Górnictwo i Geoinżynieria • Rok 33 • Zeszyt 2 • 2009

Adam Mirek, Leszek Biały**

STAN ZAGROŻEŃ NATURALNYCH W KOPALNIACH WĘGLA BRUNATNEGO ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH W KWB „BEŁCHATÓW"

1. Główne rodzaje zagrożeń naturalnych występujących w kopalniach węgla brunatnego

Występujące w kopalniach odkrywkowych zagrożenia, których obecność i rozmiary zależą od wielkości wydobycia, powierzchni wyrobisk, budowy geologicznej, zmienności występujących warunków geotechnicznych i hydrogeologicznych oraz różnorodności systemów eksploatacji, a także stosowanych maszyn i urządzeń, mają wpływ na stan bezpieczeństwa. Zagrożenia te dzielimy generalnie na naturalne oraz techniczne.

Do głównych zagrożeń naturalnych występujących w kopalniach węgla brunatnego zaliczamy zagrożenia:

— geotechniczne,
— wodne,
— sejsmiczne,
— gazowe,
— pożarami endogenicznymi.

2. Zagrożenie geotechniczne — czynniki sprzyjające jego powstawaniu

Zagrożenie geotechniczne to możliwość utraty stateczności skarp i zboczy wyrobiska lub zwałowiska w wyniku działania procesów geologicznych i geologiczno-inżynierskich

* Wyższy Urząd Górniczy, Katowice

powodujących zmiany naprężeń w górotworze, mogących doprowadzić do zachwiania wytworzonej tam równowagi i w konsekwencji powstania osuwiska.

Do najbardziej istotnych czynników wpływających na powstawanie i rozwój osuwiska należy zaliczyć:

— budowę geologiczno-strukturalną złoża i nadkładu, a w szczególności ułożenie warstw skalnych,
— tektonikę zalegania złoża i warstw nadkładowych,
— własności geomechaniczne skał (spójność, kąt tarcia wewnętrznego, ciśnienie porowe),
— warunki hydrogeologiczne i hydrologiczne,
— parametry wyrobisk i zwałowisk (wysokość i kąt nachylenia skarp i zboczy, szerokość poziomów oraz półek bezpieczeństwa i pochylni transportowych),
— niedostateczne lub niewłaściwe odwadnianie, występowanie zawodnienia resztkowego,
— nadmierne obciążenie statyczne i dynamiczne górotworu,
— wpływ drgań wywołanych robotami strzałowymi stosowanymi przy rozluzowaniu skał zwięzłych w nadkładzie.

Zagrożenie geotechniczne występujące w kopalniach węgla brunatnego jest zagrożeniem o potencjalnie największym wpływie na ciągłość ruchu zakładu górniczego i może spowodować:

— utratę stateczności zboczy lub skarp stałych i roboczych odkrywki lub zwałowiska,
— zagrożenie dla załogi górniczej zatrudnionej w rejonach prognozowanych osuwisk,
— zagrożenie dla maszyn i urządzeń na frontach eksploatacyjnych i zwałowych,
— utratę ciągłości transportu technologicznego i komunikacyjnego,
— uszkodzenie sytemu odwodnienia kopalni,
— przerwy w dostawach energii elektrycznej.

Największe zagrożenie geotechniczne wśród kopalń wydobywających węgiel brunatny występuje w KWB „Bełchatów" i KWB „Turów". Związane to jest ze znaczną głębokością zalegania złóż, jak również ich skomplikowaną budową geologiczną, a także dużą ilością zwałowanych mas ziemnych. Mniejsze zagrożenie występuje w kopalniach „Adamów" i „Konin". Jednak występują tam też procesy osuwiskowe, które niejednokrotnie przyjmują charakter gwałtowny, przez co mogą mieć wpływ zarówno na ciągłość ruchu, jak i na bezpieczeństwo zatrudnionej załogi.

W ostatnich latach w polskich kopalniach węgla brunatnego powstało szereg osuwisk, które miały wpływ na ciągłość ruchu zakładów górniczych, a nawet na zagrożenie powszechne. Do takich osuwisk zaliczyć należy, powstałe w lipcu 1989 r. w KWB „Turów", deformacje na zachodnim zboczu stałym filara rzeki Nysy Łużyckiej wskazujące na zagrożenie stateczności filara, a w konsekwencji na możliwość przerwania koryta rzeki. Największym pod względem ilości przemieszczonych mas było osuwisko zaistniałe w grudniu 1994 r. na

zboczu zwałowiska zewnętrznego, którego dolna krawędź jęzora zatrzymała się w odległości 150÷300 m od granicy Polski z Czechami (rys. 1).

Rys. 1. Osuwisko na zwałowisku zewnętrznym w KWB „Turów" — grudzień 1994 r.

W KWB „Konin" jednym z poważniejszych zagrożeń geotechnicznych jest zagrożenie związane z występowaniem gruntów organicznych na przedpolu odkrywek „Jóźwin". W kilku przypadkach, w wyniku ich nacięcia przez koparkę, spływające grunty organiczne unieruchomiły podwozie koparki oraz pojazdy podawarki.

