

*Józef Koszela\**, *Kazimierz Grabas\*\**, *Jürgen Hartsch\*\*\**

## WYKORZYSTANIE METOD GIS DO IDENTYFIKACJI, KATALOGOWANIA I OCENY OBIEKTÓW ZWIĄZANYCH Z DZIAŁALNOŚCIĄ GÓRNICTWA URANOWEGO W ASPEKCIE ZAGROŻEŃ DLA ŚRODOWISKA

---

### 1. Wstęp

Górnictwo uranowe na Dolnym Śląsku, choć już zlikwidowane, pozostawiło na powierzchni terenu liczne szkody górnicze i obiekty zagrażające środowisku. Ich obecność doprowadziła do wyłączenia znacznych części powierzchni gmin z gospodarczego wykorzystania. W wielu miejscach szkody górnicze stanowią zagrożenie życia i zdrowia ludzi i zwierząt [1, 3–6, 8]. Warunkiem podstawowym projektowania remediacji tych terenów i pozyskania na nie środków jest dysponowanie szczegółową dokumentacją poszczególnych szkód, a zwłaszcza opisem rodzaju szkód, ich rozprzestrzenieniem, charakterystyką zagrożenia oraz oceną możliwości likwidacji szkód.

Na Dolnym Śląsku w latach 1994–2006 przeprowadzono prace dotyczące przeglądu i rejestracji szkód górniczych związanych z górnictwem uranowym [1, 3–6, 8, 10]. Informacje tam zawarte wskazują na rangę problemu, ale nie zawierają danych, których treść mogłaby z technicznego i formalnego punktu widzenia stać się podstawą uruchomienia procedur remediacyjnych.

W niniejszym artykule zaprezentowano nowe, kompleksowe podejście do identyfikacji i katalogowania szkód górniczych oraz obiektów pogórnicznych, z wykorzystaniem narzędzi GIS. Pracami tymi objęto teren pięciu miejscowości, w trzech gminach powiatu jeleniogórskiego. Analogiczne prace wykonywane są w Niemczech już od przeszło 10 lat, głównie na terenach po górnictwie uranowym w Saksonii i Turyngii [2, 9]. W pracach naszych skorzystano z doświadczeń niemieckich, więcej — wykonano je we współpracy

---

\* Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, Wrocław

\*\* Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska, Wrocław

\*\*\* G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH D-09633 Halsbrücke, Gewerbepark „Schwarze Kiefern“, Freiberg

z firmą G.E.O.S. ImbH, przy udziale jej specjalistów. Cały program był finansowany w dużej części przez Niemieckie Federalne Ministerstwo Środowiska, Ochrony Przyrody i Bezpieczeństwa Reaktorów [2].

## **2. Szkody górnicze związane z górnictwem uranowym**

### **2.1. Warunki geologiczne rejonu szkód**

Na terenie pięciu miejscowości (Wojcieszycze, Kopaniec, Mniszków, Miedzianka, Kowary) górnictwo uranowe wiąże się z występowaniem okruszczenia polimetalicznego w obrębie strefy kontaktowej granitu karkonoskiego z jego północną, metamorficzną osłoną. Najbogatsze złoża uranu występują, jak stwierdzono [1, 6], w eksploatowanych od średniowiecza kopalniach żelaza, miedzi i srebra, w okolicach Kowar i Janowic Wielkich. Tam też uruchomiono po II wojnie światowej pierwsze w Polsce kopalnie uranu. Zarówno skały rudne, jak i skały płonne, to skały bardzo wytrzymałe mechanicznie, zachowujące się jak materiał krucho pękający. Ich najsłabsze miejsca wyznaczone są przez nieciągłości tektoniczne, cios oraz warstwowanie skał metamorficznych (foliacje). Przypowierzchniową warstwę najczęściej stanowi kilkudziesięciocentymetrowej grubości zwietrzelina gliniasta skał krystalicznych. Górotwór jest względnie słabo zawodniony.

### **2.2. Krótka charakterystyka górnictwa uranowego**

Prace górnicze podzielono na dwie zasadnicze grupy:

- 1) prace wydobywcze,
- 2) prace poszukiwawcze.

