

Bogdan SKOWROŃSKI

Marian WYRAZIK

Zakład Robót Górniczych w Bytomiu

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII DOŁOWEGO BUDOWNICTWA GÓRNICZEGO
DLA ZABEZPIECZENIA I REKONSTRUKCJI PODZIEMI ZABYTKOWYCH
KOMPLEKSÓW MIEJSKICH

Streszczenie. W pracy opisano stosowane technologie przy zabezpieczaniu i rekonstrukcji budowli podziemnych i naziemnych. Na przykładach omówiono sposób ratowania budowli narażonych na wpływy dawnych wyrobisk podziemnych. Przedstawiono prace mające na celu lokalizację zagrożenia i sposób likwidacji zagrożenia.

Przy rozpatrywaniu likwidacji zagrożenia i zabezpieczenia rozpatrzono podszadanie wyrobisk podziemnych, zabezpieczenie wyrobisk dodatkową obudową, odwodnienie powierzchni, przebudowę sieci wodociągowo-kanalizacyjnej, wzmocnienie gruntów i starych fundamentów. „Pierw prowadzi się prace nad rozeznaniem zagrożenia, następnie sporządza się plany i inwentaryzację techniczną, po czym opracowuje się rozwiązanie mające na celu zabezpieczenie wyrobisk podziemnych lub ich likwidację.

„ przypadku zabezpieczenia wyrobisk podziemnych stosuje się typowe sposoby górniczego budownictwa podziemnego. Przy zabezpieczaniu wyrobisk bez konieczności wyburzenia starej obudowy najpierw zabezpiecza się ją tymczasową drewnianą obudową poligonową składającą się z bali i okrągłaków, a następnie wymienia się uszkodzony mur.

Podobnie postępuje się przy całkowitej wymianie obudowy murowej, z tym że po zabezpieczeniu obudową poligonową stopniowo wyburza się stropową część wyrobiska i zabezpiecza stropnicami wspartymi na murach. Wznoszoną obudowę domurowuje się szczelnie do istniejących murów ociosowych.

1. WPROWADZENIE

Na staromiejskich obszarach zabytkowych miast lokowanych w średniowieczu i wzniesionych na terenach lessowych, wśród nich Sandomierza, Jarosława i Opatowa, szczególnie w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych notowane były liczne katastrofy budowlane, które groziły ich całkowitym zniszczeniem. Katastrofy budowlane obejmowały przede wszystkim zapadnięcia nawierzchni jezdni, całkowite zniszczenia oraz poważne pęknięcia budynków, zakłócenia w sieci wodno-kanalizacyjnej itp.

Przyczynami tych zagrożeń były:

- stworzona przed wiekami dla potrzeb gospodarczych i obronnych gęsta sieć wyrobisk podziemnych, nie ujęta na żadnych planach,

- wody atmosferyczne lub z uszkodzonej, nieszczelnej sieci wodociągowej, które przedostając się w głąb upłynniały grunty lessowe.

Powyższe przyczyny prowadziły do zawalenia istniejących chodnikowych i komorowych wyrobisk podziemnych i w dalszej kolejności powstawania rozległych zapadlak obejmujących swoim zasięgiem nadziemną infrastrukturę. Powstało poważne zagrożenie dla komunikacji i budynków, których fundamenty niejednokrotnie niewłaściwie posadowione, osiadając nierównomiernie, powodowały pękanie ścian konstrukcyjnych i niszczenie budynków - fot. 1.



Fot. 1. Dom zniszczony wskutek obwałów jego podziemi

Photo. 1. The house damaged by rock slide of its underground part

Ze względu na nietypowość zagadnienia przekraczającego zakres klasycznego budownictwa, praktyczne możliwości ekip budowlanych oraz bardzo trudne i niebezpieczne warunki pracy w grożących zawaleniem podziemiach czynności te wymagały zastosowania technologii górniczych oraz zatrudnienie górników z odpowiednim doświadczeniem i wyposażeniem specjalistycznym. Opracowanie przedstawia zastosowanie metod zabezpieczenia podziemnych części obiektów budowlanych opracowanych przez górników naukowców oraz technologii wykonawczych stosowanych w tym celu przez górników praktyków.