Podobnie gwałtowny przebieg miało osuwisko urabianej skarpy nadkładowej powstałe w maju 2008 r. w KWB „Adamów" O/Adamów. W trakcie prowadzenia prac w rejonie kontaktu utworów zwałowanych w latach 60. XX w. z gruntem rodzimym, ze skarpy zwałowej nastąpił wypływ kurzawki, który spowodował osunięcie mas ziemnych urabianej skarpy. Osunięcie nastąpiło na długości ok. 140 m, a kubaturę osuwiska obliczono na 44,3 tys. m^3. W wyniku osunięcia się mas skalnych nastąpiło częściowe przysypanie koparki.

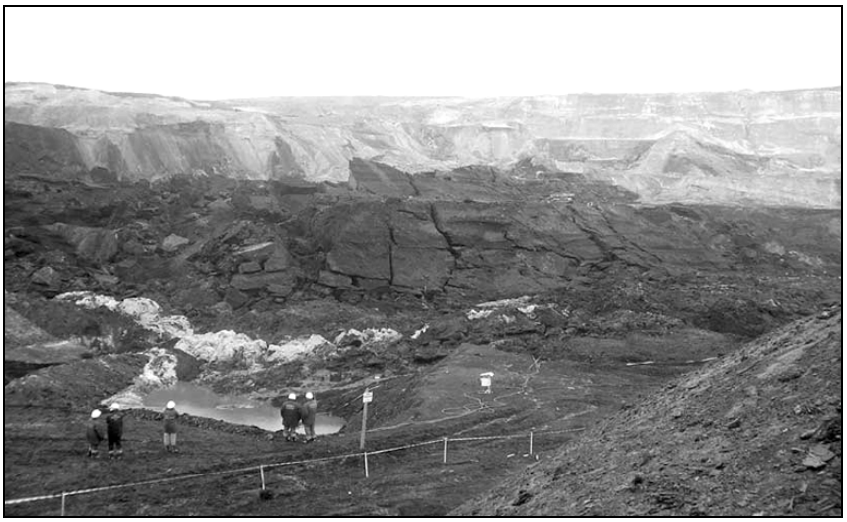
Do zagrożeń geotechnicznych występujących w KWB „Bełchatów" zaliczane są zagrożenia:

— osuwiskowe na skarpach stałych i roboczych wyrobisk górniczych oraz zwałowisk,
— utraty stateczności podłoża podczas jazdy maszyn podstawowych, w tym związane ze zjawiskami krasowymi,
— związane ze zjawiskami o charakterze odprężeniowym,
— utraty stateczności skarp związane z wypływami wód resztkowych,
— wynikające z występujących utworów trudno urabialnych.

Większość obserwowanych w KWB „Bełchatów" osuwisk ma związek z warstwową budową górotworu. Osuwiska rozwijają się głównie na:

— powierzchniach tektonicznych i glacitektonicznych (uskoki, nasunięcia, spękania, zluźnienia, zlustrowania),
— powierzchniach kopalnych ślizgów odtwarzających się wraz z postępem robót górniczych w warstwach iłów międzywęglowych w spągowej części utworów kompleksu węglowego,
— powierzchniach śródwarstwowych i stropowych osadów zastoiskowych w dolnym (zaburzonym) piętrze strukturalnym czwartorzędu,
— powierzchni granicznej między piaszczysto-mułkowo-gliniastymi osadami czwartorzędowymi, a osadami występującymi w stropie utworów trzeciorzędowych.

W KWB „Bełchatów", w okresie od rozpoczęcia robót górniczych, osuwiska występowały na zboczach i skarpach stałych i roboczych z różnym nasileniem i o różnej wielkości. Obecnie osuwiska powstają najczęściej na stałym zboczu południowym i północnym Największe osuwiska powstały na zboczu południowym, wśród których maksymalna kubatura jednego z osuwisk wyniosła ok. 3,5 mln m^3 mas ziemnych (rys. 2). Rozwój i uaktywnienie osuwisk następowało w okresie udostępniania kolejnego poziomu poniżej istniejących deformacji oraz w czasie zwiększonej ilości opadów atmosferycznych.



Rys. 2. Osuwisko 22 S na zboczu południowym w KWB „Bełchatów" — marzec 2005 r.

Ponadto w kopalniach węgla brunatnego w minionych latach miały miejsce osuwiska powstałe na skarpach nadkładowych związane z niedostatecznym odprowadzeniem (zlikwidowaniem) wód resztkowych.

