

## O przeszłości i przyszłości górnictwa solnego w Polsce

### On the past and future of salt mining in Poland



Dr hab. inż. Grzegorz Kortas<sup>\*)</sup>



Dr inż. Agnieszka Maj<sup>\*\*)</sup>

**Treść:** W artykule przedstawiono zarys stanu i perspektywy polskiego górnictwa solnego. Wskazano na okoliczności zakończenia działalności górniczej po wdarciach wód do wyrobisk podziemnych kopalń soli w Inowrocławiu w 1907 r. i w Wapnie k. Wągrowca w 1977 r. Obecnie objętość wyrobisk czynnej komorowo-filarowej podziemnej kopalni w wysadzie solnym w Kłodawie przekroczyła 20 mln m<sup>3</sup>, a możliwość wdarcia tam wód tworzy rosnące zagrożenie dla miasta i okolic Kłodawy. W zagłębiu miedziowym LGOM pokład soli kamiennej na głębokości 900 m eksploatowany jest wielkowymiarowymi komorami. Pierwszą otworową eksploatację złóż soli przez rozpuszczenie w wodzie prowadzono w pokładowym złożu soli w Baryczy k. Wieliczki, potem w otworowej kopalni w Łęzkowicach k. Bochni. Nadmierne rozługowania wodą pod niezolowanym stropem calizn doprowadziły tam do zapadlisk terenu wypełnionych solanką. Obecnie w wysadach solnych, w Górze koło Inowrocławia i w Mogilnie, na głębokościach od 400 m do 1700 m, pozyskuje się roztwory soli metodą otworową. Uzyskane solanki są kierowane do zakładów chemicznych i zastępowane magazynowanymi ciekłymi i gazowymi węglowodorami lub pozostawia się je w kawernach. W Kosakowie k. Gdyni, w pokładzie soli na głębokości 1000 m założono nowoczesny kawernowy magazyn gazowych węglowodorów. Atrakcją w skali światowej są zabytkowe kopalnie soli w Wieliczce i Bochni. Zachowanie niezwykłego piękna tych kopalń wymaga opanowania zagrożenia wodnego, zawałowego i utrzymania warunków klimatycznych i zapewnienia bezpieczeństwa. W ostatnim rozdziale przedstawiono warunki i perspektywy polskiego górnictwa solnego, służące pozyskiwaniu soli kamiennej i solanki, wykorzystaniu przestrzeni wyrobisk do magazynowania węglowodorów i deponowania odpadów. Służyć temu powinno odpowiednie prawo, prace badawcze i inżynierskie.

**Abstract:** An outline of the state and prospects of the Polish salt mining industry is presented. The circumstances of the termination of mining activities after the water bursts into the underground salt mines in Inowrocław in 1907 and in Wapno near Wągrowiec in 1977 were indicated. Currently, the volume of the workings of the active chamber and pillar underground mine in the salt dome in Kłodawa has exceeded 20 million m<sup>3</sup>, and the possibility of water penetration creates an increasing threat to the city and the vicinity of Kłodawa city. In the LGOM copper basin, the salt seam is mined at a depth of 900 m with large-size chambers. The first borehole mining of salt deposits by dissolving in water was carried out in the salt seam deposit in Barycz near Wieliczka, then in the now closed borehole mine in Łęzkowice near Bochnia. Excessive water leaching under the un-insulated roof of the valleys led to the sinkholes of the area filled with brine. Currently, salt solutions are obtained in the salt dome, in Góra near Inowrocław and in Mogilno, at depths from 400 m to 1700 m, using the borehole method. The obtained brines sent to chemical plants are replaced with stored liquid and gaseous hydrocarbons or left in caverns. In Kosakowo near Gdynia, in the salt seam at a depth of 1000 m, a modern cavern storage of gaseous hydrocarbons has been installed. A global attraction are the historic salt mines in Wieliczka and Bochnia. Maintaining the extraordinary beauty of these mines requires the control of water and caving hazards, as well as maintaining climatic conditions and ensuring safety. The last chapter presents the conditions and perspectives of the Polish salt mining industry for the extraction of rock salt and brine, the use of excavation space to store hydrocarbons and deposit waste. This should be served by appropriate law, research and engineering works.

