

Marek Waldemar Jończyk, Barbara Organiściak**

ZAGROŻENIA NATURALNE W ZAKŁADZIE GÓRNICZYM KWB „BEŁCHATÓW”. ROZPOZNAWANIE I ZAPOBIEGANIE ZAGROŻENIOM

1. Wstęp

Eksploracji złoża węgla brunatnego w PGE KWB Bełchatów SA, zarówno na Polu Bełchatów jak i na Polu Szczerców towarzyszą zagrożenia naturalne. Podstawowe z nich, to:

- wodne,
- geotechniczne,
- sejsmiczne,
- gazowe,
- związane z pożarami endogenicznymi węgla.

2. Zagrożenia wodne

Zagrożenie wodne — to możliwość nagłego wdarcia się wody lub wody z luźnym materiałem do wyrobisk odkrywkowych, stwarzające niebezpieczeństwo dla załogi lub ruchu zakładu górniczego.

Wyrobiska górnicze złoża węgla brunatnego Bełchatów — Pole Bełchatów i Pole Szczerców w Zakładzie Górniczym Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”, decyzją Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego w Kielcach, zostały zaliczone do drugiego stopnia zagrożenia wodnego.

Źródłami zagrożenia wodnego dla wyrobisk są:

- wody podstawowego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym w obrębie wyrobiska, które w przypadku przecięcia się ich zwierciadła z powierzchnią budowanej skarpy mogą spowodować utratę stateczności skarpy lub części zbocza oraz okresowo zatopić część wyrobiska;

* PGE KWB Bełchatów SA, Rogowiec

- wody resztkowe znajdujące się w zasięgu pracy koparki, które mogą spowodować zagrożenie stateczności skarpy czołowej lub bocznej, podtopienie poziomu pracy koparki, tworzenie się dużych stożków napływowych pod koparką;
- wody naporowe na spąg pokładu węgla, występujące w warstwach wodonośnych trzeciorzędu podwęglowego oraz na spąg utworów izolujących trzeciorzęd podwęglowy od podłoża, w utworach wodonośnych podłoża kredowo-jurajskiego;
- nawalne opady atmosferyczne, mogące spowodować podtopienie najniższego poziomu wyrobiska, stwarzające zagrożenie dla ruchu.

Nie przewiduje się możliwości wystąpienia zagrożenia wodnego ze strony powierzchniowych zbiorników naturalnych, cieków naturalnych i sztucznych, jak również fali powodziowej.

Istotne zagrożenia wodne dla prowadzenia robót górniczych są związane z wodami resztkowymi. Odwodnienie nadkładu poprzez system studni wielkośrednicowych podstawowego systemu odwodnienia jest skuteczne. Jednak część zasobów wód pozostaje w górotworze jako wody resztkowe.

3. Zagrożenia geotechniczne

Rodzaje zagrożeń geotechnicznych:

- osuwiskowe na skarpach stałych i roboczych wyrobisk i zwałowisk Pola Bełchatów i Pola Szczerców;
- zagrożenia stateczności podłoża jazdy maszyn podstawowych związane z występowaniem zjawisk krasowych w wapieniach jury górnej (oksford);
- zagrożenia dla pracy maszyn związane ze zjawiskami o charakterze odprężeniowym;
- zagrożenia stateczności skarp związane z wpływami wód resztkowych;
- wynikające z konieczności urabiania koparkami wielonaczyniowymi utworów trudno-urabialnych.

Zagrożenia osuwiskowe stanowią najbardziej istotną grupę zagrożeń geotechnicznych towarzyszących prowadzeniu robót górniczych w głębokich kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego.

Na zboczach stałych wyrobisk górniczych Pola Bełchatów i Pola Szczerców, służba geologiczna Kopalni, przy udziale firm zewnętrznych wspomagających obsługę geologiczną, wydzieliła rejon zagrożenia geologiczno-inżynierskich [3].

W zależności od lokalizacji rejonów zagrożeń geotechnicznych mają one różne znaczenie dla bezpieczeństwa powszechnego i bezpiecznego prowadzenia robót górniczych. Szczegółowa analiza budowy geologicznej w rejonach zagrożeń, monitoring przemieszczeń powierzchniowych zboczy oraz odkształceń w głębi górotworu pozwala na realizację nadrzędnego celu działania służby geologicznej — ograniczanie prognozowanych zagrożeń.