Zdarzenia zaistniałe w kopalniach węgla brunatnego w latach 1989–2008 w związku z zagrożeniem geotechnicznym zgłoszone do WUG przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Zdarzenia spowodowane zagrożeniem geotechnicznym w latach 1989–2008, zgłoszone do WUG

Data	Zakład górniczy (kopalnia)	Uwagi
lipiec 1989 r.	KWB Turów	osuwisko
12.09.1990 r.	KWB Bełchatów	osuwisko
20.08.1991 r.	KWB Bełchatów	osuwisko
07.12.1994 r.	KWB Turów	osuwisko zwałowiska
26.05.1995 r.	KWB Bełchatów	osuwisko
08.11.1996 r.	KWB Konin O/Jóźwin	osuwisko
21.02.1999 r.	KWB Konin O/Kazimierz	osuwisko
06.06.2002 r.	KWB Konin O/Jóźwin	osuwisko
15.11.2002 r.	KWB Adamów O/Koźmin	osuwisko
28.11.2002 r.	KWB Konin O/Kazimierz	osuwisko zwałowiska
15.03.2005 r.	KWB Bełchatów	osuwisko
09.12.2005 r.	KWB Bełchatów	osuwisko
14.12.2006 r.	KWB Konin O/Lubstów	osuwisko
05.02.2007 r.	KWB Konin O/Koźmin	osuwisko
24.05.2008 r.	KWB Adamów O/Adamów	osuwisko

2.1. Metody zapobiegania zagrożeniu geotechnicznemu

Zapobieganie zdarzeniom powstałym w wyniku zagrożenia geotechnicznego polega przede wszystkim na szczegółowym rozpoznaniu budowy geologicznej i właściwości skał, następstwem czego jest optymalizacja kształtu i wymiarów zboczy wyrobisk i zwałowisk, a także na prognozowaniu warunków geologiczno-inżynierskich, którego celem jest rejonizacja występowania zagrożenia geotechnicznego. Generalnie kopalnie węgla brunatnego posiadają liczne opracowania, dokumentacje i ekspertyzy dotyczące budowy geologicznej, które pozwalają szczegółowo zwymiarować wyrobiska i zwałowiska oraz ustalić warunki geologiczno-górnicze występujące w poszczególnych partiach złoża. Ustalenie warunków geologiczno-górniczych, ich ewentualne zmiany, pozwalają prognozować rejony, w których występuje zagrożenie geotechniczne mogące uaktywnić procesy osuwiskowe. W rejonach tych ustala się zasady prowadzenia robót górniczych w warunkach zagrożenia osuwiskowego. W celu dokumentowania wyników kontroli i ustaleń związanych z zagrożeniem osu-

wiskowym w kopalniach gromadzone są informacje dotyczące zagrożenia geotechnicznego. W kopalniach funkcjonują powołane przez KRZG zespoły do rozpoznania i zapobiegania zagrożeniom naturalnym mające charakter analityczno-decyzyjny, koordynujące działania służb ruchowych i geotechnicznych w zakresie monitorowania i zapobiegania zagrożeniom naturalnym, w tym zagrożeniu geotechnicznemu. Zespoły spotykają się na posiedzeniach z ustaloną przez KRZG częstotliwością, a w przypadku potrzeby doraźnego rozpatrzenia zagrożenia odbywają posiedzenia nadzwyczajne. Kopalnie, a zwłaszcza „Bełchatów" i „Turów", posiadają rozwinięty system kontrolno-pomiarowy. Pomiary deformacji powierzchniowych i wgłębnych oraz ich interpretacja geotechniczna, stanowią instrument wczesnego ostrzegania i dostarczają pełnych oraz jednoznacznych informacji o stanie deformacji górotworu na całym obszarze górniczym kopalni.

Należy stwierdzić, że obecnie stosowane metody zapobiegania zagrożeniu geotechnicznemu stosowane w kopalniach węgla brunatnego spełniają wymagania obowiązujących przepisów. Ponadto dotychczasowe doświadczenia oraz praktyka nabyta przy eksploatacji węgla brunatnego pozwalają na coraz bardziej precyzyjną analizę stanu zagrożeń, szczególnie wynikających z uwarunkowań naturalnych. Przy zastosowaniu nowoczesnych technik komputerowych możliwe jest bieżące analizowanie stanu zagrożenia osuwiskowego. Precyzyjne pomiary geodezyjne i rozpoznanie geologiczne, możliwości szybkiego wprowadzania i przetwarzania danych oraz ich rosnąca ilość są podstawą do podejmowania niezbędnych działań profilaktycznych oraz mających na celu ewentualne zlikwidowanie skutków zaistniałych zdarzeń.

Korzystając z doświadczeń KWB „Bełchatów", również w innych kopalniach zaczęto zwracać baczną uwagę na sposoby likwidacji wód resztkowych występujących w utworach nadkładowych. Wody resztkowe mają niebagatelny wpływ na uaktywnianie się zjawisk osuwiskowych. Skuteczne eliminowanie zagrożeń ze strony tych wód wyraźnie podnosi stan bezpieczeństwa wobec groźby powstania osuwiska.

KWB „Bełchatów" posiada szereg opracowań w zakresie zagrożenia geotechnicznego wykonanych przez placówki naukowo-badawcze. Zlecane są one na bieżąco w miarę potrzeb. W związku z dalszym rozwojem zagrożenia geotechnicznego w Polu Bełchatów, dla stałego zbocza południowego odkrywki opracowano „Dokumentację Geologiczno-Inżynierską procesów osuwiskowych 22 S i 24 S wraz z weryfikacją przyjętych kryteriów bezpieczeństwa". W innym opracowaniu sporządzono prognozę budowy geologicznej dla wszystkich zboczy do końca planowanej eksploatacji oraz ocenę stanu stateczności zboczy na odcinkach już uformowanych, a także dla wszystkich zboczy w ich docelowej geometrii oraz wydzielono dla każdego zbocza rejony potencjalnych zagrożeń geotechnicznych. Rejony te uwzględniono w treści obowiązującego planu ruchu zakładu górniczego. W rejonach tych prowadzone są ciągłe obserwacje w zakresie rozwoju odkształceń górotworu w powiązaniu z postępem frontu eksploatacyjnego.