#### Słowa kluczowe:

*górnictwo solne, kopalnie otworowe, kopalnie podziemne, kopalnie zabytkowe, tereny pogórniczne*

#### Keywords:

*salt mining, solution mining, underground mines, historic mines, post-mining areas*

<sup>\*)</sup> Emerytowany pracownik Instytutu Mechaniki Górniczej PAN

<sup>\*\*)</sup> Instytut Mechaniki Górniczej PAN

## 1. Wprowadzenie

Dzieje człowieka, od jego początków po czasy współczesne, powiązane były z pozyskiwaniem chlorku sodu, potocznie zwanym solą (Coppens 1994, Kortas 2017). Najpierw służyło to potrzebom biologicznym, potem także wymianie dóbr, pośrednio organizacji gospodarczej wspólnot i państw. W Polsce, złoty okres górnictwa solnego to XVI i XVII wiek, kiedy sól kamienna z żup solnych była podstawą gospodarczą Jagiellonów. W następnych latach pojawiły się nowe cele i sposoby pozyskiwania soli, potem zagospodarowania wyrobisk w podziemnych i otworowych kopalniach, szczególnie dla magazynowania ciekłych i gazowych węglowodorów, a także lokowania odpadów. Obecnie coraz szerzej udostępnia się zabytkowe średniowieczne kopalnie soli Wieliczka i Bochnia, przystosowane do zwiedzania i szeregu innych atrakcji. Spojrzenie na górnictwo solne w Polsce, sposoby pozyskania kopaliny, możliwości różnego wykorzystania wyrobisk, także związane z tym zagrożenia i sposoby ich opanowania z próbą zarysowania perspektyw polskiego górnictwa solnego są treścią tej pracy.

## 2. Złoża i kopalnie soli w Polsce

Utwory solne to skalne osady, zawierające w przewodzie mineralny chlorek sodu. Występują w różnych skupiskach, formacjach i złożach. Tworząc się w basenach sedymentacyjnych odkładały się morskie osady, okresowo zasypywane piaskami, ilem, także anhydrytem i wapieniem wytrącanym z roztworu solnego. Osady, pogrzebane z innymi utworami i przetworzone w procesach geologicznych, w sprzyjających warunkach gospodarczych stały się złożami soli. W Polsce eksploatowane są permskie złoża soli w obrębie LGOM, wykorzystywane gospodarczo także w Kosakowie k. Gdyni. W innych warunkach geologicznych, po pokryciu cechsztyńskiego pokładu solnego osadami, nierównowaga naprężeń powodowała fałdowanie, pękanie, unoszenie i wyciskanie ku górze osadów solnych. Tak nad macierzystymi pokładami soli powstawały liczne wysadowe formy solne, osiągające wysokość rzędu nawet kilku kilometrów. Przegląd geologii tych skomplikowanych form strukturalnych w Polsce omawia A. Szybist (Kortas (red.) 2008). Do dziś zagospodarowanych

zostało tylko kilka z nich. Najpierw w Inowrocławiu, potem w Wapnie, Kłodawie, Górze oraz Przyjmiu i Pałędziu k. Mogilna.

Na południu Polski młodsze, miocenne pokłady solne po sedymentacji uległy fałdowaniu i nasunięciom w trakcie orogenezy karpackiej. Z tego okresu pochodzą złoża soli w Wieliczce, Bochni, Łęzkowicach i Siedlcu – Moszczenicy. Formacjom tym poświęcono szereg pionierskich prac geologów szkoły krakowskiej i warszawskiej. W tabeli 1 przedstawiono kilka informacji o warunkach górniczych i stanie kopalń soli.

## 3. Wydobywanie soli w podziemnych kopalniach

Badania historyczne wskazują, że naturalne solniska na ziemiach Polskich znajdowane i wykorzystywane były w minionych tysiącletniach. Pierwsze podziemne kopalnie soli w Polsce powstały w XIII wieku w Wieliczce i Bochni. Zwraca się na nie uwagę w rozdziale 5.