2. SPOSÓB USUNIĘCIA ZAGROZEŃ GÓROTWORU KOMPLEKSOWĄ METODĄ "Z-S"

Pierwsze prace ratunkowo-zabezpieczające zmierzające do ustalenia przyczyn i usunięcia występujących zagrożeń na terenie Starego Miasta w Jarosławiu w 1958 r. zapoczątkował z udziałem brygad budowlanych nieżyjący już prof. Feliks Zalewski i prof. zw. dr hab. Zbigniew Strzelecki.

Z uwagi na brak niezbędnych, wymaganych umiejętności brygad budowlanych w 1962 r. do akcji włączyły się specjalistyczne ekipy górników z ówczesnego Dolnośląskiego Przedsiębiorstwa Robót Górniczych w Wałbrzychu na terenie miasta Kłodzka oraz Przedsiębiorstwa Robót Górniczych w Bytomiu na terenie Jarosławia.

Z wieloletniej działalności zespołu pracowników naukowych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, którym do roku 1965 kierował prof. Feliks Zalewski, a następnie nieprzerwanie do chwili obecnej prof. Zbigniew Strzelecki, zrodziła się pierwsza tego rodzaju w skali krajowej oryginalna metoda górniczego zabezpieczenia podziemi obiektów budowlanych oznaczona symbolem "Z-S". Głównym założeniem metody "Z-S" jest wyprzedzające dokonanie szczegółowego rozeznania, lokalizacji i eliminacji zagrożeń dla zabudowy ze strony różnorodnych czynników znajdujących się pod powierzchnią terenu, po czym może nastąpić rewaloryzacja nadziemnych części budowli.

Założenia "Z-S" obejmuje kolejno następujące działania:

- szczegółową inwentaryzację sieci wodociągowej, migracji wód powierzchniowych oraz kanalizacji z określeniem jej stanu technicznego,
- rozeznanie, udostępnienie i tymczasowe zabezpieczenie w rejonach zagrożenia wydzielanych z całego obszaru danej dzielnicy metodami górniczymi podziemnych korytarzy i komór,
- wykonanie planów sytuacyjnych udostępnionych wyrobisk w nawiązaniu do układów murów fundamentowych obiektów starego budownictwa lub planowanych nowych budynków,
- ostateczne zabezpieczenie lub likwidację przez podsadzanie wyrobisk podziemnych w danym rejonie w powiązaniu z istniejącą lub planowaną zabudową powierzchni,
- wzmocnienie nieodpowiednich fundamentów pod starymi budynkami, zabezpieczenie ich przed przenikaniem wód powierzchniowych oraz opracowanie specjalnych sposobów wykonywania fundamentów dla nowego budownictwa,
- rozwiązanie odwodnienia powierzchni oraz przebudowę sieci wodociągowo-kanalizacyjnej zrealizowane przed ostatecznym wzmocnieniem fundamentów.

Całokształt podanego działania jest podporządkowany założeniom planu przestrzennego zagospodarowania zabezpieczonego Starego Miasta.

3. ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII GÓRNICZYCH W ZABEZPIECZENIU PODZIEMI ZABYTKOWYCH MIAST

3.1. Ogólna charakterystyka i kolejność prac

Przed przystąpieniem do właściwego zabezpieczenia wyrobisk podziemnych przeprowadza się gruntowne górnicze prace badawczo-poszukiwawcze, umożliwiające lokalizację wyrobisk podziemnych, stanowiących potencjalne zagrożenie dla obiektów powierzchniowych. W pierwszej kolejności uwzględnia się

głównie lokalizację i zasięg zapadlisk, kierunki spękań na ścianach budowl i kierunki infiltracji wód powierzchniowych. Górnicze prace badawczo-poszukiwawcze dzielą się na dwa następujące etapy:

etap I - udostępnienie wyrobisk,

etap II - opracowanie programu prac kompleksowego zabezpieczenia obiektów.

Prace I etapu mają za zadanie udostępnienie wyrobisk korytarzowych i komorowych różnych kondygnacji w obrębie zarysu nadległego obiektu oraz zlokalizowanie nieznanymi kawern, pustek lub wyrobisk podziemnych oraz ich rozeznanie przez głębenie szybków i wiercenie otworów badawczych. Opierając się na wynikach I etapu wykonuje się podkłady geodezyjne obejmujące:

- plan sytuacyjno-wysokościowy całego obszaru wykonany w skali 1:500,
- plany geodezyjne sytuacyjno-wysokościowe podstawowe w skali 1:500 dla jednego ewentualnie kilku rejonów zagrożeń dokumentujące układ zlokalizowanych wyrobisk podziemnych w nawiązaniu do układu murów głównych.