W zakładzie górniczym obowiązuje tryb postępowania na wypadek powstania zagrożenia geotechnicznego wprowadzony do stosowania zarządzeniem KRZG. Dla każdego zaistniałego osuwiska sporządzana jest dokumentacja miernicza oraz zakładana jest geode-

zyjna sieć punktów kontrolno-pomiarowych oraz w miarę potrzeb — inklinometrów wgłębnych. Zgodnie z przyjętym harmonogramem prowadzone są pomiary występujących przemieszczeń górotworu, a wyniki odpowiednio dokumentowane.

Dla rozpoznawania i zapobiegania zagrożeniom naturalnym, zarządzeniem Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego, powołany został Zespół Zagrożeń Naturalnych. Posiedzenia zwyczajne Zespołu odbywają się co kwartał. Na każdym posiedzeniu omawiane są zagadnienia zagrożenia geotechnicznego, co dokumentowane jest w protokołach z posiedzeń. W zakładzie górniczym nie stosuje się zasady informowania przez wyznaczone osoby o stanie wykonania zaleceń ujętych w protokole w okresach pomiędzy posiedzeniami zwyczajnymi Zespołu. Informacja taka przedstawiana jest dopiero na kolejnym posiedzeniu Zespołu w pierwszym punkcie ustalonego programu posiedzenia.

W zakładzie górniczym powoływane są również, w przypadku zaistnienia zagrożeń, posiedzenia w trybie nadzwyczajnym oraz posiedzenia Zespołu Konsultacyjnego ds. Geotechniki. W oparciu o posiadane rozpoznanie oraz opracowaną dokumentację w kopalni wyszczególnia się rejony prognozowanych zagrożeń geotechnicznych, w obrębie których prowadzone będą roboty górnicze. Dla prowadzenia tych robót ustalone zostały m.in. bezpieczne parametry skarp i poziomów. Dla każdej maszyny urabiającej lub zwałującej sporządzany jest plan pracy maszyny zatwierdzany przez kierownika ruchu zakładu górniczego, w którym wyszczególnia się pracę w rejonach potencjalnych zagrożeń geotechnicznych oraz rygory prowadzenia tych robót. Ponadto ustalany jest sposób kontroli robót przez wyznaczone osoby kierownictwa i dozoru ruchu.

3. Zagrożenie wodne

Zagrożenie wodne to możliwość nagłego wdarcia się lub niekontrolowanego dopływu wody lub wody z luźnym materiałem do wyrobiska stwarzająca niebezpieczeństwo dla ruchu zakładu górniczego lub jego pracowników.

Zagrożenie wodne w kopalniach węgla brunatnego występuje, gdy:

— zakłady górnicze lub ich części zlokalizowane są w części zlewni morfologicznej narażonej na częściowe lub całkowite zalanie,
— na powierzchni występują zbiorniki i cieki wodne powodujące infiltrację wody lub stwarzające możliwość bezpośredniego wdarcia się wody do wyrobisk górniczych,
— występują wody złożowe powodujące wypływy ze skarp i spągu wyrobiska.

Występowanie powyższych źródeł zagrożenia decyduje, w przypadku kopalń węgla brunatnego, o zaliczeniu poszczególnych wyrobisk lub ich części do odpowiedniego stopnia zagrożenia wodnego, wymienionego w rozporządzeniu MSWiA w sprawie zagrożeń naturalnych. W rozporządzeniu tym ustalono dwa stopnie zagrożenia wodnego.

Źródłami zagrożenia wodnego KWB „Bełchatów" mogą być:

— nawalne opady atmosferyczne w gwałtowny sposób zmieniające stosunki hydrogeologiczne lub geologiczno-inżynierskie,