Odkrycie i udostępnienie wysadowych złóż soli w Polsce stworzyło na przełomie XIX i XX wieku szersze perspektywy dla górnictwa solnego. Pod koniec XIX wieku, jeszcze w zaborze pruskim, w wysadzie solnym w Inowrocławiu sól kamienną wydobywano w podziemnej kopalni Kronprinz. W 1909 r. po nieostrożnym prowadzeniu chodnika do miejsca wypływu wód nastąpiło wdarcie wód, zatopienie kopalni i powstanie wielkiego zapadliska (Beyschlag 1913). W następnych 26 latach czerpano solankę z niekontrolowanych rozługowań, powodując znaczne szkody górnicze w zabudowie miasta (Budryk 1933).

Wydobywanie soli w wysadzie solnym w Wapnie k. Wągrowca rozpoczęto w latach 20. XX wieku. Na głębokości 395 m, na III poziomie w 1977 r. nastąpiło wdarcie 2,5 mln m<sup>3</sup> wód do wyrobisk, które spowodowało rozługowanie w nadkładzie wysadu solnego, i powstanie rozległego zapadliska na powierzchni terenu, a także zniszczenia zabudowy, infrastruktury, w tym ciągów drogowych i linii kolejowej (Ślizowski i Kortas 1980). Drogi przepływu wód, z czapy wysadu solnego prawdopodobnie powiązane były z wyciekami w półce stropowej i poeksploatacyjnymi odształceniami rozciągającymi (Kortas i Maj 2012). Narastające skutki katastrofy ograniczono przez szybkie doprowadzenie 3,3

**Tabela 1. Przegląd danych o warunkach geologiczno-górnicznych i stanie kopalń soli**

**Table 1. Review of the data on geological and mining conditions and the condition of the salt mines**

Kopalnie	Forma złóż	Rodzaj kopalni	Struktura kopalń	Zagospodarowanie	Stan obecny
Kronprinz	wysad solny	podziemna	komorowo-filarowa	wdarcie wód w 1907 r.	
Zatopione wyrobiska		rozlewiska	zaczepywanie solanki po zatopieniu kopalni	zakończone w 1933 r.	nieznany
Solno		podziemna	wielopoziomowe komorowo-filarowe	zatopiona w 1990 r.	
Wapno				zatopiona w 1977 r.	
Siedlec – Moszczenica	pokłady	podziemna	chodniki	zatopiona w 2000 r.	
Łęzkowice	pokłady	otworowa	przeługowania	czynna do 2005 r.	częściowo zcerpanie
Wieliczka	bryłowe i pokładowe	podziemne	wielopoziomowe komorowo-filarowe	czynne	zabytek, turystyka
Bochnia					wydobycie
Kłodawa	wysad solny		chodniki, komory		wydobycie
Sieroszowice	pokłady		otworowe, przeługowania		wydobycie zcerpanie
Barycz	pokłady	otworowe	otworowe, magazyny węglowodorów	wydobycie i magazyny	
Mogilno	wysad solny			magazyn	
Góra	wysad solny				
Kosakowo	pokłady				

mln m<sup>3</sup> wody z oddalanego o 7 km jeziora Czeszewskiego. Po tym doświadczeniu, zarządy podziemnych kopalń soli w Inowrocławiu i Kłodawie odpowiednim zarządzeniem zobowiązane zostały do posiadania instalacji, umożliwiającej szybkie wypełnienie wyrobisk.

W latach 1921 – 1984 w wysadzie solnym w Inowrocławiu, pod zatopionymi w 1907 r. wyrobiskami kopalni Kronprintz i ochronną półką stropową, wydobywano sól metodą statycznego rozpuszczania w wielopoziomowej komorowo – filarowej podziemnej kopalni Solno. Po osiągnięciu objętości wyrobisk 14 mln m<sup>3</sup> i pojawieniu się symptomów narastającego zagrożenia wdarciami wód, z inicjatywy Zarządu Kopalni, w latach 1986 – 1990 kopalnia Solno została planowo zatopiona, a kontrolne pomiary wykazały spadek rocznych przyrostów przemieszczeń pionowych do wartości od -1 mm do +2 mm rocznie. W następnych latach obserwowano wypiętrzenia w środkowej i północnej części miasta z maksimum +1 mm/rok oraz obniżenia -1 mm/rok – w części południowej (Szczerbowski i Gawałkiewicz 2020).