Na podstawie sporządzonych planów wykonuje się szczegółową inwentaryzację techniczną stanu udostępnionych wyrobisk podziemnych. Celem inwentaryzacji jest konieczność prawidłowego doboru rozwiązań technicznych z zakresu prac zabezpieczających lub likwidacyjnych w powiązaniu z uszkodzonymi obiektami lub elementami powierzchni.

Etap II robót górniczych obejmuje uzupełniające prace badawczo-poszukiwawcze i udostępniające łącznie z propozycjami prac likwidacyjno-zabezpieczających, umożliwiające następnie ostateczne opracowanie wytycznych w sprawie kompleksowego zabezpieczenia lub likwidacji wszystkich zidentyfikowanych wyrobisk podziemnych.

3.2. Górnicze prace udostępniające i badawcze

Prace udostępniające rozpoczyna się z istniejących wlotów do wyrobisk podziemnych. Posuwając się w głąb oczyszcza się wyrobiska z naniesionego materiału wtórnego, którym jest głównie ziemia gruntowa zmieszana z lessem. Urabianie górotworu odbywa się ręcznie przy użyciu kilofów i łopat lub pneumatycznych młotków odbudowy - fot. 2. Urobek odstawiany jest ręcznie za pomocą tacek lub krótkich przenośników taśmowych.

W miarę odsłaniania wyrobisk zabezpiecza się ich strop i ociosy klasyczną górniczą obudową tymczasową z drewna. Równocześnie z udostępnieniem głównej nitki wyrobiska odkrywa się wierceniami badawczymi niejednokrotnie odgałęzienie boczne.

3.2.1. Charakterystyka wierceń badawczych

Wiercenia badawcze przeprowadza się zarówno pionowo, jak i poziomo we wszystkich kierunkach. Ich celem jest wykrycie i umiejscowienie w głębi



Fot. 2. Ręczne urabianie górotworu

Photo 2. Rock hand mining

górotworu ewentualnych pustek niewidocznych z wyrobisk, określenie rodzaju górotworu oraz jego zawodnienia. Poza tym wiercenia badawcze wykonuje się pod fundamentami oraz na dnie najniższej położonych wyrobisk. Wiercenie z reguły wykonuje się do głębokości ok. 12 m. Otwory, najczęściej w siatce 1,5 x 1,5 m lub 2,0 x 2,0 m, wiercone są:

- w górotworze lessowym ręcznie świdrami spiralnymi o średnicy koronki 50 mm z łączonych żerdzi o długości 1,59 m lub za pomocą rurki 1,5 cala, którą doprowadzane jest sprężone powietrze o ciśnieniu ok. 6 atmosfer. Tym ostatnim sposobem poprzez lekkie ruszanie rurką w otworze strumień sprężonego powietrza urabia less i usuwa go na zewnątrz. Metoda ta jest znacznie wydajniejsza od wiercenia ręcznego, w murach i w rumoszu ceglano-kamiennym wiertarkami mechanicznymi typu PWR-600 lub WUP-22.

Próby zastosowania typowych wiertnic badawczych typu MRD lub MDS z uwagi na trudności montażu w ciasnych wyrobiskach piwnicznych oraz niewspółmiernie wysokie koszty realizacji nie powiodły się.

3.2.2. Technologia głębienia szybków udostępniających

W przypadku gdy ciąg wyrobisk jest długi i posiada tylko jedno wejście, konieczne staje się wykonywanie szybków udostępniających. Służą one celom wentylacyjnym oraz transportowo-materiałowym. Szybki w zależności od głębokości prowadzenia robót od powierzchni wykonuje się z samej powierzchni wyrobisk podziemnych.

Przed rozpoczęciem głębienia szybika wykonuje się konstrukcję nośną z przenośnym żurawikiem typu ZPN 0,15 do ciągnięcia urobku i opuszczania materiałów wsadowych, a nad nią w przypadku prowadzenia robót z powierzchni siatką osłonową. Wiaty w celu zabezpieczenia gruntu podłoża przed opadami atmosferycznymi posiadają wodoszczelne zadaszanie - fot. 3.