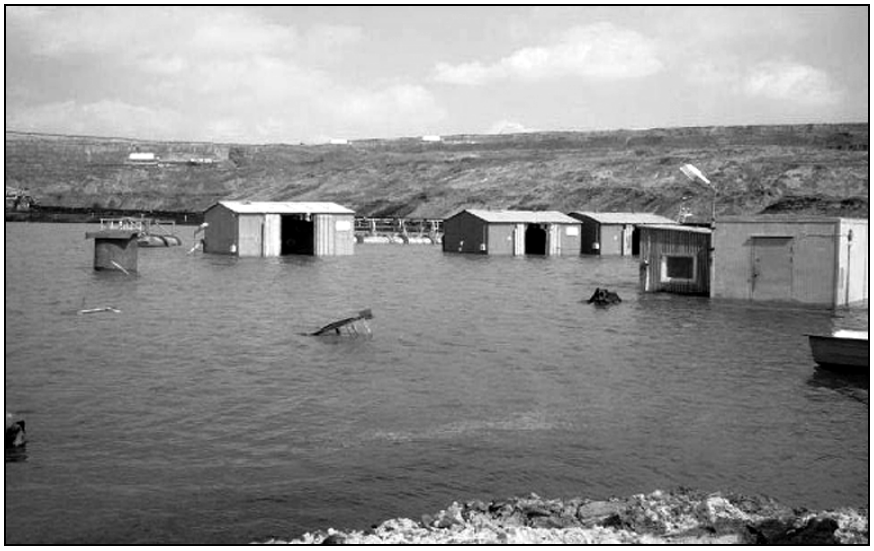
— wody resztkowe, czyli zawodnione utwory wodonośne występujące w poszczególnych piętrach górniczych, tworzące odizolowane od siebie zbiorniki wód podziemnych,
— zawodnione utwory wodonośne z poziomem wodonośnym o zwierciadle napiętym, występujące poza rejonem prowadzenia robót górniczych.

Według rozpoznania służb kopalnianych nie przewiduje się natomiast wystąpienia zagrożenia wodnego ze strony powierzchniowych zbiorników naturalnych oraz cieków naturalnych i sztucznych.

Celem eliminacji zagrożenia wodnego oraz umożliwienia bezpiecznego prowadzenia eksploatacji złoża stosuje się odpowiednią profilaktykę polegającą m.in. na zabezpieczeniu terenu wyrobiska przed dopływem wód opadowych i budowie odpowiedniego systemu odwodnienia kopalni. W kopalniach węgla brunatnego stosuje się odwadnianie powierzchniowe i wgłębne. Odwadnianie wgłębne (studzienne) stało się w ostatnim okresie podstawowym systemem odwadniania złóż węgla brunatnego. Wyparło ono odwadnianie podziemnymi wyrobiskami odwadniającymi stosowanymi wcześniej w KWB „Turów" i KWB „Konin".

KWB „Bełchatów" ma najbardziej rozwinięty system odwadniania studziennego. Z uwagi na budowę geologiczną złoża oraz warunki hydrogeologiczne, w nawiązaniu do projektowanych robót górniczych, obszar wyrobiska w tej kopalni podzielono na sektory i określono dla nich dopuszczalne położenie zwierciadła wód swobodnych i napiętych wymagane dla bezpiecznego prowadzenia robót górniczych.

Ostatnie większe zdarzenie związane z zagrożeniem wodnym w kopalniach węgla brunatnego zaistniało w sierpniu 2006 r. W wyniku intensywnych opadów zalana została pompownia główna na odkrywce „Jóźwin" w KWB „Konin"(rys. 3).



Rys. 3. Zalanie pompowni głównej w KWB „Konin" O/Jóźwin — sierpień 2006 r.

4. Zagrożenie sejsmiczne w KWB „Bełchatów”

Jedyną w Polsce kopalnią odkrywkową, w której występuje zagrożenie sejsmiczne jest Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Sejsmiczność w rejonie odkrywki „Bełchatów” związana jest silnie z procesami neotektonicznymi (uaktywnianiem się występujących w podłożu względnie młodych uskoków) spowodowanymi intensywnym odwadnianiem wyrobiska oraz zmianami warunków naprężeniowych podłoża wskutek przemieszczania podczas eksploatacji olbrzymich mas skalnych nadkładu i złoża węgla brunatnego. Pierwsze wstrząsy z obszaru KWB „Bełchatów” zostały zarejestrowane w 1979 roku. Jednak z uwagi na brak aparatury pomiarowej ich lokalizacja i energie nie były dokładnie określane. Początek pomiarów sejsmicznych ukierunkowanych na obserwację wyrobiska datuje się na rok 1980, kiedy to wokół niego zainstalowane zostały pierwsze stanowiska pomiarowe. W rejonie odkrywki „Bełchatów” rejestrowanych jest rocznie do kilkudziesięciu wstrząsów o energiach równych lub większych niż 1×10^5 J. O związku tej — indukowanej eksploatacją — sejsmiczności z występującymi tu uskokami świadczą wstrząsy, które wystąpiły w rejonie Bełchatowa w latach, kiedy nie prowadzono tu jeszcze wydobycia węgla. Największe z nich miały miejsce w dniach 3 grudnia1786 r. i 20 listopada 1926 r. i były odczuwalne w całym rejonie. Związek powyższy potwierdza także fakt zwiększania się częstotliwości występowania tych zjawisk i ich energii w trakcie przechodzenia frontów eksploatacyjnych przez rejony złoża położone w sąsiedztwie występujących uskoków.

Zestawienie sejsmiczności rejonu odkrywki „Bełchatów” na tle wydobycia mas skalnych i węgla brunatnego oraz odpompowanej wody w latach 1990–2008 przedstawiono w tabeli 2 i na rysunku 4.