W podziemnej kopalni soli Kłodawa w wysadzie solnym sól kamienna wydobywana jest wielopoziomowo systemem komorowo-filarowym, początkowo od głębokości 450 m, obecnie poniżej 750 m. Objętość wyrobisk obecnie przekracza 20 mln m<sup>3</sup>, a najstarsze pole 1 staje się już niedostępne z powodu postępujących obwałowań. W analizie przeprowadzonej przez autorów w 2011 roku wskazano na konieczność zabezpieczenia się przez założenie instalacji dla szybkiego zatapiania wyrobisk, wykorzystanej tylko w przypadku awaryjnego wdarcia wód do wyrobisk (Kortas i Maj 2011). Według M. Rasały (Górski i Rasała 2008) wody do kontrolowanego wypełnienia wyrobisk uzyskać można z horyzontu za południowo – zachodnią granicą wysadu solnego. Ze względu na rosnące zagrożenie wodne, *bilans strat i zysków* oszacować można porównując *nakłady i efekty* z kosztami *ubezpieczenia od odpowiedzialności* za możliwe skutki wdarcia wód do wyrobisk kopalni Kłodawa.

Odmienne od wysadów solnych warunki geologiczne i górnicze występują w pokładach soli kamiennej w rejonie zagłębia miedziowego LGOM w Sieroszowicach. Sól kamienna na głębokości ok. 900 m nad złożem rud miedzi, wydobywana była tam systemem chodników. Obecnie eksploatacja wielkowiarywymi komorami powoduje wzrost ruchu górotworu, co może zagrażać utworzeniem kontaktów z zawodnionymi utworami.

W podziemnej kopalni soli Siedlec – Moszczenica, w przedłużeniu wschodnim pokładowego złoża soli w Łęczkovicach, po zgłębieniu dwóch szybów i połączeniu między nimi chodnikiem, przeprowadzono próbną eksploatację złoża. Ze względu jednak na jej nieefektywność ekonomiczną kopalnia została zlikwidowana.

#### 4. Otworowe kopalnie soli i wykorzystanie ich wyrobisk

Eksploatację złóż soli w otworowych kopalniach przeprowadza się przez rozpuszczanie/ługowanie złoża wodą lub nienasyconą solanką przy zapewnieniu podparcia hydraulicznego stropu i ścian kawern ciśnieniem solanki, proporcjonalnym do głębokości. Pierwszą w Polsce otworową kopalnię soli uruchomiono w Baryczy w zachodnim przedłużeniu wielkiego pokładowego złoża soli w latach 20. XX wieku. Warunki geologiczne i górnicze, stosowane metody eksploatacji i wpływy na powierzchnię terenu omawia K. d’Obyrn (2013). Woda do ługowania soli podawana była pod strop pokładu, powodując niekiedy rozległe poziome rozługowania, obwały, wypływy solanki z rozlewiskami na powierzchni terenu, a także 41 zapadlisk (d’Obyrn 2013). W 1974 r. ostatnie z wielkich

zapadlisk inicjowane było wyrzutem solanki nad powierzchnią północno-wschodniego pola Pagory. Zdegradowane solanką i zapadliskami 36 ha terenu zrehabilitowano i częściowo przekazano pod składowisko odpadów komunalnych, z których pozyskuje się metan. Na obrzeżach kopalni obserwowane są osiadania terenu.

W latach 1964 – 2006 w Łęczkovicach k. Bochni otworową eksploatację prowadzono w pokładowym złożu soli, na głębokościach sięgających do ok. 200 m. Uzyskana solanka przesyłana była do zakładów sodowych w Krakowie. Podawanie wody czy nienasyconej solanki pod strop pokładu soli intensyfikowało ługowanie, ale powodowało niebezpieczne połączenia z sąsiednimi kawernami, pęknięcie i opadanie rozmakanych nadległych skał stropowych, osiadania i zapadliska sięgające nawet do powierzchni terenu. Największe, z wyrzutem solanki, osiągnęło objętość 180 tys. m<sup>3</sup> (Kortas 2003). Po zakończeniu wydobywania w 2004 r. teren został zrehabilitowany.