W zależności od warunków lokalnych szybiki wykonuje się w obudowie drewnianej o przekroju prostokątnym i wymiarach 1,5 x 1,8 m lub 1,5 x 3,0-3,6 m.



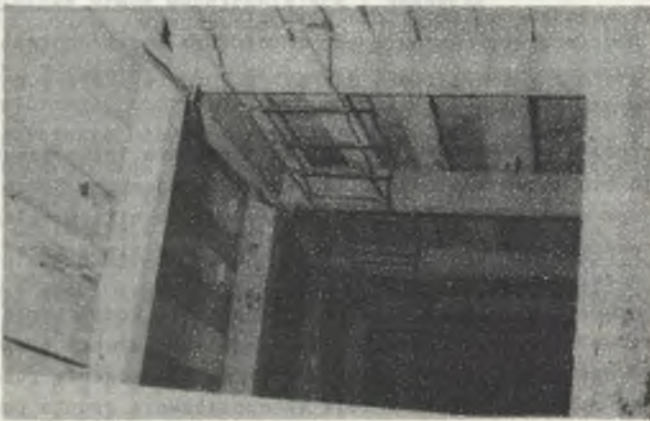
Fot. 3. Konstrukcja wiaty z widocznym żurawiem oraz z naczyniem wychylonym do transportu urobku
 Photo 3. Umbrella roof structure with visible crane and a container prepared for transport of output

Szybiki posiadają przedział wyciągowy i drabinowy - w sporadycznych przypadkach zastąpiony drabiną linową, odpowiednie uchwyty ułatwiające zejście i wejście załogi, zamykane klapy drewniane i inne wymagane przepisami zabezpieczenia.

Górotwór w szybkach urabia się również ręcznie bez użycia materiałów wybuchowych. W górotworach zwięzłych do urabiania używa się młotków pneumatycznych napędzanych przewoźną sprężarką spalinową.

Bez obudowy dopuszcza się głębokie szybiki odcinkami o długości nie większej niż 1,5 m. Do ciągnięcia urobku i transportu materiałów wsadowych służy wychylne naczynie materiałowe o pojemności 0,1 m³ fot. 3.

Obudowę szybika stanowią ramy drewniane wykonane z kantówki o wymiarach 15 x 15 cm. Ramy budowane są w odstępach co 1,0 m na słupkach drewnianych z kantówki lub bali. Poszczególne elementy ram łączy się w półdrewna oraz dodatkowo wzmacnia klamrami budowlanymi.



Fot. 4. Ramy drewniane obudowy szybika wraz z drabiną linową dla zejścia załogi
 Photo 4. Wooden frames of small shaft lining together with rope ladder for staff

Co drugą ramę obudowy wpuszcza się orcami w gniazda wykonane w ociosach. Opinkę ociosów wykonuje się na pełno z bali o gr. 1,5" - fot. 4.

3.3. Górnictwe prace zabezpieczająco-likwidacyjne

3.3.1. Technologia zabezpieczenia murów budynków przy wymianie starych fundamentów oraz wymianę fundamentów

Wymianę starych fundamentów uszkodzonych murów budynków o głębokości powyżej 3 m wykonuje się metodą szybikową. Po zgłębieniu szybika do głębokości istniejących fundamentów przystępuje się do jego wymiany. Wymianę fundamentów prowadzi się w kierunku z dołu do góry. Urabia się odcinek fundamentu o szerokości max 1,2 m i wysokości 2,0 m. Po jego wybraniu wykonuje się w tym miejscu nowy fundament.

W celu zabezpieczenia stabilności istniejącego fundamentu zakłada się pomiędzy nowo wykonanym a istniejącym kantówkę lub okrągłaki, dokładnie je klinując. Następnie wyburza się fundament na pozostałym odcinku szerokości szybika, a wolną przestrzeń pomiędzy nowym fundamentem a ociosami szybika na wysokości wykonanego fundamentu wypełnia się szczelnie ubijaną podsadzką lessowo-cementową. Podsadzkę wykonuje się warstwami o gr. 20-30 cm. Nowe fundamenty wykonuje się z cegły lub betonitów na zaprawie cementowej. Po wykonaniu podsadzki do wysokości nowego fundamentu wybudowuje się kolejną ramę obudowy drewnianej szybika i przystępuje do wyburzenia kolejnego odcinka starego fundamentu. Po zakończeniu wymiany fundamentu i jego podsadzeniu na całej szerokości i wysokości szybika przystępuje się do głębienia kolejnego sąsiedniego oraz następnych na całej długości muru.

