczna posiada zatem charakter unikalny i niepowtarzalny; niezbędne są więc indywidualne zabezpieczenia każdej z nich i odmienne potraktowanie specyfiki każdego z tych obiektów. Całość działań jest determinowana zagadnieniami zapewnienia pełnego bezpieczeństwa ludziom przebywającym w podziemiach. Artykuł jest jednocześnie głosem w dyskusji na temat granic i możliwości adaptacji starych, zabytkowych wyrobisk i podziemi na obiekty użytkowe dostosowane do celów komercyjnych i turystycznych.

Abstract: Over the recent years, an intensive process of access, adaptation and revitalization of historic underground spaces has been taking place. The problems connected to the stability of excavations concern the issue of underground historic monuments' preservation and protection which have become one of the most untypical activities in the mining construction. Despite their apparent similarity, each underground construction has its own specific character, origin and has been located in diverse geotechnical conditions. Similarly, each tourist route has its own unique character, thus each one requires a specific security system as well as individual treatment. Every action is aimed at providing maximum security for the people who are in the underground spaces. This paper contributes to the discussion on the possibilities and limits of transforming the antique, historic excavations and underground spaces into public buildings and adapting them for tourist and commercial purposes.

Słowa kluczowe:

podziemne trasy turystyczne, zabezpieczanie zabytkowych wyrobisk, technologie prac zabezpieczających, zagrożenia w procesie renowacji zabytkowych wyrobisk

Key words:

underground Tourist Routes, protection of historic excavations, technology of safety works, risks in the process of renovation of the historic excavations

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach w Polsce rozwija się intensywnie proces udostępniania, adaptacji i rewitalizacji zabytkowych podziemi oraz wyrobisk. Jest on wynikiem aktywizacji środowisk lokalnych i samorządowych tworzących nowe możliwości rozwoju ekonomicznego poprzez stymulację atrakcyjnych form ruchu turystycznego. Zjawisko to można określić rewitalizacją przestrzeni podziemnej w Polsce i powstawaniem podziemnych tras turystycznych (w skrócie PTT). Jest to proces interdyscy-

plinarny (projektowanie, zabezpieczanie, udostępnianie, etc.) oraz integracyjny (partycypacja społeczna, rozwój tradycji, aktywizacja środowisk, etc). Obecnie mamy w Polsce około sto podziemnych obiektów wykorzystywanych do celów turystycznych. Obiekty te, oprócz wartości poznawczych, to także potencjalne źródło zagrożeń, takich jak wieloletnia destrukcja obudowy, podziemne zagrożenia gazowe i wodne oraz zagrożenia antropogeniczne powodowane intensywną eksploatacją obiektu.

Artykuł ten jest głosem w dyskusji na temat granic i możliwości adaptacji starych, zabytkowych wyrobisk i podziemi na obiekty użytkowe dostosowane dla celów komercyjnych

*) AGH w Krakowie

i turystycznych. W wielu wypadkach obserwujemy jak grupa „zapaleńców” próbuje udostępnić niebezpieczne podziemia wprowadzając nieświadomych tam ludzi. Często tego typu działania są na granicy ryzyka i mogą w niesprzyjających warunkach doprowadzić do tragedii.

Dlatego też od wielu lat apelujemy o dużą dyscyplinę przy rozpoczynaniu prac badawczo-adaptacyjnych i wprowadzaniu procedur służących bezpieczeństwu ludzi zwiedzających podziemia. Sygnalizujemy tylko niektóre problemy mogące wystąpić przy zabezpieczaniu, adaptacji i użytkowaniu wyrobisk podziemnych do celów turystycznych.

2. Bezpieczeństwo w procesie zabezpieczania i adaptacji starych wyrobisk i obiektów podziemnych

W naszym kraju jest wiele starych, naturalnych jaskiń krasowych, niezlikwidowanych kopalń, sztolni i wyrobisk poszukiwawczych, sieci podziemnych korytarzy. O ile jaskinie naturalne w większości przypadków są bezpieczne, to wyrobiska poeksploatacyjne, szczególnie tam gdzie nie prowadzono prac zabezpieczających, stanowią poważne zagrożenie dla zwiedzających [3]. Zagrożenia w takich wyrobiskach mogą występować z kilku przyczyn, takich jak:

- zagrożenie gazowe (atmosfera beztlenowa);
- obwały i zawaliska (przykład rys. 1)
- zmienne i ograniczone gabaryty;
- zagrożenie wodne;
- destrukcja istniejących zabezpieczeń (obudowy tymczasowe i ostateczne).