Prace wydobywcze obejmowały wykonywanie wyrobisk pionowych, tzn. szybków i szybów (w tym wentylacyjnych) oraz wyrobisk poziomych, tj. sztolni i chodników. Zdecydowana większość sztolni i chodników była wykonywana bez obudowy, z zawalem albo podsadzką hydrauliczną lub suchą [1]. Urobek był pod ziemią wstępnie segregowany pod względem stopnia radioaktywności. Następnie, urobioną rudę i skałę płonną wydobywano na powierzchnię terenu. Rudę segregowano na rudę ubogą (biedną) o zawartości  $< 0,2\%$   $UO_2$  i na rudę właściwą o zawartości  $\geq 0,2\%$ . Rudę właściwą wysyłano transportem kolejowym do odbiorcy (ZSRR), a rudę ubogą składowano na hałdach rudy ubogiej. Skałę płonną składowano na oddzielnych hałdach. Po zakończeniu eksploatacji, urządzenia powierzchniowe i podziemne zdemontowano. Wejścia do wyrobisk zlikwidowano: wejścia do sztolni zamurowywano, a szyby przykryto płytami żelbetowymi, wspierając je na ceglanej obudowie szybu lub na ociosie skalnym wokół szybu.

Prace poszukiwawcze obejmowały wykonanie rowów badawczych i szurfów, a w miejscach o obiecująco wyższej radioaktywności — wykonywano wiercenia geologiczne i próbne wyrobiska podziemne (przeważnie sztolnie). W większości pozostawiono je bez likwidacji.

Górnictwo uranowe w Polsce zostało zamknięte w 1964 r., a przeróbka i wzbogacanie rudy uranowej z hałd trwała do 1973 r. [1, 3, 6, 10].

### 2.3. Szkody górnicze i skutki ich występowania

Szkody górnicze to ogólna nazwa różnego rodzaju odkształceń powierzchni ziemi oraz zniszczeń w obiektach i infrastrukturze na terenach górniczych, znajdujących się nad eksploatowanymi kopalinami lub w ich bliskim sąsiedztwie [Encyklopedia.Interia.pl].

Prawo geologiczne i górnicze wyraźnie artykułuje kwestie związane ze szkodami górniczymi i naprawą szkód w sytuacji pracującego zakładu górniczego, natomiast nie porusza bezpośrednio spraw związanych ze szkodami górniczymi ujawniającymi się po likwidacji zakładu górniczego.

Występujące na omawianym terenie szkody górnicze są wynikiem:

- odkształceń terenu, jako następstwa podziemnej eksploatacji górniczej,
- powierzchniowej działalności zakładów górniczych.

Z odkształceniami wiążą się obniżenia terenowe w kształcie niecki o łagodnych brzegach, bez szczelin, stopni, lokalnych nierówności, itp. (odkształcenia ciągłe) lub różnego rodzaju zapadliska, szczeliny, pęknięcia, stopnie, itp. (odkształcenia nieciągłe) [8].

Z działalnością powierzchniową zakładów górniczych (lub zaniechaniem nakazanych działań) wiąże się obecność hałd, dewastacje terenu spowodowane robotami poszukiwawczymi i działalnością technologiczną zakładu, występowanie źle zlikwidowanych wejść do sztolni, istnienie niezlikwidowanych osadników, zawierających odpady z mokrej przeróbki urobku, zdewastowane obiekty budowlane, nieuporządkowane stosunki własnościowe i inne nierozwiązane sprawy formalne. (W tym miejscu pomijamy problem zdrowia i życia ludzi i zwierząt).

Stwierdzono, że skutki negatywne działalności górniczej wykraczają znacznie poza zasięg szkód górniczych, zdefiniowanych według powyższych kryteriów. Do najczęstszych skutków pośrednich, powiązanych przyczynowo ze szkodami górniczymi, należą:

- zagłębienia i wyniosłości terenowe, o różnej geometrii, przeważnie chaotycznie rozprzestrzenione — powodują wyłączenie terenu z gospodarki rolnej i ugoryzację gruntów;
- zapadające się podłoże budowlane doprowadza do awarii i katastrof budowlanych (Miedzianka, Mniszków — wykwaterowania, porzucanie domostw, wyludnianie miejscowości);
- istnienie i rozwój zapadlisk w lasach — uniemożliwiają zastosowanie ciężkiego sprzętu i prowadzenie racjonalnej gospodarki leśnej;
- głębokie zapadliska, często o stromych ścianach skalnych, rozwijające się w wyniku erozji ociosów i zapadania się obudowy szybów — stają się rodzajem studni — „pułapek” terenowych, niebezpiecznych dla życia ludzi i zwierząt (Mniszków, Miedzianka, Kowary, Kopaniec i Wojcieszycy — przypadki wpadania i śmierci dzikich zwierząt i zwierząt hodowlanych);