3.3.2. Technologia likwidacji zbędnych wyrobisk i pustek przez wypełnienie podsadzką

Likwidacja zbędnych wyrobisk podziemnych i napotkanych pustek odbywa się przez stosowanie specjalnych podsadzek stabilizowanych odczynnikami chemicznymi lub cementem. Jako materiał podsadzkowy wykorzystuje się typowy grunt lessowy z wyrobisk podziemnych lub z lokalnych odkrywek. Dominuje podsadzka lessowo-cementowa oznaczona symbolem LC sporządzona z mieszanki lessu, cementu i wody. Stosuje się 4 odmiany tej podsadzki różniące się stopniem zwięzłości i odpornością na długotrwałe i bezpośrednie oddziaływanie wody. Podsadzki te układane są, a następnie zagęszczane ręcznie warstwami poziomymi lub ukośnymi o gr. ok. 30 cm z dołu do góry - fot. 5. Mieszanki podsadzkowe ponadto stosowane są jako podłoże pod łąwy fundamentowe oraz warstwy uszczelniające wolne przestrzenie między murami fundamentowymi a ociosami szybików lub wykopów ziemnych.



Fot. 5. Ręczne zagęszczenie pod-
sadzki lessowo-cementowej

Photo 5. Hand consolidation of
loess-cement packing

obwodzie nową warstwą z cegły o gr. 1-1,5 cegły.

Przy całkowitej wymianie obudowy murowej najpierw również zabezpiecza się ją poligonową obudową drewnianą, a następnie strop w miarę wyburzania muru i odsłaniania górotworu zabezpiecza obudową tymczasową ze stropnic wspartych na murach. Stropnice wykłada się dodatkowo balami. Wznoszoną obudowę domurowuje się ściśle do istniejących murów ociosowych i stropu likwidując stopniowo tymczasową obudowę drewnianą oraz wszystkie pustki za nimi.

Po wykonaniu robót podsadzkowych i zabezpieczających sporządza się szczegółową dokumentację powykonawczą, stanowiącą podstawowy dokument do następującego potem etapu robót naziemnych.

3.3.3. Technologia zabezpiecze- nia wyrobisk przeznaczonych do użytkowania

W przypadku zabezpieczania wyrobisk podziemnych stosuje się typowe sposoby górniczego budownictwa podziemnego. Jeżeli pierwotna obudowa jest poważnie uszkodzona lub wyrobisko zostało zawalone, wykonuje się w pierwszej kolejności tymczasową obudowę drewnianą, a następnie wtórną, ostateczną obudowę murową.

Przy zabezpieczaniu wyrobisk bez konieczności wyburzenia starej obudowy najpierw zabezpiecza się ją tymczasową drewnianą obudową poligonową składającą się z bali i okrągłaków.

Z kolei, w przypadku gdy:

- obudowa jest nieznacznie spękana, a linie spękań przebiegają pionowo, stosuje się ich wzmocnienie wtórnymi łukami zwanymi potocznie "grzebieniami" o grubości muru 1-2 cegieł,
- obudowa jest uszkodzona w większym stopniu, obmurowuje się ją na całym

4. Realizacja akcji ratunkowej w zabytkowych miastach

Górnnicze akcje ratunkowe prowadzone przez załogę Przedsiębiorstwa Robót Górniczych, a obecnie Zakładu Robót Górniczych w Bytomiu na terenie Jarosławia od 1962 roku, Sandomierza od 1964 r. i Opatowa od 1971 r. do dziś we współpracy z Zespołem Naukowym AGH w Krakowie umożliwiły trwałe uporządkowanie i zabezpieczenie podziemi fundamentów zabytkowych budynków szczególnie w rejonie starówek wymienionych miast oraz utworzenie i oddanie do użytkowania podziemnych tras turystycznych (fot. 5) składających się z wybranych odcinków korytarzy i komór połączonych w jedną całość:

- w Sandomierzu o długości ok. 480 m w dniu 10.12.1971 r.,
- w Jarosławiu o długości ok. 180 m w dniu 2.06.1981 r.,
- w Opatowie o długości ok. 240 m w dniu 14.12.1984 r.