W ostatnich latach (2006–2010) wykonano maszynami podstawowymi roboty zabezpieczające stateczność dla kilku rejonów zagrożeń na zboczach stałych północnym, południowym i zachodnim Pola Belchatów.

W okresie od listopada 2006 roku do września 2007 roku realizowane były roboty zabezpieczające stateczność zbocza stałego północnego w rejonach zagrożeń XII/N i XIII/N, między liniami przekrojów geologicznych 64,5–61 SN. Roboty polegały na etapowym wybieraniu węgla ze zbocza północnego, niszczeniu powierzchni poślizgu utworzonej w plastycznych ilach międzywęglowych i sukcesywnym podpieraniu zbocza zwałowiskiem wewnętrznym. W tym celu konieczne było wybudowanie przenośnika zwałowego i sprowadzenie w rejon zbocza północnego zwałowarki ze zwałowiska wewnętrznego. Przyporę zabezpieczającą o wysokości od kilku do 50 m wybudowano na długości 1150 m.

W okresie od kwietnia do czerwca 2008 roku wykonano roboty ograniczające zagrożenie stateczności zbocza południowego wyrobiska w rejonie na zachód od osuwiska 24S (rejony zagrożeń XVI/S i XVII/S), między liniami przekrojów geologicznych 52–46,5 SN. Prace polegały na odciążeniu zbocza, co zrealizowano przez przesunięcie najwyższej skarpy zbocza południowego o około 60 m w kierunku na południe na długości 1400 m (zdjęto około 4 mln m³ nadkładu).

W okresie od czerwca do września 2008 roku realizowano roboty ograniczające zagrożenie dla zbocza stałego północnego w rejonie zagrożeń XIV/N (linie przekrojów geologicznych 61–58 SN). Prace zabezpieczające były prowadzone na długości 850 m zbocza i polegały na odciążeniu rejonu (1,4 mln m³ nadkładu) w strefie północnego uskoku brzeżnego rowu tektonicznego.

W roku bieżącym, 2010 (luty, kwiecień), zostały wykonane maszyną podstawową roboty ograniczające zagrożenie stateczności północno-zachodniego narożnika wyrobiska. Roboty polegały na odciążeniu fragmentu zbocza zachodniego wyrobiska górniczego poprzez zebranie około 2 mln m³ nadkładu.

Wszystkie te prace wymagały wykonania skomplikowanych robót przygotowawczych, wykupu dodatkowych działek w przypadku prac prowadzonych od powierzchni terenu, przebudowy linii energetycznych, budowy nowych przenośników, przebudowy rurociągów, systemu odwodnienia powierzchniowego.

Prowadzone w rejonach wykonania prac zabezpieczających pomiary przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych wskazują, że zbocza w tych rejonach są stateczne.

Mimo prowadzonego rozpoznania budowy geologicznej, obserwacji makroskopowych, pomiarów geodezyjnych przemieszczeń powierzchniowych oraz obserwacji odkształceń wgłębnych, wykonywania robót ograniczających zagrożenia, eksploatacji odkrywkowej towarzyszą osuwiska. Na skarpach zboczy stałych i roboczych wyrobisk w Zakładzie Górniczym KWB „Belchatów” powstało dotychczas kilkaset mniejszych i większych osuwisk, których kubatura wahała się od około 2 do 3500 tys. m³.

Większość obserwowanych osuwisk ma charakter strukturalny. Tabela 1 zawiera zestawienie wybranych osuwisk, powstałych w rejonach o charakterystycznej budowie geologicznej, na zboczach stałych wyrobiska górniczego Kopalni „Belchatów”.