Rys. 1 Zaciskanie obudowy wyrobiska chodnikowego w KS „Wieliczka”

Fig. 1. Closing of excavation lining in Wieliczka Salt Mine

Zagrożenia te są istotne szczególnie przy pracach udostępniających, w sytuacji gdy roboty te są prowadzone przez osoby nie posiadające odpowiedniego przygotowania merytorycznego, doświadczenia praktycznego i nie mające świadomości istniejących zagrożeń. Oczywistym jest, że dla każdej jednostki administracyjnej, posiadanie na swoim terenie obiektu „przyciągającego” turystów jest korzystne i należy takie inicjatywy popierać. Problem polega na zagwarantowaniu osobom realizującym prace zabezpieczająco-adaptacyjne maksymalnego bezpieczeństwa przy wykonywaniu tych prac. Zabezpieczony obiekt musi mieć standardy wynikające z przepisów i obowiązujących norm, zapewniając stu procentowe bezpieczeństwo i odpowiedni komfort turystom zwiedzającym te obiekty.

Praktyka pokazuje, iż najkorzystniejszą byłaby sytuacja gdyby instytucja adaptująca wyrobiska lub zarządca obiektu podziemnego stosował zasady w zakresie:

1. Wykonywania projektów z uwzględnieniem wszelkich zagrożeń mogących wystąpić przy użytkowaniu podziemnego obiektu oraz prowadzenie dokumentacji sposobu wykonania zabezpieczeń, pozwalające na bieżąco i w trakcie wieloletniego użytkowania weryfikować i monitorować stan techniczny wyrobisk i obiektów podziemnych.
2. Wykorzystania technik górniczych przy zabezpieczeniu i udostępnianiu podziemnego wyrobiska poeksploatacyjnego i naturalnego, pod kierunkiem osób posiadających doświadczenie w tym zakresie (przykład rys. 2).
3. Określenia zasad dopuszczenia obiektu podziemnego do ruchu turystycznego, z uwzględnieniem zagrożeń podziemnych.
4. Określenia zasad i częstość kontroli stanu technicznego podziemnej trasy turystycznej.

Ponadto proponujemy aby do prac projektowych powoływać zespoły interdyscyplinarne składające się ze specjalistów (inżynierów górników, geologów, architektów, konstruktorów, wyspecjalizowanych projektantów w branży elektrycznej, wentylacji oraz rzeczoznawców ppoż, bhp i Sanepid).

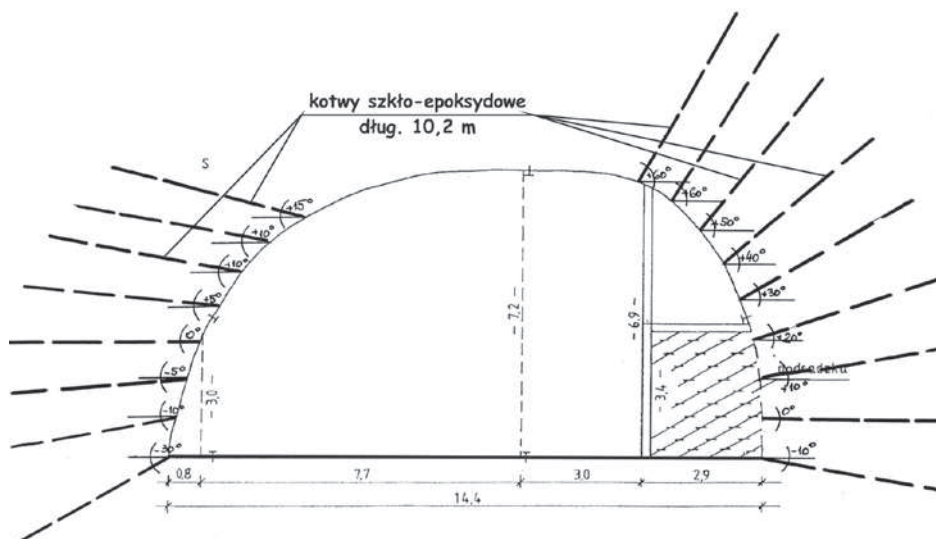


Rys. 2. Prace udostępniające prowadzone przez ekipę górniczą przy adaptacji sztolni będzińskich na podziemną trasę turystyczną

Fig. 2. Mining team works on Będzin drifts' adaptation for the underground tourist route

2.1. Ograniczenia formalno-prawne w procesie projektowania PTT

Nasze prawodawstwo w zakresie projektowania podziemnych tras turystycznych nie jest dostosowane do dzisiejszych realiów. Z wieloletniego doświadczenia w projektowaniu PTT, jakie posiadają specjaliści z AGH, wynika, że najważniej-



Rys. 3. Schemat zabezpieczenia komory „Ważyn”