Korzystne ekonomicznie warunki geologiczno-górnicze wynikają z budowy geologicznej wysadów solnych. W drugiej połowie XX wieku, wzorując się na doświadczeniach rumuńskich, w Górze k. Inowrocławia rozmieszczano pionowe otwory ługownicze w odstępach 100 m w siatce trójkątów równobocznych. Wodę do ługowania (rozpuszczania) soli podaje się tam poniżej założonego horyzontu stropu, izolowaną warstwą oleju solarowego. Pierwsze kawerny, z pozostawieniem 250 m solnej półki stropowej, dochodziły do głębokości 1200 m, obecnie sięgają do 1700 m, a w przygotowaniu 2000 m. Zakładano, że między komorami pozostawione zostaną 50-metrowe filary, obecnie rozługowane w kierunkach równoległych do ścian wysadu. Od 2000 roku część kawern, w których zakończono wydobywanie, wykorzystano do magazynowania węglowodorów.

W wysadzie solnym Mogilno w Przyjmiu, prowadzono eksploatację podobnie jak w kopalni Góra. Najpierw na głębokościach od 400 do 1400 m, a obecnie do głębokości 1700 m. Wprowadzając dodatkową kolumnę rur, stropy kawern po raz pierwszy izolowano od wody i solanek warstwą oleju solarowego. Parcie hydrostatyczne zapewnia stateczność calizn, ale nie zapobiega nierównomiernym rozługowaniom, niekiedy nawet z naruszeniem filara brzeżnego. Wypadek taki wystąpił w roku 2006 w kawernie M-9 przy granicy wysadu solnego. Jego skutki opanowano, a nieszczęśliwa kawerna została wyłączona z eksploatacji.

W północno-zachodniej części wysadu Mogilno w Pałędziu, otworowa kopalnia soli służy magazynowaniu gazowych węglowodorów w wylugowanych kawernach. Dla zapewnienia szczelności zachowano większe, 150-metrowe odstępy między pionowymi osiami kawern. Z powodu rozszczelnienia zabezpieczeń w 2005 roku wystąpił krótkookresowy, szybko opanowany wypływ gazu. W wysadzie solnym Mogilno obie kopalnie otworowe, w Przyjmiu i Pałędziu rozdzielone są 300-metrowym filarem granicznym. Nad tymi kopalniami i kopalnią w Górze okresowo obserwuje się przemieszczenia pionowe, ujawniające oddziaływania kawern na górotwór i powierzchnię terenu.

Na początku XXI wieku w pokładzie solnym w Kosakowie w sąsiedztwie Zatoki Puckiej, na głębokości ok. 1 km, uruchomiono nowoczesny, kawernowy magazyn gazu. Funkcją jego jest magazynowanie i wydawanie składowanego gazu, w zależności od potrzeb. Głowice otworów wiertniczych, zbiorniki, pompownie i inne instalacje, po raz pierwszy w Polsce skupiono na niewielkim wygradzonym obszarze na powierzchni terenu. Było to możliwe dzięki prowadzeniu w górotworze odpowiednio krzywionych w nadkładzie odwiertów z utrzymaniem w pokładzie solnym założonych odstępów między pionowymi osiami kawern.

## 5. Zabytkowe kopalnie soli Wieliczka i Bochnia

Udokumentowane dzieje podziemnych kopalń soli w Wieliczce i Bochni sięgają XIII wieku. W 1978 r. z inicjatywy A. Długosza, I. Markowskiego i J. Wójcika Kopalnię Wieliczka wpisano na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO, a w 2013 r. także XIII-wieczną zabytkową kopalnię Bochnia. Obie kopalnie zabezpieczane są przed zagrożeniami górniczymi i przystosowane do rosnącego ruchu turystycznego. Są także obiektem badań historycznych prowadzonych przez Muzeum Żup Krakowskich.