TABELA 2

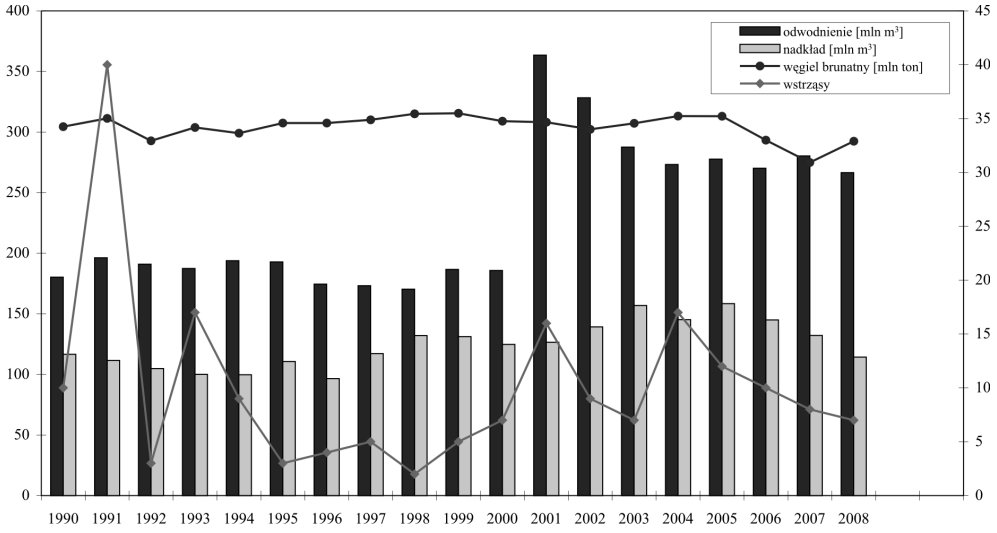
Wstrząsy wysokoenergetyczne, wielkość zdejmowanego nadkładu, wydobycie węgla brunatnego oraz odwodnienie wyrobiska w KWB „Bełchatów” w latach 1990–2008)

Rok	Wydobycie węgla brunatnego, mln ton	Zdejmowanie nadkładu, [mln m^3	Odwodnienie wyrobiska, mln m^3	Liczba wstrząsów wysokoenergetycznych (pow. 10^5 J)	Energia sumaryczna, $\times 10^8$ J
1990	34,249	116,597	180,2	10	0,530
1991	35,017	111,562	196,3	40	1,400
1992	32,937	104,752	190,9	3	110,000
1993	34,184	100,011	187,4	17	1,900
1994	33,650	99,740	193,8	9	4,000
1995	33,082	110,602	192,8	3	0,130
1996	34,586	96,491	174,5	4	3,800
1997	34,884	117,182	173,2	5	0,070
1998	35,446	132,086	170,3	2	0,070

TABELA 2 cd.

Rok	Wydobycie węgla brunatnego, mln ton	Zdejmowanie nadkładu, [mln m^3	Odwodnienie wyrobiska, mln m^3	Liczba wstrząsów wysokoenergetycznych (pow. 10^5 J)	Energia sumaryczna, $\times 10^8$ J
1999	35,496	131,144	186,6	5	0,620
2000	34,764	124,815	185,8	7	1,000
2001	34,662	126,538	363,5*	16	8,3
2002	34,008	139,224	328,3*	9	0,8
2003	34,564	132,512 (B) 24,347 (Sz)	287,6*	7	1,0
2004	35,233	122,774 (B) 22,353 (Sz)	273,2*	17	31,0
2005	35,225	114,725 (B) 43,652 (Sz)	277,7*	12	82,0
2006	32,988	93,243 (B) 51,703 (Sz)	270,2*	10	2,1
2007	30,923	79,162 (B) 53,040 (Sz)	280,3*	8: w tym 2 (Sz)	1,4: 1,2 (Sz) 0,2 (B)
2008	32,906	37,616 (B) 76,673 (Sz)	266,5*	7	4,5

* odwodnienie sumaryczne dla Pola Bełchatów, Pola Szczerców i Wysadu Dębina,
(B) nadkład z Bełchatowa, (Sz) nadkład ze Szczercowa.



Rys. 4. Wstrząsy wysokoenergetyczne na tle wydobycie węgla brunatnego, wielkości zdejmowanego nadkładu oraz odwodnienia wyrobiska w KWB „Bełchatów"

Podkreślić należy, że nawet największe z zarejestrowanych dotychczas wstrząsów nie stwarzały nigdy zagrożenia dla ruchu zakładu górniczego. Wstrząsy związane pośrednio z prowadzonymi robotami górniczymi, a głównie, jak już wcześniej stwierdzono, z procesami neotektonicznymi charakteryzują się jednak wysoką energią i w związku z tym są silnie odczuwane przez okolicznych mieszkańców, a także skutkowały — na szczęście niewielkimi — uszkodzeniami powierzchniowych obiektów budowlanych.

W latach 1990–2008 zarejestrowano 11 wstrząsów o energii powyżej 10^8 J, które spowodowały szkody w obiektach budowlanych w sąsiedztwie KWB „Bełchatów". Liczbę szkód budowlanych spowodowaną tymi wstrząsami pokazano w tabeli 3.