Fig. 3. Diagram of Ważyn mining cavern protection

szym problemem formalnoprawnym i organizacyjnym jest dualizm prawny [1]. „Prawo budowlanemu” nie podlegają wyrobiska górnicze, więc wszelkie uzgodnienia w tym zakresie nie mają zastosowania przy zabezpieczaniu i adaptacji wyrobisk podziemnych. Również „Prawo geologiczne i górnicze” w zakresie przystosowania zabytkowych podziemi do ruchu turystycznego ogranicza się tylko do kilku wybranych, szandarowych obiektów. Taka luka prawna powoduje z jednej strony ograniczenie możliwości adaptacji ciekawych budowli podziemnych na atrakcyjne trasy turystyczne, a z drugiej ogromne pole do niekontrolowanego rynku „dzikich tras podziemnych” niespełniających wymogów bezpieczeństwa górniczego. Należy także podkreślić jeszcze jeden aspekt prawny. Dotyczy on projektowania, w procesie rewitalizacji, infrastruktury budowlanej na zewnątrz obiektów podziemnych (wejścia, punkty obsługi ruchu turystycznego, parkingi, itp.). Konsekwencją tego typu działań jest wprowadzenie odpowiednich zapisów w planach zagospodarowania przestrzennego umożliwiających realizację projektu i ochronę terenu przed niekontrolowaną zabudową. Stworzenie stref ochronnych, parków kulturowych, czy też wpisanie obiektów do rejestru zabytków pozwoli na długofalową politykę ochrony obiektów podziemnych, świadomie uwzględniając istnienie w przestrzeni i krajobrazie miast i wsi, wyjątkowych struktur geologiczno-górniczych, obiektów inżynierskich oraz architektonicznych. Jedyną drogą w takiej sytuacji byłoby przekonanie właścicieli takich obiektów o celowości stosowania tych zasad, w funkcji choćby moralnej odpowiedzialności za osoby przebywające w ich obiektach. W sytuacji obiektu czynnego turystycznie zakupienie biletu wstępu do obiektu, winno być traktowane jako umowa dwustronna, gdzie turysta ma prawo od właściciela wymagać swojego bezpieczeństwa. Każdy zarządca trasy podziemnej ma możliwość ubezpieczenia zarówno obiektu jak i turystów w zakresie OC i NW. Należałoby się zastanowić jak doprowadzić do sytuacji, aby obiekty podziemne posiadały certyfikaty bezpieczeństwa, oraz kto i na jakich zasadach by je wydawał, przy jednoczesnym uniknięciu zniechęcenia właścicieli do prowadzenia takiej działalności.

2.2. Technologie prowadzenia prac zabezpieczających

Ważnym zagadnieniem jest prowadzenie prac rekonstrukcyjnych, zapewniających efekt skutecznego, trwałe-

go i wieloletniego zabezpieczenia podziemnego obiektu w sposób umożliwiający bezpieczne przebywanie ludzi na trasie każdej podziemnej wędrówki. Takie efekty przynoszą, często stosunkowo drogie, lecz pewne techniki i technologie górnicze wykonywane przez doświadczonych ekipy pracujące w wyrobiskach górniczych [12].

Przykładem skutecznych metod zabezpieczeń i wdrażania nowych rozwiązań technicznych jest wprowadzanie obudów kotwowych z żywicy szkło-epoksydowych. Zastąpienie żerdzi stalowych cięgnami z tworzyw sztucznych stworzyło nową jakość w technologii zabezpieczania komór wielickich i bocheńskich [5, 11]. Żerdzie stalowe poddane były destrukcyjnym warunkom górotworu solnego, który powodował bardzo silną korozję tego materiału. Zastosowano więc żerdzie z włókien szkło-epoksydowych, o dużej odporności na niszczenie chemiczne. Stosuje się je od kilkunastu lat, osadzając je na specjalnych klejach, również bardzo odpornych na solne środowisko.

Przykładem takich zabezpieczeń jest m.in. wzmocnienie największej komory bocheńskiej – komory „Ważyn”. Jest to wyrobisko o długości ponad 200 m, szerokości dochodzącej do 15 m i wysokości 7 metrów. W wykonanej kilkadziesiąt lat temu komórce widać było objawy zaciskania się wyrobiska. Ze względu na charakter komory (działalność sanatoryjno-turystyczna) należało w jak największym stopniu ograniczyć wprowadzenie obudowy podporowej. Zaprojektowano więc zabezpieczenie komory przez wytworzenie „sztucznego stropu” poprzez zamontowanie siatki kotew o długości 10,2 metrów, rozmieszczonych w formie „parasola” [5]. Ideowy schemat takiego rozwiązania pokazano na rysunku 3.