Oddziaływanie tych kopalń na górotwór i powierzchnię terenu przedstawiono w wielu publikacjach (np. Kortas 2004, 2007). W Kopalni Wieliczka wydzielono do zachowania poziomy powyżej V, a dolne poziomy i obrzeża części zabytkowej przeznaczono do likwidacji. W strefie na wschód od szybu Wilson do granicy wyrobisk zakończone zostało podsadzanie komór, jest ono nadal prowadzone w rejonie zachodnim, w przyszłości obejmie także rejon centralny. Oddziaływanie wyrobisk komorowych poniżej poziomu Gołuchowski w kopalni Bochnia zostało znacznie zmniejszone poprzez zatopienie jej dolnych poziomów solanką z piaskami. Obserwowane są jednak nadal szkodliwe odkształcenia rozciągające w szybach, podobnie jak w Kopalni Wieliczka, powiązane z szybszym w tych warunkach zaciskaniem zatopionych wyrobisk.

Skutki podsadzania komór w górotworze o właściwościach sprężysto-lepkich analizuje autorka w 2018 r. (Maj 2018). Charakterystyczną reakcją górotworu na wypełnianie podsadzką są niewielkie, ale długotrwałe przyrosty zaciskania wyrobisk, również w przypadku zabezpieczenia wyrobiska przed wdarciami wód tamą podporową (Maj i d'Obyrn 2015). Natomiast szybkie i wielkoobszarowe obniżenia, również na powierzchni terenu, pojawiały się natychmiast po znacznych spadkach ciśnienia wód w zawodnionych strefach górotworu. Występowało to po wdarciu wód do poprzeczni Mina i ustępowało po zamknięciu wypływu w tamie wodnej, a także po katastrofalnym zatopieniu kopalni w Wapnie (Kortas i Maj 2014).

Przebywanie w Kopalni Wieliczka jest atrakcją turystyczną, jedną z najbardziej niezwykłych w Polsce i w świecie. Wielickie podziemia wyróżniają się niezwykłym kształtem nieobudowanych wyrobisk, starannie utrzymaną starą obudową wielkich komór, stropami pokrytymi orszakiem kryształów solnych, niezwykłym oświetleniem ścian, rzeźb solnych i pięknych jezior solankowych. W 2019 roku Kopalnię Wieliczka zwiedziło ponad 1,8 mln. W okresie pandemii wirusa Sars-Cov-2 ruch turystyczny został przejściowo całkowicie wstrzymany.

Dla zwiedzających i kuracjuszy przystosowana została także niezwykła, zabytkowa Kopalnia Soli w Bochni o podobnych do Kopalni Wielickiej walorach. Ze względu na inny układ złoża, większą głębokość zabytkowych poziomów kopalni, utrzymanie wyrobisk jest tam trudniejsze niż w Kopalni Wieliczka (Kortas 2004). Dotychczasowy rozwój ruchu turystycznego i sanatoryjnego w Kopalni Bochnia tworzy dobrą perspektywę jego wzrostu, szczególnie poprzez zagospodarowanie atrakcyjnych wyrobisk w górnych poziomach kopalni, ulegających tam mniejszym prędkościom zaciskania.

## 6. Perspektywy dalszego zagospodarowania złóż i wykorzystania kopalń soli

Celem zagospodarowania złóż soli było najpierw pozyskiwanie soli dla celów spożywczych, potem surowca dla przemysłu chemicznego, obecnie również miejsca do magazynowania węglowodorów. W przyszłości spodziewać się można:

- dalszego ograniczania wydobycia soli w podziemnych kopalniach,
  - wzrostu pozyskiwania soli metodami otworowymi,
  - wykorzystania wyrobisk solnych do magazynowania różnych mediów, w tym wodoru,
  - składowania w wyrobiskach solnych odpadów o różnej szkodliwości,
  - pozyskania energii geotermalnej z wysadów solnych,
  - wzrostu dostępności i atrakcyjności pobytu w podziemnych kopalniach soli.
- Powiązane z tym prace w zakładach górniczych powinny w przyszłości obejmować:
- w podziemnej kopalni Kłodawa:
  - wykorzystanie wyrobisk do wypełniania ich odpadami,
  - zachowanie części wyrobisk dla celów turystycznych i sanatoryjnych; w zabytkowej kopalni Wieliczka:
  - wypełnianie wyrobisk dolnych poziomów pod zabytkową kopalnią,
  - ograniczenie/wyeliminowanie szkodliwych odkształceń rozciągających w szybach,
  - wprowadzenie automatycznej klimatyzacji w niektórych zabytkowych komorach,
  - transportowanie turystów upadową z powierzchni do zabytkowej części kopalni; w zabytkowej kopalni Bochnia:
  - odbieranie wyciskanej solanki z dolnych zatopionych poziomów kopalni,
  - ograniczenie szkodliwych odkształceń rozciągających w szybach,
  - utrzymanie nadal odrębnego od kopalni Wieliczka stylu górniczego i atrakcji,
  - rozbudowę trasy turystycznej w górnej części złoża i nowych funkcji wypoczynkowych,
  - przystosowanie Kopalni do przyjęcia znacznie większej liczby turystów.

Teren nad nieczynnym fragmentem kopalni otworowej mógłby być wykorzystany do zagospodarowania poprzez założenie skansenu solnego z pozostawieniem infrastruktury zlikwidowanej kopalni otworowej, sololubną roślinnością, ewentualnie także z niewielkim unikalnym stawem nasyconej solanki.

## 7. Wnioski

1. Zmiany środowiskowe i gospodarcze powodują potrzebę przystosowywania się do nich górnictwa solnego. Dotyczy to polityki państwa i poszczególnych jednostek gospodarczych. Jest to w szczególności zapewnienie surowca dla przemysłu chemicznego, spożycia, bezpiecznego magazynowania węglowodorów, składowania odpadów, ale także wypoczynku w atrakcyjnych wyrobiskach podziemnych kopalń soli. Wiązać z tym należy wzrost nakładów na ochronę środowiska, identyfikację zagrożeń, eliminację szkodliwych oddziaływań pogórnich, także na reestrację ich skutków na powierzchni terenu.
2. Wysady solne tworzą prawie pionowo usytuowane formy. Ich rozpoznanie pionowymi otworami dla celów górniczych może być niewystarczające. Dlatego zagospodarowanie górnicze złóż wysadowych powinno poprzedzać lub uzupełniać rozpoznanie otworami poziomymi w półce stropowej, poprowadzonymi w kierunkach prostopadłych do ścian wysadów.
3. Ze wzrostem objętości pustek w podziemnej kopalni Kłodawa, obecnie już ponad 20 mln m<sup>3</sup>, narasta zagrożenie niekontrolowanym wdarciami wód do wyrobisk i groźnymi szkodami górniczymi. Dlatego powinna być

- przygotowana instalacja zapewniająca dostęp do wód potrzebnych do awaryjnego wypełnienia wyrobisk. Jej celem jest eliminacja możliwych katastrofalnych skutków niekontrolowanego zatopienia tej kopalni. Równocześnie sukcesywnie ulegać powinna zmniejszeniu objętość pustek przez lokowanie w wyrobiskach odpadów.
4. Po zakończeniu eksploatacji w otworowych kopalniach soli nadal wyciskana będzie solanka z otworów, szczelin czy rozługowań, a zasolone wody dopływać mogą do cieków powierzchniowych. Solanki te powinny być ujmowane i odprowadzane. Konieczność takiego postępowania powinna być określona w odpowiednich przepisach prawnych.
  5. Szkodliwe, narastające rozciągania obudów szybów w kopalniach w Wieliczce i Bochni są skutkiem zaciskania dolnych, nieczynnych poziomów. Całkowita jednak eliminacja ich oddziaływań pogorszyć może warunki naprężeniowe w strefie zabytkowej. Symptomy, przyczyny i możliwe skutki tego procesu powinny być zbadane i na tej podstawie opanowane.
  6. Na terenach nad nieczynnymi otworowymi kopalniami soli powinny być odbierane solanki, a także przeprowadzane uproszczone kontrolne pomiary ruchu terenów. Dotyczy to zatopionych kopalń soli w Inowrocławiu i Łęzkowicach, a w szczególności w Wapnie. O ich wynikach powinny być informowane odpowiednie miejscowe urzędy.