TABELA 1
Zestawienie wybranych osuwisk zarejestrowanych na zboczach stałych wyrobiska Zakładu Górniczego KWB „Bechatów”

Numer osuwiska	Data powstania	Typ osuwiska, kubatura	Informacje o powierzchni poślizgu	Zagrożenia dla zakładu górniczego
15 S zbocze S, rejon linii 85-84 SN, w zakresie +74/-20 m n.p.m.	02.06.1988	strukturalne 1500 tys. m ³	Powierzchnia poślizgu – w utworach kompleksu węglanowo-węglowego i w przerościach ilastych w strefie spagowej kompleksu węglowego, kątnachylenia powierzchni poślizgu: 20° w części dolnej i środkowej, 45–50° w części górnej; w czasie osuwiska: utwory trzeczorzędowe kompleksów: węglanowo-węglowego, węglowego i gruboklastycznego	Zniszczeniu uległo 10 studzien, kolektory rurowe o długości ok. 800 m, rowy betonowe, rurociągi zrzutowe o długości ok. 500 m, drogi; zagrożenie powstania pożarów endogenicznych węgla
18 S zbocze S, rejon linii 68-66 SN, w zakresie +205/+72 m n.p.m.	9/10.02.1992	tektoniczno-strukturalne 1500 tys. m ³	Powierzchnie poślizgu przebiegają w trzeczorzędowych ilach, nachylonych konsekwentnie do zbocza pod kątami od kilku do kilkunastu stopni; w czasie osuwiskowej: utwory trzeczorzędowe – piaski i ily, utwory czwartorzędowe: piaski i gliny	Zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego, w rejonie zejścia z eksploatacją do rowu II rzędu, przebudowa kanału nr 2, linii WN
20 S zbocze S, rejon linii 66-64 SN, w zakresie +205/+72 m n.p.m.	26.02.1997	strukturalne 2500 tys. m ³	Powierzchnia poślizgu w zwietrzelinach margli kredowych; kąt nachylenia 7–9° ku północnemu wschodowi; utwory w czasie osuwiskowej: trzeczorzędowe piaski i ily, czwartorzędowe piaski i gliny.	Zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego, konieczność przebudowy kanału nr 2, linii WN, zmiana lokalizacji pompowni 156 S

TABELA 1 cd.

Numer osuwiska	Data powstania	Typ osuwiska, kubatura	Informacje o powierzchni poślizgu	Zagrożenia dla zakładu górniczego
22 S zbocze S, rejon linii 65 SN, w zakresie rzędnych +80/ -15 m n.p.m.	15.03.2005	strukturalne 650 tys. m ³	Powierzchnia poślizgu w iłach brunatno-oliwkowych o zniszczonej strukturze wewnętrznej, kąt nachylenia zmienny od 5 do 20° ku północnemu zachodowi; utwory w czaszy: głównie węgiel kompleksu węglowego oraz niewielkie ilości utworów trzeciorzędowego kompleksu ilasto-piaszczystego	Zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego w rejonie zejścia z eksploatacją węgla do rowu II rzędu, jęzor osuwiskowy splaya po skarpach zbocza południowego na poziom -90 m n.p.m., co komplikuje udostępnianie kolejnych, niższych poziomów górnich, zagrożenie wystąpienia pożarów endogenicznych węgla
24 S zbocze S, rejon linii 54-52 SN, w zakresie rzędnych +199/+119 m n.p.m.	14.12.2005	strukturalne 3500 tys. m ³	Powierzchnia poślizgu w iłach zielonych trzeciorzędowego kompleksu ilasto-piaszczystego oraz w iłach zwietrzelinowych; kąt nachylenia od 4° w części dolnej do 15° w części środkowej ku północy; utwory w czaszy: piaski, gliny, mułki, iły warwowe (czwartorzęd), iły zielone i piaski brunatne (trzeciorzęd – kompleks ilasto-piaszczysty)	Zagrożenie stateczności części zbocza południowego, zniszczenie II studzien odwadniających, konieczność przebudowy linii WN, zniszczenie kanału nr 9, konieczność interwencyjnego wykupu nieruchomości, zagrożenie dla linii elektrycznej zakładu energetycznego oraz drogi gminnej

Skomplikowane warunki geologiczno-strukturalne nie pozwalają na całkowitą eliminację zagrożeń osuwiskowych i należy się z nimi liczyć w ramach ryzyka górniczego [1].