Kilkuletni okres eksploatacji wyrobiska, po zakończeniu prac zabezpieczających wykazał znaczną obniżkę dynamiki przemieszczeń konturu wyrobiska.

Tego typu rozwiązania zastosowano również przy zabezpieczaniu wielu komór wielickich, o dużych gabarytach i dużej destrukcji górotworu. Takimi metodami zabezpieczono m.in. komorę „Margielnik”, „Geramb”, „Geisruck”.

2.3. Zasady dopuszczania obiektów podziemnych do ruchu turystycznego

Autorzy niniejszego opracowania, mający wieloletnie doświadczenie w projektowaniu podziemnych tras turystycznych i w problematyce użytkowania takich podziemi składają

się do wprowadzenia takich uregulowań prawnych, które na bazie doświadczeń górniczych określałyby zasady dopuszczenia każdego obiektu podziemnego do ruchu turystycznego, z uwzględnieniem specyficznych zagrożeń podziemnych. Przepisy takie wprawdzie skomplikowałyby działalność wielu istniejących obecnie tras podziemnych, a w szczególności tych niewielkich, jednak przyczyniłyby się do zwiększenia bezpieczeństwa ludzi przebywających pod ziemią [11].

2.4. Zasady kontroli udostępnionych tras podziemnych

Bardzo ważnym zagadnieniem w funkcji zapewnienia pełnego bezpieczeństwa turystom przebywających w podziemiach jest określenie zasad i częstość kontroli stanu technicznego wyrobisk, wraz z imiennym określeniem odpowiedzialności za określone czynności [5]. W wielu przypadkach zdyscyplinowałyby to właściciele, użytkownicy i osoby kontrolujące wyrobiska podziemne w zakresie odpowiedzialności cywilnej, a także moralnej w wyniku powstałej szkody.

3. Zagrożenia przy renowacji i użytkowaniu obiektów podziemnych

Z wieloletniej obserwacji wynika, że wiele wyrobisk adaptowanych na podziemne trasy turystyczne wykonywanych jest bez odpowiedniej dokumentacji technicznej zarówno projektowej jak i powykonawczej. Często wykonują je zespoły nie mające doświadczenia w tego typu specyficznych przedsięwzięciach, a projekty nie są opiniowane przez specjalistów z zakresu budownictwa górniczego i podziemnego. Dotyczy to również nadzoru konserwatorskiego, który często w ogóle nie jest brany pod uwagę jako merytoryczny konsultant. W czasie prowadzenia robót zabezpieczających brak jest często fachowego nadzoru górniczego. Zdarza się, że na niektórych odcinkach tych tras brak jest niezbędnej obudowy, a w wielu rejonach mają miejsce widoczne przejawy ciśnienia górotworu, łącznie z lokalnymi obwałami skał (przykład rys. 4). Dawno nieczynne sztolnie, szybiki i dukle w pobliżu istniejących tras turystycznych, a także chodniki i komory leżące przy trasie są niezabezpieczone i penetrowane przez niepowołane osoby. Ze względu na swoje położenie stanowią często zagrożenie dla nadległych obiektów [8]. W wielu miejscach brak właściwego oświetlenia, odwodnienia, wentylacji i dróg ucieczkowych [4].



Rys. 4. Chodnik na poz. I w Kopalni Złota w Złotym Stoku przed adaptacją na podziemną trasę
Fig. 4. Gold Mine heading in Złoty Stok, before adaptation for the underground route

Problemy pojawiają się również w momencie przekazania trasy użytkownikowi. Właściciele trasy podziemnej często nie informują zwiedzających o potencjalnych zagrożeniach ani o drogach ucieczkowych. Często sami przewodnicy tras podziemnych, nie mający odpowiedniego przygotowania górniczego i konserwatorskiego, nie zdają sobie nawet sprawy z potencjalnych zagrożeń ze strony górotworu i spowodowanych brakiem należytej wentylacji możliwości zaistnienia pożaru, gromadzenia się gazów trujących i palnych, wdarcia się wód do takich tras itp. Na wielu odcinkach niezabudowanych tras turystycznych mają miejsca widoczne odspojenia ociosów i stropu. Do rzadkości należą w naszym kraju trasy podziemne, gdzie istnieje obowiązek zakładania kasków ochronnych i wypożyczania latarek, dokonywane są fachowe oględziny trasy, zwraca się uwagę na zabezpieczenia górnicze, sezonowo mierzy przepływ powietrza, stężenia gazów i radiację skał. Powstające żywiołowo nowe odcinki tras podziemnych wykonywane są często sposobem gospodarczym lub podczas akcji odgruzowywania podziemnych obiektów bez należytego zabezpieczenia. Problemem jest także sprawa projektowania nowych tras turystycznych w wyrobiskach podziemnych.