TABELA 3

Wstrząsy sejsmiczne o energii powyżej 10^8 J i liczba szkód w obiektach budowlanych w sąsiedztwie KWK „Bełchatów" w latach 1990–2008

Data	Liczba szkód w obiektach budowlanych	Energia wstrząsu
28.11.1992 r.	23	$E = 1{,}10 \times 1\ 0^{10}$ J
06.11.1996 r.	37	$E = 3{,}00 \times 10^8$ J
17.04.2001 r.	130	$E = 7{,}92 \times 10^8$ J
16.06.2002 r.	10	$E = 7{,}34 \times 10^8$ J
23.08.2002 r.		$E = 3{,}32 \times 10^8$ J
22.10.2002 r.		$E = 1{,}07 \times 10^8$ J
08.06.2004 r.	–	$E = 2{,}99 \times 10^9$ J
30.05.2005 r.	8	$E = 7{,}93 \times 10^9$ J
01.07.2005 r.		$E = 9{,}37 \times 10^8$ J
10.11.2006 r.	–	$E = 1{,}10 \times 10^8$ J
14.07.2008 r.	–	$E = 4{,}35 \times 10^8$ J

Ogółem w latach 1990–2008 miało miejsce 692 wstrząsów sejsmicznych o energii poniżej 108J, które nie spowodowały zagrożenia bezpieczeństwa ludzi, ruchu zakładu górniczego oraz jakichkolwiek uszkodzeń w budynkach, maszynach i urządzeniach zarówno w KWB „Bełchatów", jak i poza nią.

W KWB „Bełchatów" ocena zagrożenia sejsmicznego prowadzona jest za pomocą metody sejsmologicznej — rejestracji i interpretacji zjawisk sejsmicznych. Dla potrzeb prowadzonych obserwacji — z uwagi na brak możliwości prowadzenia sieci teletechnicznej przez wyrobisko odkrywki — sieć sejsmologiczna, składająca się z sześciu stanowisk pomiarowych zbudowana jest w oparciu o niezależne stacje pomiarowe wyposażone w aparatury typu UMSS MK-6. Transmisja danych pomiędzy jednostkami centralnymi i terminalnymi

odbywa się siecią teletechniczną, skąd — drogą radiową — do stacji geofizycznej, gdzie następuje interpretacja zapisów. Rozmieszczenie stanowisk sejsmometrycznych zapewnia rejestrację zjawisk sejsmicznych oraz możliwość obliczenia ich podstawowych parametrów, tj. epicentrum, magnitudy i energii. Do interpretacji stosowane jest specjalistyczne oprogramowanie do lokalizacji ognisk oraz określania energii wstrząsów. Jednocześnie całość prowadzonych pomiarów sejsmologicznych odbywa się pod merytorycznym nadzorem Głównego Instytutu Górnictwa, który dokonuje corocznej analizy zarejestrowanych przejawów zagrożenia sejsmicznego.

Prowadzona w kopalni działalność profilaktyczna polega na utrzymywaniu w ciągłej sprawności urządzeń sieci sejsmologicznej, rejestracji i dokumentowaniu wstrząsów oraz analizie stanu zagrożenia sejsmicznego.

5. Zagrożenie gazowe

W kopalniach węgla brunatnego gazem wybuchowym związanym z działalnością górniczą mającym znaczenie dla bezpieczeństwa prowadzenia ruchu jest metan. Występowanie metanu w węglu brunatnym (w ilości znacznie mniejszej niż w węglu kamiennym) jest stwierdzone niemal we wszystkich złożach, zmienna jest tylko jego ilość. Zagrożenie metanowe występuje przy wierceniu otworów badawczych i studni odwadniających oraz w czasie ich eksploatacji. Zaobserwowano wyraźny związek pomiędzy emisją metanu a tektoniką uskokową. Wypływy metanu występują częściej w otworach zlokalizowanych w strefach uskokowych, a jego stężenie zależy od odległości otworu od uskoku. Niezbędnym warunkiem silnych emisji metanu jest odprężenie złoża w efekcie jego rozcięcia i odwodnienia, ułatwiających przepływ gazu poprzez udrożnienie systemu porów.