Elementem rozpoznawania zagrożenia osuwiskowego dla całego wyrobiska są obserwacje geodezyjne, makroskopowe oraz obserwacje odkształceń wgłębnych.

Obserwacje geodezyjne realizowane są jako:

- pomiary sieci geodezyjnej,
- pomiary kontrolne wybranych zagrożonych rejonów zbroczy według indywidualnych programów obserwacji,
- pomiary względne par punktów.

Od roku 1999 prowadzony jest, poza obserwacjami geodezyjnymi, monitoring odkształceń wgłębnych górotworu w rejonach prognozowanych zagrożeń geotechnicznych oraz w otoczeniu obiektów istotnych dla ruchu zakładu górniczego, jak pochylnie transportowe, pompownie itp. Monitoring odkształceń w głębi górotworu prowadzony jest za pomocą sieci inklinometrów. Aktualnie w wyrobisku górniczym na Polu Bełchatów oraz w obszarach przyległych prowadzone są pomiary w 23 inklinometrach (4 na zbroczu północnym, 12 na zbroczu południowym i na poziomie terenu przy południowej krawędzi wyrobiska, 6 na zbroczu zachodnim, 1 — na zbroczu wschodnim w strefie zejścia do rowu II rzędu). Na Polu Szczerców w 2009 roku wykonano 2 otwory inklinometryczne: jeden na zbroczu zachodnim, drugi przy projektowanej krawędzi południowej wyrobiska. Częstotliwość prowadzenia pomiarów ustalana jest na bieżąco z przedstawicielem Działu Geologicznego Kopalni, indywidualnie dla każdego inklinometru, w zależności od wielkości, głębokości, rodzaju obserwowanych deformacji oraz postępu robót górniczych.

W 1999 roku zainstalowano pierwsze dwa urządzenia do badania stanu naprężeń poziomych w głębi górotworu — poduszki hydrauliczne sondy otworowej Glötzla. Urządzenia te zainstalowano do tej pory w węglu pokładu głównego, w przewarstwieniach ilastych w strefie spągowej kompleksu węglowego, w marglach kredowych.

W roku 2006 w stropowej części wysadu solnego Dębina, w centralnej części wysadu, zainstalowano sondę otworową typu AWID, składającą się z sześciu poduszek do pomiaru ciśnień w górotworze. Pomiary sondy AWID prowadzone są dwuetapowo. Etap I obejmuje pomiary elektryczne oporności poduszek i obserwację zmian. Etap II to pomiary elektryczne-kontrolne oraz pomiar właściwy pneumatyczny. Dla uzyskania w miarę pełnego obrazu zachowania się górotworu w strefie wysadu solnego Dębina, wyniki pomiarów ciśnień są analizowane w ścisłym powiązaniu z sytuacją górniczą, budową geologiczną oraz wynikami pomiarów przemieszczeń w inklinometrach zlokalizowanych na zbroczu zachodnim wyrobiska.

4. Zagrożenia sejsmiczne

Obszar Rowu Kleszczowa jest młodą strukturą tektoniczną, która charakteryzuje się występowaniem nie do końca zrelaksowanych naprężeń tektonicznych. Najmłodsze struk-

tury tektoniczne (trzeciorzędowe i czwartorzędowe) mające szczególne predyspozycje do niestabilnego zachowania się, pod wpływem dodatkowego czynnika zewnętrznego, zmieniają stan równowagi naprężeń i są przyczyną aktualnie występujących zjawisk sejsmicznych. Określone przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach mechanizmy wstrząsów górotworu, które wystąpiły w Kopalni „Bełchatów”, potwierdziły hipotezę o związku występujących zjawisk sejsmicznych z naruszeniem równowagi naprężeniowo-deformacyjnej w strukturach tektonicznych na skutek prowadzonych robót górniczych [2].

Występujące w rejonie PGE KWB Bełchatów SA wstrząsy sejsmiczne, są od 1981 roku rejestrowane przez lokalną sieć sejsmologiczną ze stanowiskami sejsmometrycznymi, zbudowaną w oparciu o projekt Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach.

Umiejscowienie stanowisk sejsmometrycznych zapewnia rejestrację zjawisk sejsmicznych oraz możliwość obliczenia ich podstawowych parametrów: położenia epicentrum, magnitudy i energii.