W związku z powyższym nasuwają się wątpliwości dotyczące podstaw prawnych funkcjonowania istniejących podziemnych tras turystycznych w naszym kraju oraz wymagań przy udostępnianiu nowych podziemi oraz ich użytkowaniu.

4. Problemy techniczne użytkowania zabytkowych wyrobisk

Wykonanie każdego wyrobiska podziemnego powoduje w skałach otaczających wyrobisko zmianę pierwotnego stanu naprężeń. Wokół wyrobiska wytwarzają się wtórne strefy koncentracji i dekoncentracji naprężeń oraz obszary deformacji z tendencją niszczenia pierwotnej struktury tych skał, odspajania się od masywu i przemieszczania (przykład rys. 5) do wyrobiska [3]. Proces ten staje się jeszcze bardziej skomplikowany, gdy w górotworze zostanie wykonana duża liczba wyrobisk o różnym kształcie, gabarytach i skompli-



Rys. 5. Komora „Sartory” w KS „Wieliczka” – fragmenty skał opadłych ze stropu wyrobiska
Fig. 5. Sartory Cavern in Wieliczka Mine – fragments of rocks fallen from the excavation's roof

kowanym usytuowaniu przestrzennym. Często zdarza się, że przestrzenna struktura tych wyrobisk w czasie wielowiekowego ich użytkowania niejednokrotnie ulegała też różnorodnym przebudowom dostosowanym do zmiennych potrzeb ich funkcjonowania. Procesy deformacyjne mogą spowodować niszczenie pierwotnej struktury skały w najbardziej narażonych strefach wokół wyrobisk i mogą doprowadzić do utraty ich stateczności [3].

Przez stateczność wyrobisk podziemnych rozumie się zdolność trwania ich w stanie pełnej przydatności z jednoczesnym zapewnieniem całkowitego bezpieczeństwa ludzi przebywających w podziemiach, ze szczególnym uwzględnieniem wymogów przystosowania wyrobisk do ruchu turystycznego. Jest to zatem zdolność wyrobisk do zachowania kształtu i położenia przestrzennego [12].

Przyczynami bezpośrednimi utraty stateczności mogą być:

- nadmierne koncentracje naprężeń w ociosach, stropie i narożach wyrobisk przekraczające odpowiednie wytrzymałości skał,
- nadmierne koncentracje naprężeń w obudowie będące wynikiem znacznego jej obciążenia ciśnieniem górotworu,
- zmiana pierwotnych parametrów wytrzymałościowych skał (np. w wyniku ich wietrzenia, zawodnienia, odprężenia itp.).

Dlatego też utracie stateczności ma zapobiec przede wszystkim odpowiednio zaprojektowana obudowa. Projektowanie obudów w zabytkowych wyrobiskach polega na ustaleniu na podstawie analizy geomechanicznej zarówno podporności, jak i podatności obudowy w danych warunkach. Rodzaj konstrukcji obudowy, kształt i materiał zastosowany do jej wykonania powinien zostać tak dobrany, aby zapewniał obudowie współpracę z otaczającym ją górotworem.

Jednocześnie, ze względu na zachowanie historycznego wyglądu podziemnych wyrobisk należy uwzględnić wytyczne konserwatorskie. W wielu przypadkach wymagania techniczne są nadrzędne w stosunku do wymagań konserwatorskich. Także istotnym problemem determinującym dobór rozwiązań projektowych jest bezpieczeństwo pożarowe i organizacja dróg ewakuacyjnych z organizowanej trasy turystycznej. Każda projektowana adaptacja wiąże się za zmianą sposobu użytkowania istniejącego obiektu [2]. Zatem zgodnie z przepisami ochrony pożarowej obiekty podziemne mogą być kwalifikowane jako ZL (zagrożenie ludzi). Ze względu na różnorodność struktury przestrzennej oraz indywidualny charakter niezbędne jest wykonanie ekspertyzy ppoż. Pozwala ona na wielowariantowy dobór środków ochrony ppoż.

i stosowanie rozwiązań zamiennych. Konsekwencją tego opracowania jest przyjęcie optymalnych rozwiązań projektowych determinujących techniczne aspekty zabezpieczeń.

Prace rewitalizacyjne związane z ochroną podziemnych tras turystycznych powinny zmierzać do przywrócenia zabytkowym obiektom dawnych wartości użytkowych, historycznych, archeologicznych, edukacyjnych [13]. Realizacja praktyczna robót napotyka na różnorakie zagrożenia naturalne, utrudnienia techniczne i niebezpieczne warunki pracy. W wyrobiskach podziemnych o bardzo zróżnicowanych warunkach geologicznych i zróżnicowanym stanie technicznym wynika potrzeba stosowania nietypowych metod badawczo-obliczeniowych przy rozpoznawaniu aktualnej stateczności tych wyrobisk oraz ochrony nadległych obiektów budowlanych.