Fot. 6. Fragment trasy turystycznej z obudową z kamienia wzmocnioną łukami

Photo 6. Fragment of touristic route with stoning reinforced by arches

W poszczególnych miastach w wyniku mozolnych, długotrwałych i precyzyjnie realizowanych działań wykonano łącznie do końca 1985 roku od momentu rozpoczęcia robót przedstawione niżej w tabeli 1 zakresy robót.

Tabela 1

Lp.	Określenie	Jedn.	Sandomierz	Jarosław	Opatów
1	Wyróbiska komorowe z podszadką	tys. m ³	193,9	188,0	85,0
2	Szybiki badawcze	tys. m	8,2	9,2	3,1
3	Wiercenia badawcze	tys. m	55,9	60,4	38,2

Podkreśla się, że podobne roboty zabezpieczające prowadzą lub prowadziły jeszcze inne Zakłady zgrupowane w Gwarectwie Budownictwa Górniczego. Należą do nich:

- Zakład Robót Górniczych w Łęcznej działający w Lublinie i Chełmie Lubelskim,
- Zakład Robót Górniczych w Wałbrzychu prowadzący roboty zabezpieczające w Kłodzku i Bystrzycy Kłodzkiej.

W miastach zabytkowych pracami zabezpieczającymi objęto znaczną część dzielnic średniejskich. Będą one kontynuowane w dalszych latach do chwili całkowitego zabezpieczenia zabudowy.

Z zamiarem ujednoczenia działań administracje miast, w których już są prowadzone górnicze prace zabezpieczające oraz miast, które w przyszłości dla zabezpieczenia swych zabytkowych dzielnic podobnych prac nie unikną, zrzeszyły się w tymczasowo społecznie działający Klub Miast Rewaloryzowanych z siedzibą w pięknie już częściowo odnowionym Sandomierzu.

LITERATURA

- [1] Strzelecki Z.: Miasta, które mogły zginąć. PWN, 1976.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Kazimierz PODGORSKI

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1987 r.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО ГОРНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ПОДЗЕМЛЕЙ ГОРОДСКОГО КОМПЛЕКСА

Р е з ю м е

В работе описаны применяемые технологии защиты и реконструкции подземных и наземных построек. На примерах оговорен способ спасения построек, находящихся под влиянием давних подземных выработок. Представлены работы, цель которых - локализация угрозы и способ ликвидации опасности.

Рассматривая способы ликвидации опасности и защиты, рассмотрены: закладка подземных выработок, защита выработок дополнительной крепью, обезвреживание поверхности, перестройка волно-канализационной сети, упрочнение грунта и старых фундаментов. Сначала проводятся работы по вскрытию опасности, вслед за этим составляются планы и инвентаризация, за этим разрабатываются решения, имеющие целью защиту выработок под землей или их ликвидирование.

В случае защиты выработок применяются типовые способы подземного горного строительства. При защите выработок без сноса старой крепи, сначала защищают её временной деревянной крепью, а затем только заменяют повреждённую стену.

Похоже поступают в случае замены целой каменной крепи с тем, что после защиты крепи постепенно сносят сводовую часть выработки и защищают её верхняками положенными на стенах. Крепь достраивают плотно до осевых стен.

APPLICATION OF TECHNOLOGY OF MINING UNDERGROUND BUILDING FOR PROTECTION AND RECONSTRUCTION OF UNDERGROUND MONUMENTAL URBAN COMPLEXES

S u m m a r y

The paper presents technologies used at protection and reconstruction of structures situated underground and on the ground. The method of saving the structures exposed to influences of old underground headings has been discussed on the examples. The proposals aiming at threat location and threat removal have presented.

While studying threat removal and protection packing of headings, protection of headings by additional lining, surface dehydration, rebuilding of water-pipe network and sewerage system, ground and old foundation reinforcement have been discussed. At first the threat must be recognized then plans and the solution aiming at heading protection or heading removal is worked out.

For underground heading protection the typical methods of mining underground buildings are used. When it is not necessary to destroy old lining while protecting the heading, the lining is at first protected by temporary wooden traverse lining consisting of balls and round timbers, and next the damaged wall is exchanged. The procedure at complete exchange of brick lining is similar, but after protecting by traverse lining, the heading roof is gradually destroyed and protected by roof bars supported on walls. New lining is laid closely to present side walls.