Na podstawie dotychczasowych obserwacji przewiduje się, że silniejsze wstrząsy sejsmiczne o energii od $E = 10^8$ J i przyspieszeniu drgań powyżej 250 mm/s^2 , mogą powodować drobne uszkodzenia w budynkach w postaci: pęknięć i włosowatych zarysowań tynków, odpadania niewielkich płyt tynków, złuszczenia farby na ścianach i sufitach.

Epicentra większości wstrząsów, zwłaszcza wstrząsów silniejszych, znajdowały się na obszarze wyrobiska, na poziomach roboczych, głównie w strefach uskoków brzeżnych rowu tektonicznego oraz głównych dyslokacji tektonicznych.

W okresie ostatnich trzydziestu lat wystąpiło kilka bardzo silnych wstrząsów o magnitudzie powyżej 4 stopni w skali Richtera i energii powyżej 10^7 J. Geneza tych wstrząsów wiązana jest ze strefami młodych uskoków i działalnością górniczą. Tabela 2 przedstawia wykaz zarejestrowanych wstrząsów sejsmicznych o magnitudzie powyżej 4° w skali Richtera.

TABELA 2

Wykaz wstrząsów sejsmicznych z rejonu Zakładu Górniczego KWB „Bełchatów” o magnitudzie powyżej 4° w skali Richtera

Data	Energia, [J]	Magnituda M
29.11.1980 r.	10^{11}	4,66
17.01.1985 r.	$3,6 \times 10^{10}$	4,6
28.11.1992 r.	$1,1 \times 10^{10}$	4,34
08.06.2004 r.	$2,99 \times 10^9$	4,04
30.05.2005 r.	$7,93 \times 10^9$	4,26
22.01.2010 r.	$1,61 \times 10^{10}$	4,42

Epicentrum ostatnio zarejestrowanego (22.01.2010 r.) przez kopalnianą sieć sejsmologiczną wstrząsu sejsmicznego o magnitudzie $4,42^\circ$ w skali Richtera i energii $1,61 \times 10^{10}$ J,

było zlokalizowane na drugim poziomie roboczym wyrobiska Pola Szczerców, w strefie południowego uskoku brzeżnego rowu tektonicznego.

Wstrząs sejsmiczny był zjawiskiem odczuwalnym w rejonie miejscowości Rzaśnia, Pajęczno, Szczerców, Sulmierzyce. Nie odnotowano żadnych skutków wstrząsu sejsmicznego na skarpach wyrobisk górniczych, w obiektach odwodnienia powierzchniowego, liniach energetycznych. Aktualnie prowadzone jest postępowanie po zgłoszeniach szkód w budynkach od mieszkańców okolicznych miejscowości.

5. Zagrożenia gazowe (metanowe, siarkowodorowe)

W skorupie ziemskiej tworzenie się gazów jest bardzo rozpowszechnione, ponieważ znaczna część naturalnych procesów chemicznych zachodzi z wydzielaniem się gazów. Węgiel brunatny zawiera zdecydowanie mniej metanu niż węgiel kamienny. Występowanie metanu w węglu brunatnym jest stwierdzone niemal we wszystkich złożach, zmienna jest tylko jego ilość.

Z analizy wyników pomiarów metanu w studniach, otworach obserwacyjnych i technicznych, prowadzonych przez służby Kopalni Bełchatów oraz wyników pomiarów gazów wybuchowych i toksycznych zrealizowanych w ramach opracowań [4, 5] wynika, że w obrębie eksploatowanego złoża gazem wybuchowym jest metan. Występuje on w gazie wypływającym z otworów w bardzo dużym przedziale zmienności — od stężeń równych zero do 100% zawartości. Zatem zachodzi konieczność jego monitorowania w takim właśnie zakresie.

Nie stwierdzono zależności między emisją metanu w otworach a litostratygrafią podłoża mezozoicznego (jura dolna do kredy). Wpływy metanu pojawiają się w otworach przewiercających serię złożową lub zakończonych w serii złożowej, zalegającej zarówno na utworach jurajskich jak i kredowych. Wyraźny związek stwierdzono natomiast między emisją metanu a tektoniką uskokuwą.