Typowym przykładem ewolucji metod zabezpieczenia zabytkowych podziemi jest projekt adaptacji starych wyrobisk poeksploatacyjnych w Tomaszowie Mazowieckim, znanych jako „Groty Nagórzyckie” (rys. 6) [14]. Ponad stuletnie wyrobiska wykonane zostały w bardzo mało zwięzłym górotworze zbudowanym z warstw piasku sklejonym spoiwem kaolinowym. Piasek wydobywany był „na dziko” i odstawiany do pobliskiej huty szkła, będąc bardzo dobrym wsadem do produkcji wyrobów szklanych. Prace górnicze spowodowały znaczną perforację górotworu. Pozostawienie tych wyrobisk bez zabezpieczeń stwarzało potencjalne zagrożenie dla nadległego terenu. Pomimo „katastroficznych” opinii o stanie wyrobisk nie podjęto żadnych działań zabezpieczających. Na początku XXI wieku nastąpił zawał w końcowej części wyrobisk. Podjęto wtedy ostateczną decyzję o adaptacji wyrobisk do celów turystycznych. Pierwsze prace badawcze związane z koncepcją adaptacji wyrobisk do celów użytkowych wykonano ponad 30 lat temu. Zaproponowano wtedy metodę stworzenia tzw. filarów zespolonych. Ze względu na duże odsłonięcie stropu wyrobiska zaprojektowano metodę łączenia filarów, powodując zwiększeni powierzchni stropu wyrobiska. Koszt wykonania takich prac okazał się jednak dość wysoki. Dlatego też po analizie technicznej zaproponowano wykonanie w podziemiach ciągu obudowy drewnianej, zamkniętej z pełną wykładką stropu na trasie jej przebiegu. W miejscu zawału zaprojektowano szybkę, który udostępnia wyrobiska w dodatkowym miejscu i powoduje lepsze warunki wentylacji podziemi. Realizację przedmiotowego projektu podziemnej trasy turystycznej zakończono w 2012 roku.

Innym, specyficznym podziemnym obiektem zaadaptowanym na cele turystyczne są naturalne jaskinie w kieleckiej



Rys. 6. „Groty Nagórzyckie – schemat przebiegu podziemnej trasy turystycznej oraz scan fragmentu podziemi po zakończeniu prac adaptacyjnych

Fig. 6. Nagórzyckie Caverns – diagram of underground tourist route course and scan of the underground spaces after adaptation for the underground tourist route

„Kadzielni”. Zaproponowano, by krasowe wyrobiska, znajdujące się w rejonie starych kamieniołomów zabezpieczyć i udostępnić jako podziemną trasę turystyczną. W tym przypadku konieczne było zachowanie wartości poznawczych i geologicznych i zapewnienie bezpieczeństwa turystom zwiedzającym wyrobiska [13]. W etapie pierwszym spenetrowano i udrożnione korytarze. Następnie zabezpieczono istniejące „kominy” powodujące osypywanie się skał do wyrobisk. Następnie odpajające się fragmenty skał skotwiono. Spąg wyrobiska wyczyszczono i wyłożono blokami skalnymi pochodzącymi z jaskini. Stworzono ciekawy obiekt geologiczny-przyrodniczy, zapewniając pełne bezpieczeństwo zwiedzającym.

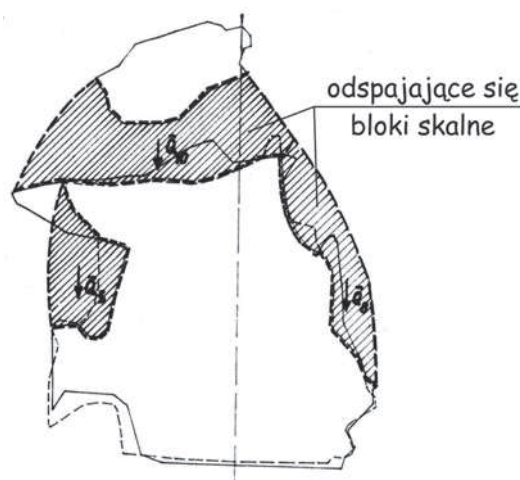
Natomiast wartości historyczne i konserwatorskie były warunkiem podstawowym przy projekcie adaptacji „Grot Puławskich” w skarpie nadwiślańskiej w Parku Pałacowym w Puławach. Groty zostały wykonane przez wybieranie materiału skalnego do rozbudowy obiektów w posiadłości Izabeli Czartoryskiej. Okres romantyzmu i tajemniczości przyczynił się do stworzenia jedynej w swoim rodzaju podziemnej „świątyni dumania”. Jednak w późniejszym okresie zaniedbano te wyrobiska. Zniszczone podziemia skazane były na dalszą ich degradację. Dopiero w latach 70. XX wieku spenetrowano i zinwentaryzowano „Groty”. Decyzją Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, obecnego właściciela tego terenu rozpoczęto prace inwentaryzacyjne i projektowe zmierzające do udostępnienia podziemi. W celu zatrzymania dalszej destrukcji wyrobisk zaproponowano zabezpieczenie ciągu wyrobisk przez zabezpieczenie ich tzw. „arkami” wykonanymi z kostek betonowych. Takie zabezpieczenia nie zaburzają pierwotnego charakteru „Grot” zapewniając jednocześnie stabilność wyrobisk. Natomiast, największa komora tzw. „kaplica” została zabezpieczona przez wykonanie konstrukcji pozwalającej na „podwieszenie” skał stropowych. Schemat tych zabezpieczeń pokazano na rysunku 7. Elementy zabezpieczeń oraz ciągnięć kotwowych zostały zamaskowane nie burząc starego wystroju komory. Rozwiązanie to jest przykładem możliwe najwierniejszego