- nie zlikwidowane lub źle zlikwidowane wyloty sztolni — są miejscem skoncentrowanych emanacji gazów promieniotwórczych i wypływów wód o podwyższonej radioaktywności;
- hałdy rudy ubogiej i materiału płonnego — powodują wyłączenie terenu z wszelkiej gospodarki; na ich powierzchni występuje zwykle podwyższona radioaktywność, często są źródłem migracji zanieczyszczeń i substancji o podwyższonej radioaktywności, są też przedmiotem „dzikiej” eksploatacji zgromadzonego materiału;
- osadniki technologiczne (obecnie suche) — w ich obrębie z reguły występuje znacznie podwyższone promieniowanie jonizujące (Mniszków);
- istnienie szkód górniczych i brak działań naprawczych wywołuje wśród lokalnej społeczności poczucie ustawicznego zagrożenia.

#### **2.4. Dotychczasowe sposoby likwidacji szkód**

Usuwanie szkód górniczych jest — z formalnego punktu widzenia — przedsięwzięciem skomplikowanym i bardzo kłopotliwym. Szczególnie trudna jest droga postępowania przygotowawczego rekultywacji terenów po nieistniejących już kopalniach. Głównym problemem jest niespójność przepisów prawa i braku jasno określonych relacji kompetencyjnych. W rezultacie, wszelkie negatywne skutki zlikwidowanego górnictwa spadają na obecnego właściciela nieruchomości lub na zarządzającego (w przypadku własności skarbu państwa). Z reguły, władający terenem pogórnim nie dysponuje odpowiednimi kadrami. Nie ma też funduszy na likwidację szkód i na przeprowadzenie remediacji terenu. Uzyskanie środków z zewnątrz wymaga spełnienia określonych warunków i opracowania wniosków aplikacyjnych. Lokalne władze samorządowe pozostają bezradne. W tej sytuacji, likwidacją szkód górniczych zajmują się właściciele nieruchomości i to tylko wtedy, gdy zagrożone jest ich życie lub życie zwierząt hodowlanych. W miejscowości Mniszków na przykład, nad jednym z szybów powstał lej terenowy, do którego wpadła krowa z sąsiedniego gospodarstwa. W obliczu zagrożenia, właściciel gospodarstwa co pewien czas zasypuje pogrążające się zapadlisko. Używa do tego celu przypadkowego materiału (gruz, śmieci, ziemia, itp.). Podobne sytuacje mają miejsce, gdzie groźne zapadliska doraźnie likwidowała gmina i nadleśnictwo „we własnym zakresie”.

Oprócz wymienionych, istnieje wiele zapadlisk i „dziur terenowych”, które nie mają nawet oznakowania ostrzegawczego. Hałdy natomiast oraz niskie nasypy, a także płytkie wyrobiska badawcze — jako szkody górnicze — najczęściej są pomijane, z powodu tzw. małej szkodliwości społecznej. Podobnie traktuje się powierzchnię i wglębną migrację radionuklidów.

### **3. Identyfikacja i katalogowanie szkód górniczych według zasad GIS**

Powstrzymanie procesu degradacji środowiska wymaga ingerencji inżynierskiej, która musi być poprzedzona parametrycznym określeniem rodzaju i wielkości szkód, opisem

przyczyn rozwoju szkód i perspektyw w przypadku braku ingerencji. Dopiero na bazie tych danych można przystąpić do opracowania koncepcje likwidacji szkód i rekultywacji terenu, dokonać szacunku niezbędnych środków, opracować projekt techniczny i pozyskać fundusze.

### **3.1. Kryteria identyfikacji i katalogowania**

Przyjęcie odpowiednich kryteriów identyfikacji i katalogowania szkód górniczych należy do kluczowych kroków na drodze praktycznego wykorzystania wyników. Założeniem wyjściowym (podstawowym) całości prac było to, że dane powinny być przedstawione w możliwie skondensowanej formie, z możliwie małym przedziałem swobody interpretacji, ich treść powinna być wieloaspektowa, z możliwością wykorzystania dla różnych potrzeb. Każda szkoda górnicza lub obiekt związany z górnictwem uranowym, stanowiący zagrożenie, została nazwana obiektem.

Do podstawowych kryteriów identyfikacji i katalogowania zagrożeń zaliczono:

- rodzaj obiektu i jego lokalizację,
- dane szczegółowe o obiekcie (w tym jego historię),
- istniejące urządzenia obserwacyjne,
- dobra chronione w odległości do 1 km,
- skład (budowa) materiałowa obiektu i stopień degradacji obiektu,
- wartość lokalnej dawki promieniowania gamma (wyniki pomiarów),
- aktualne zagospodarowanie i wykorzystanie obiektu,
- zagospodarowanie otoczenia obiektu w promieniu do 1 km (od granic obiektu).