## Literatura

- BEYSCHLAG F. 1913 – Das Salzvorkommen von Hohensalza [Występowanie soli w Inowrocławiu]. Jahrbuch der Königl. Preuss. Geologischen Landenanstalt, Berlin Cz. 2. Z. 2.
- BUDRYK W. 1933 – Zapadliska na terenie miasta Inowrocław. „Przeгляд Górnico-Hutniczy” t. 25, nr 8, pp. 431-444.
- COPPENS Y. 1994 – East Side Story: The Origin of Humankind. “Scientific American” Vol. 270, Iss. 5, pp. 88-95.
- d’OBYRN K. 2013 – Analiza wpływu otworowej eksploatacji pokładowego złoża soli Barycz na środowisko naturalne. Rozprawy, Monografie, t. 284. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- GÓRSKI J., RASALA M. 2008 – Hydrogeologia wybranych wysadów solnych regionu Kujawskiego – aspekty poznawcze i użytkowe, Bogucki Wyd.Nauk. UAM Poznań, „Geologos”, Monographia 5, z. 13.
- KORTAS G. (red. i autor) 2004 – Ruch górotworu i powierzchni w otoczeniu zabytkowych kopalń soli, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków, s.23-44, 46-90.
- KORTAS G. (red. i autor) 2008 – Ruch górotworu w rejonie wysadów solnych. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków.
- KORTAS G. 2003 – Zagrożenie powierzchni terenu wywołane konwergencyjnym zaciskaniem kawern nieczynnej otworowej kopalni soli w Łęzkowicach, „Przeгляд Górnicy” t. 59, nr 3, s. 38-43.
- KORTAS G. 2007 – Przemieszczenia powierzchni nad historyczną kopalnią w Wieliczce, „Przeгляд Górnicy” t. 63, nr 3, s. 4-12.
- KORTAS G. 2017 – Po co człowiekowi sól? „Przeгляд Górnicy” t. 73, nr 7, s. 42-50.
- KORTAS G., MAJ A. 2011 – Ocena zagrożenia wodnego oraz warunków geomechanicznych w Kopalni Soli Kłodawa w aspekcie zachowania bezpieczeństwa powszechnego oraz bezpiecznego prowadzenia ruchu zakładu górnego (praca niepublikowana). Archiwum KS Kłodawa.
- KORTAS G., MAJ A. 2012 – Warunki geomechaniczne w calinach chroniących kopalnię przed wodami na przykładzie kopalni soli Kłodawa. „Przeгляд Górnicy” t. 68, nr 12, s. 112-117.
- KORTAS G., MAJ A. 2014 – Deformations of the protection shelf in the „Wapno” Salt Mine, based on model studies. Arch. Min. Sci., Vol. 59 (2014), No 4, pp. 869-886.
- MAJ A., d’OBYRN K. 2015 – Określenie stanu podporowej tamy przeciwwodnej i jej ruchów na podstawie obserwacji geodezyjnych w komorze Layer w kopalni Wieliczka. „Przeгляд Górnicy” t. 71, nr 11, s. 68-79.
- MAJ A. 2018 – Przemieszczanie ścian wyrobiska komorowego w skałach solnych spowodowane jego wypełnianiem. „Przeгляд Górnicy” t. 74, nr 12, s. 15-19.
- SZCZERBOWSKI Z., GAWAŁKIEWICZ R. 2020 – Współczesne ruchy wysadu solnego Inowrocławia w świetle badań geodezyjnych. „Przeгляд Geologiczny” vol. 68, nr 3, s. 195-203.
- ŚLIZOWSKI K., KORTAS G. 1980 – Zagrożenie powierzchni spowodowane eksploatacją wysadów solnych na przykładzie K.S. w Wapnie. „Ochrona Terenów Górniczych” nr 51, s. 33-40.

Artykuł wpłynął do redakcji – lipiec 2021  
Artykuł akceptowano do druku – 21.10.2021