Drugim gazem niebezpiecznym, który sporadycznie występuje w rejonie obiektów odwodnienia (studnie, rowy, kanały), jest siarkowodór. Stwierdzone w czasie pomiarów jego stężenia nie przekraczały jednak nigdzie wartości dopuszczalnej.

6. Zagrożenia związane z pożarami endogenicznymi węgla

W Zakładzie Górniczym KWB „Bełchatów” zainicjowanie procesu endogenicznego samozapłonu węgla może nastąpić:

- na skarpach stałych zbudowanych z węgla i utworów zawęglonych,
- na skarpach roboczych zbudowanych z węgla i utworów zawęglonych, w przypadku ich postępu powyżej 3 miesięcy,
- na skarpach roboczych zwałowiska zewnętrznego i wewnętrznego, w których występują utwory zawęglone,

- w rejonach istniejących osuwisk, które zdeformowały węgiel,
- w rejonach zagrożeń osuwiskowych, w których wystąpiły deformacje w postaci spękań i szczelin w węglu i utworach zawęglonych.

7. Podsumowanie

Eksploatacji węgla brunatnego w głębokich kopalniach odkrywkowych towarzyszą zagrożenia naturalne. Specyfika budowy geologicznej — jak w przypadku złoża węgla brunatnego Bełchatów — jeszcze bardziej zwiększa skalę tych zagrożeń.

Głównym zadaniem służb zakładu górniczego jest bezpieczne prowadzenie robót górniczych, wydobywanie kopaliny i ograniczanie wpływu eksploatacji na otaczające środowisko naturalne. Cele te realizowane są zgodnie z wypracowanymi w kopalni zasadami. Bezpieczeństwo prowadzenia robót górniczych jest realizowane przez ograniczanie zagrożeń naturalnych towarzyszących eksploatacji.

Wszystkie służby zakładu górniczego współdziałają ze sobą uczestnicząc w rozpoznawaniu zagrożeń i w miarę możliwości technicznych zapobieganiu zagrożeniom. Konieczne jest współdziałanie służb górniczych i geologicznych w bieżącym opracowywaniu technologii prowadzenia robót górniczych dostosowanych do istniejących warunków górniczo-geologicznych.

Kolejne lata eksploatacji dają coraz większe doświadczenie w prognozowaniu i identyfikacji zagrożeń, ale także uczą pokory i respektu przed naturą.

LITERATURA

- [1] *Jończyk M. W., Organiściak B.*: Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w kopalniach odkrywkowych węgla Brunatnego na przykładzie KWB „Bełchatów” SA — wybrane zagadnienia, „IV Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego”, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa Zarząd, BOT KWB „Bełchatów” SA, AGH w Krakowie, Politechnika Wrocławska, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Bełchatów 6–8 czerwca 2005, str. 279–288
- [2] *Mutke G., Lurka A., Stec K., Chodacki J. Kura K.*: Dokumentacja „Ocena i prognoza zjawisk sejsmicznych w rejonie kopalni Bełchatów — aktualizacja i weryfikacja”, Katowice, Główny Instytut Górnictwa, 2008
- [3] *Sowiński L. i in.*: Pole Bełchatów. Stateczność zboczy stałych: północnego, południowego i wschodniego. Dokumentacja procesów geologiczno-inżynierskich i prognoza budowy geologicznej, na zboczach stałych wyrobiska górniczego KWB „Bełchatów” wraz z analizą stateczności zboczy, Wrocław, Biuro Projektów Górniczych i Geologicznych PROGIG, 2009
- [4] *Zawisza L., Słomka T., Leśniak T., Macuda J., Słomka E.*: Uwarunkowania i zagrożenia w trakcie wykonywania robót wiertniczych i eksploatacji przy występowaniu gazów, Kraków, Stowarzyszenie Naukowe im. Stanisława Staszica w Krakowie, 2002
- [5] *Zawisza L. i in.*: Monitoring gazów wybuchowych i szkodliwych w warunkach KWB „Bełchatów”, Kraków, Stowarzyszenie Naukowe im. Stanisława Staszica w Krakowie, 2003