### **3.2. Sposób pozyskiwania danych oraz forma ich przedstawiania i archiwizacji**

Bardzo ważnym czynnikiem — decydującym o jakości danych — jest sposób pozyskiwania danych oraz sposób wykonywania badań i pomiarów w terenie. Dane lokalizacyjne określano dla środka obiektu lub dla miejsca o najwyższej wartości dawki promieniowania jonizującego i oznaczano je za pomocą GPS. W celu zachowania dyscypliny metodycznej, opracowano i zalecono do stosowania instrukcję zbierania danych. Instrukcja podzielona jest na tematyczne rozdziały, a w nich wyszczególnione są cechy obiektu i odpowiednie rubryki do opisu kodowego (liczbowego lub literowego) i do opisu słownego cech. Całość zaopatrzona jest w słownik atrybutów i kodów. Efektem pracy terenowej są arkusze i tabele charakteryzujące poszczególne obiekty, uzupełnione odręcznymi szkicami sytuacji w terenie.

Dzięki temu, każdy obiekt zostaje scharakteryzowany w identyczny sposób. Dysponując zunifikowanym materiałem informacyjnym, z łatwością można utworzyć stosowną bazę danych i włączyć ją do regionalnej bazy danych o terenie.

### **3.3. Lista rankingowa obiektów stwarzających zagrożenie**

W trakcie naszych prac na terenie 5 gmin powiatu jeleniogórskiego zidentyfikowano i skatalogowano 100 najważniejszych obiektów.

Wśród nich były:

- obszary górnicze (8),
- szyby (22),
- sztolnie (12),
- szarfy – wkopy (2),
- hałdy (44),
- osadniki (2),
- kamieniołomy (1),
- urządzenia do wzbogacania rudy (1),
- miejsca przeładunku rudy (1),
- budynki (1),
- tereny w zasięgu wpływów górniczych (6).

Wszystkie obiekty poddano ocenie, kierując się stopniem stwarzanego zagrożenia (w tym dla życia i zdrowia ludzi i zwierząt) oraz pilnością koniecznej interwencji. W tym przypadku wytypowano 9 istotnych czynników i przypisano im punktową wagę istotności. Na tej podstawie sporządzono listę obiektów, ułożoną w kolejności od obiektów stwarzających największe zagrożenie i wymagających pilnej interwencji do obiektów o najmniejszym zagrożeniu [2].

Stwierdzono, że spośród 100 obiektów, 46 wymaga pilnej interwencji. W ich przypadku dominującym zagrożeniem były: wysokość promieniowania jonizującego, rozprzestrzenianie się polutantów, istnienie zapadlisk terenowych i brak stateczności. Dla tych obiektów określono wstępnie zakres potrzeb naprawczych, przy uwzględnieniu istniejących koncepcji i planów zagospodarowania przestrzennego [2]. Tak wykonane opracowania przekazano do wykorzystania zainteresowanym 5 gminom.

#### **4. Ocena potrzeb, zakresu i możliwości interwencji geotechnicznych**

Każde przedsięwzięcie prowadzące do likwidacji zagrożeń stwarzanych przez obiekty związane z górnictwem uranowym zawiera w sobie fazę interwencji geotechnicznej. Polega ona na określeniu aktualnego stanu technicznego (mechanicznego) i przyczyn tego stanu, określeniu prognoz rozwoju zagrożenia oraz na opracowaniu najpierw technicznych koncepcji likwidacji zagrożeń, a następnie na wykonaniu projektów technicznych i kosztorysów prac. Każdorazowo metodyka i zakres interwencji geotechnicznych muszą być indywidualnie dostosowane do charakteru obiektu, wielkości zagrożeń aktualnych i przewidywanych oraz do żądanych celów końcowych, narzuconych przez inwestora, w zgodności z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego i przepisami prawa wyższego rzędu. Przykładowo, interwencja geotechniczna obejmująca likwidację suchego obecnie osadnika

odpadów z mokrej przeróbki urobku wymaga w pierwszej kolejności zebrania danych wyjściowych i uzgodnień formalnych w celu uzyskania odpowiedzi na kluczowe pytania:

- czy teren, na którym znajduje się obiekt, leży w granicach terenu i obszaru górniczego (w rejestrze górniczym powinien być odpowiedni zapis; jeśli zapisu nie ma, choć ogólnie wiadomo, iż była decyzja o likwidacji kopalni — możemy liczyć się z obowiązkiem dla tego terenu prawa geologicznego i górniczego);
- czy porzucony osadnik podlega pod zarząd prawa budowlanego, czy wodnego (prawo wodne zalicza osadniki o określonych parametrach do obiektów budownictwa wodnego i omawia warunki budowy i eksploatacji tych obiektów, natomiast brak jest przepisów odnośnie likwidacji);
- czy materiał z likwidacji jest odpadem promieniotwórczym (o tym decyduje definicja zawarta w przepisach prawa i zawsze (dodatkowo) opinia Polskiej Agencji Atomistyki);
- czy jest sporządzona opinia i wycena dendrologiczna drzew, które w naturalny sposób (samosiejnie) wyrosły na obwałowaniach stawu i w jego niszy (choć według prawa nie można było do tego dopuścić), niezbędne do tego, aby drzewa można było wyciąć, i kto poniesie koszty z tym związane;
- co można zrobić z materiałem z rozbiórki stawu;
- ile czasu i w jakim trybie mogą pracownicy przebywać w obrębie obiektu (BHP).

Dla przedsięwzięć geotechnicznych są to działania nietypowe, ale w fazie przedprojektowej konieczne. Wykonana identyfikacja obiektów i baza danych nie zawiera takich informacji. Natomiast są tam dane geologiczne, hydrogeologiczne, górnicze oraz inne środowiskowe, które w powiązaniu z powyższymi informacjami, wystarczają do opracowania geotechnicznej koncepcji likwidacji zagrożeń związanych z działalnością górnictwa uranowego i koncepcji rekultywacji terenu.

#### LITERATURA

- [1] *Grabas K.*: Zagrożenia środowiska na terenach poeksploatacyjnych rud uranu oraz ich likwidacja. Prace Naukowe Inst. Inż. Ochr. Środ. PWr. Nr 79, Ser.: Monografie Nr 46, Ofic. PWr., Wrocław, 2006
- [2] *Hartsch J., Waage S., Grabas K., Koszela J.*: Zwalczenie negatywnych następstw przedsięwzięć górniczych — postępowanie z kontaminantami radioaktywnymi w regionie Jeleniej Góry w Polsce południowo-zachodniej. PWr, Wydz. Inż. Środ., Inst. Inż. Ochr. Środ., Raporty ser. SPR nr 31/2007, Wrocław, 2007
- [3] *Mazurski K.M.*: Zagrożenia środowiska Dolnego Śląska. Oficyna Wyd. O. Dolnośl. PTTK SUDETY, Wrocław, 1994
- [4] *Piestrzyński A., Pieczonka J., Chruściel E., Jodłowski P., Kalita S.*: Przemiany środowiska naturalnego jako skutek eksploatacji rud uranu i propozycje jego stabilizacji [w:] Kotarba M.J. (red.), Przemiany środowiska naturalnego a ekorozwój, Kraków, wyd. TBPS „Geosfera”, 2001, s. 259–270
- [5] *Piestrzyński A., Pieczonka J.*: Stan obiektów pozostałych po eksploatacji rud uranu w okolicach Jeleniej Góry, ich wpływ na środowisko i propozycje zabezpieczenia, [w:] Zdulski M. (red.): Człowiek Środowisko Zagrożenia, Jelenia Góra, 2000, s. 89–112
- [6] *Piestrzyński A., Pieczonka J., Chruściel E., Jodłowski P.*: Eksploatacja rud uranu na Dolnym Śląsku i jej wpływ na środowisko. Konf. „Problemy genezy złóż rud, mineralogia, petrografia, geochemia, wrzesień 2000, Pol.Tow. Mineral., Wyd. Nauk. AKAPIT, prace specjalne PTM, Kraków, 2000, s. 169–190
- [7] *Rosikoń A.*: Budownictwo komunikacyjne na terenach objętych szkodami górniczymi. WKŁ, Warszawa, 1979

- [8] *Sztuk H., Adamski W., Gawor F.*: Inwentaryzacja uszkodzeń środowiska na skutek prowadzenia poszukiwań i eksploatacji złóż uranowych. PWR, Instytut Górnictwa PWR. Raport nr I-11/s-5/94, Wrocław, 1994
- [9] *Ettenhuber E., Gehrcke K.*: Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten. Abschlussbericht BfS-SCHR-22/01. Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter/Deutschland, März 2001
- [10] *Zdulski M.*: Źródła do dziejów kopalnictwa uranowego w Polsce. Nacz. Dyr. Archiwów Państwowych. Wyd. DiG, Warszawa, 2000