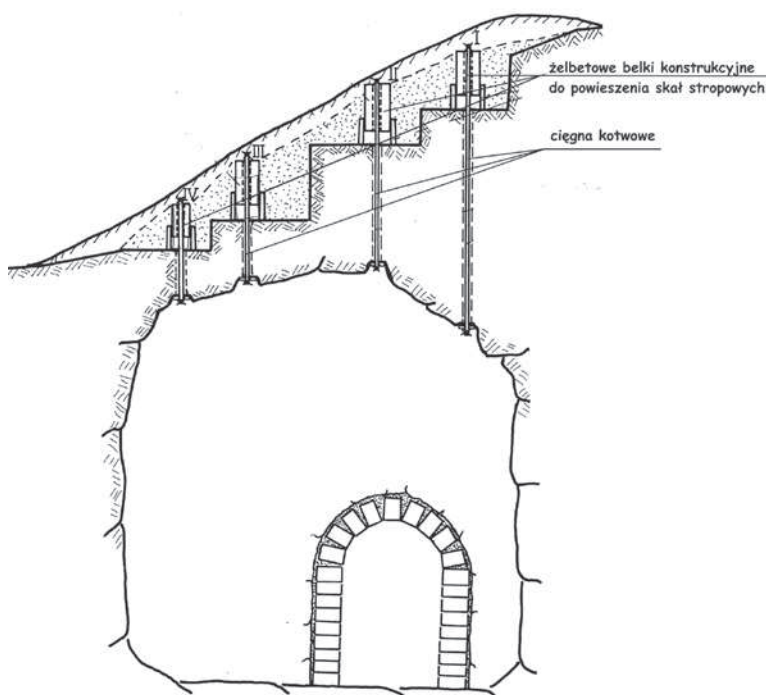
Ryc. 7. „Grota Puławska” zabezpieczenie chodników i schemat wzmocnienia największej komory
Fig. 7. Puławska Cavern – protection of headings and diagram of reinforcement of the largest cavern

odtworzenia zabytkowego wyrobiska, przy zachowaniu standardów technicznych dotyczących tworzenia podziemnych tras turystycznych.

Ciekawym przykładem zapewnienia właściwej stateczności wyrobisk i pełnego bezpieczeństwa przebywających tam ludzi jest zabezpieczenie „Smoczej Jamy”. Jest to naturalna jaskinia krasowa, użytkowana kilkaset lat. Ze względu na swoje położenie we wzgórzu wawelskim cieszyła się wielkim zainteresowaniem. Jednak nieubłagane procesy degradacyjne spowodowały konieczność przeprowadzenia zabezpieczenia „Smoczej Jamy”. W latach 1966 ÷ 1976 przeprowadzono wiele prac badawczo-rozpoznawczych zmierzających do określenia stanu tych wyrobisk i zakresu niezbędnych zabezpieczeń. Zaproponowano zabezpieczenie jaskini przez skotwienie górotworu. Zainstalowano wtedy ponad 1500 sztuk kotwi i wykonano próby monolityzacji spękanego górotworu.



Rys. 8. Przekrój porzeczný Smoczej Jamy – schemat inwentaryzacji odpajających się fragmentów skał
Fig. 8. Dragon's Cave (Smocza Jama) – diagram of inventory of rocks fragments' loosening



Przez prawie 40 lat ten system zabezpieczeń był skuteczny. Jednak przyszedł czas na weryfikację stanu tych zabezpieczeń. Rozpoczęto prace związane z aktualną oceną stanu technicznego jaskini i opracowanie wzmocnienia skał budujących Smoczą Jamę.

5. Podsumowania

Problemy związane ze statecznością wyrobisk a dotyczące geotechnicznych aspektów ratowania i zabezpieczania podziemnych pomników kultury materialnej stanowią jedno z najbardziej nietypowych działań budownictwa podziemnego. Wybrane i przedstawione problemy dotyczą tylko niektórych zagadnień związanych z powstawaniem podziemnych tras turystycznych i bezpieczeństwem przebywających tam ludzi. Każdy obiekt podziemny, mimo pozornych podobieństw ma swój specyficzny charakter, strukturę przestrzenną, zlokalizowany jest w odmiennych warunkach geotechnicznych. Każda trasa turystyczna ma zatem charakter unikalny i niepowtarzalny. Niezbędne są więc indywidualne zabezpieczenia każdej z nich i odmienne potraktowanie specyfiki każdego z tych obiektów.

Artykuł wykonano w ramach pracy statutowej nr 11.11.100.197

Literatura

- 1 *Chmura J., Czaja P.*: Problemy techniczne i legislacyjne w procesie zabezpieczania i adaptacji wyrobisk na podziemne trasy turystyczne. Konferencja Muzeów Górniczych i Skansenów Podziemnych. Muzeum Żup Krakowskich. Wieliczka 2010
- 2 *Chmura J., Wieja T.*: Górnicze metody zabezpieczania i rewitalizacji podziemnych obiektów zabytkowych. Ochrona Zabytków nr 1-4. Warszawa 2010
- 3 *Chmura J., Mikoś T.*: Wybrane problemy stateczności podziemnych tras turystycznych w Polsce. Konferencja SITG „Przemysł wydobywczy. Teraźniejszość i przyszłość” Konferencja SITG. Kraków 1999
- 4 *Chmura J.*: Problemy rewitalizacji i zabezpieczania podziemnych obiektów zabytkowych. Międzynarodowe Seminarium pod patronatem Unii Europejskiej „Rewitalizacja budowli miejskich” Gdańsk 2004
- 5 *Chmura J., Migdas T.*: Ocena stateczności wyrobisk trasy turystycznej i komór sanatoryjnych w Kopalni Soli „Bochnia” wraz z projektem opomiarowania nowych obiektów turystycznych. Górnictwo i Geoinżynieria Nr 3/1 – 2005
- 6 *d’Obryn K., Hydzik – Wiśniewska J.*: Wpływ zmienności warunków geologiczno-górnicznych na stan techniczny wyrobisk na przykładzie zespołu komór Ksawer w Kopalni Soli „Wieliczka”. Przegląd Górniczy nr 12 Katowice 2011
- 7 *d’Obryn K., A. Lasoń A.*: „Kompleksowe zabezpieczenie komory z częściowym obwałem stropu w Kopalni Soli „Wieliczka”. Przegląd Górniczy nr 6 Katowice 2013
- 8 *Kortas G.*: Przemieszczenia powierzchni nad historyczną kopalnią w Wieliczce. Przegląd Górniczy nr 3 Katowice 2007
- 9 *Kwiecień A., Tatara T.*: O możliwości napraw obiektów budowlanych na terenach górniczych. Przegląd Górniczy nr 6 Katowice 2014
- 10 *Pawlikowski M., Mikoś T., Chmura J., Lasoń A.*: Problemy zabezpieczeń górniczych podczas penetracji i udostępniania grobowców skalnych w Egipcie oraz ich stabilizacja. Górnictwo i Geoinżynieria Nr 3/2005
- 11 *Tajduś A., Lasoń A., Chmura J.*: Wybrane problemy bezpieczeństwa przy udostępnianiu i adaptacji podziemnych wyrobisk dla ruchu turystycznego. Konferencja „Dziedzictwo i historia górnictwa oraz wykorzystanie pozostałości dawnych robót górniczych” – Łądek Zdr. 2007
- 12 *Tajduś A., Mikoś T., Chmura J.*: Problemy techniczne adaptacji i zabezpieczania podziemnych obiektów zabytkowych – doświadczenia Wydziału Górniczego AGH w Krakowie. Międzynarodowa Konferencja Konserwatorska. Kraków 2000
- 13 *Wieja T., Chmura J.*: Wpływ ochrony dziedzictwa geologicznego i georóżnorodności na projektowanie podziemnych tras turystycznych. Konferencja IRSE – Wrocław. Wydawn. CUPRUM 2013
- 14 *Wieja T., Chmura J.*: Konstrukcje górnicze jako element projektowanej podziemnej trasy turystycznej „Groty Nagórzyckie” Budownictwo Górnicze i Tunelowe nr 2. Katowice 2011