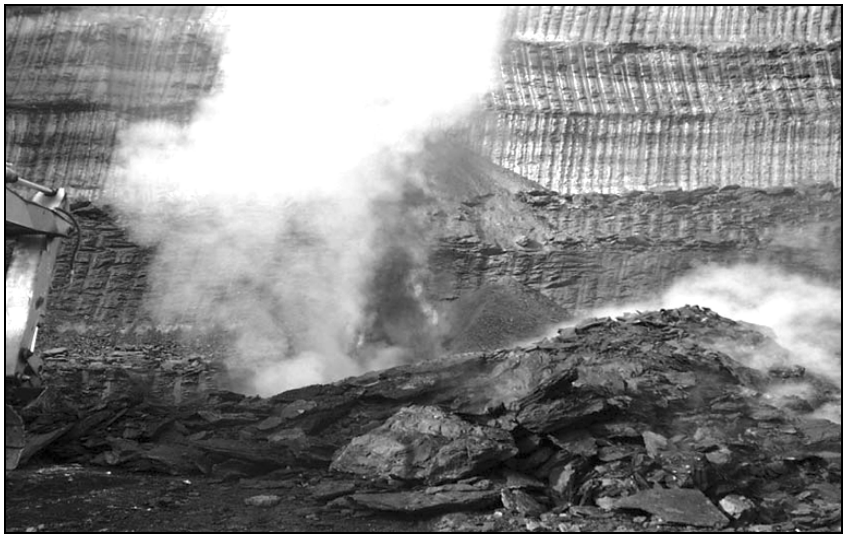
W KWB „Bełchatów", z częstotliwością co najmniej raz w miesiącu, wykonuje się pomiary stężenia metanu we wszystkich studniach i otworach obserwacyjnych w eksploatacji, nawiercających pokład węgla. Są to kontrole okresowe. Natomiast kontrole bieżące (jednorazowe) prowadzone są przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac związanych z eksploatacją studni i otworów. Kontrole stężenia metanu są prowadzone od 1986 roku. Aktualnie pomiarów dokonuje się w 644 otworach, z czego w 176 w Polu Bełchatów, w 407 w Polu Szczerców i w 61 w rejonie bariery ochronnej wysadu solnego „Dębina". W 50 otworach stwierdzono co najmniej jeden raz stężenie metanu powyżej 1%. W studniach i strefach zagrożonych wybuchem metanu zabrania się stosowania urządzeń elektrycznych o napięciu znamionowym powyżej 1000 V, a roboty spawalnicze bądź wymagające stosowania otwartego ognia mogą być wykonywane, gdy zawartość metanu w studni lub otworze wiertniczym jest mniejsza od 1%. W przypadku stwierdzenia zawartości metanu powyżej 1%, należy obniżyć jego stężenie poprzez przewietrzenie studni lub otworu.

Drugim gazem niebezpiecznym, który sporadycznie występuje w rejonie KWB „Bełchatów", jest siarkowodór. Stwierdzone w czasie pomiarów jego stężenia nie przekraczały jednak nigdzie wartości dopuszczalnej.

W ostatnim dwudziestoleciu w zakładach górniczych eksploatujących węgiel brunatny nie wystąpiły wypadki lub zdarzenia związane z zagrożeniem gazowym.

6. Zagrożenie pożarami endogenicznymi

Zagrożenie pożarami endogenicznymi w kopalniach węgla brunatnego występuje głównie na stałych, długo odsłoniętych skarpach i zboczach zawierających wkładki węgla, na składowiskach węgla w zasobnikach, rzadziej na poziomach węglowych (rys. 5).



Rys. 5. Pożar pokładu węgla w KWB „Turów" — kwiecień 1990 r.

Pożary endogeniczne rozwijają się przy zaistnieniu trzech współdziałających równocześnie czynników:

— obecności rozdrobnionego węgla skłonnego do niskotemperaturowego utleniania,
— dopływu powietrza do miejsc nagromadzenia tego węgla,
— możliwości akumulacji ciepła wydzielającego się w czasie reakcji utleniania węgla.
— Zagrożenie pożarami endogenicznymi jest zwalczane poprzez:
— systematyczną kontrolę stałych skarp węglowych,
— okresowe badanie temperatury powierzchni pryzmy węglowej kamerą termowizyjną,
— przestrzeganie okresu składowania węgla brunatnego w zasobnikach,
— lokalizację ognisk samozapalenia na podstawie charakterystycznych oznak i natychmiastowe przystąpienie do ich usuwania.

W przypadku powstania pożaru endogenicznego do akcji przystępuje Zakładowa Straż Pożarna działająca w strukturach przedsiębiorstwa.

W ostatnim okresie w zakładach górniczych wydobywających węgiel brunatny nie wystąpiły pożary, które miałyby wpływ na ciągłość ruchu zakładu górniczego.

7. Podsumowanie

Dotychczasowe doświadczenia oraz praktyka nabyta przy eksploatacji węgla brunatnego pozwalają na coraz bardziej precyzyjną analizę stanu zagrożeń, szczególnie wynikających z uwarunkowań naturalnych.

Przy zastosowaniu nowoczesnych technik komputerowych możliwe jest bieżące analizowanie stanu zagrożenia osuwiskowego. Precyzyjne pomiary geodezyjne i rozpoznanie geologiczne, możliwości szybkiego wprowadzania i przetwarzania danych są podstawą do podejmowania niezbędnych działań profilaktycznych oraz mających na celu ewentualne zlikwidowanie skutków zaistniałych zdarzeń. Korzystając z doświadczeń KWB „Bełchatów", również w innych kopalniach węgla brunatnego zaczęto zwracać baczną uwagę na sposoby likwidacji występujących w utworach nadkładowych wód resztkowych, które mają niebagatelny wpływ na uaktywnianie się zjawisk osuwiskowych. Skuteczne eliminowanie zagrożeń ze strony tych wód wyraźnie podnosi stan bezpieczeństwa wobec groźby powstania osuwiska.

Wprowadzony system studziennego odwadniania złóż węgla brunatnego wyeliminował zagrożenia wynikające z drążenia i utrzymywania podziemnych wyrobisk korytarzowych. Mające miejsce w ostatnich latach zagrożenia powodziowe, w tym wynikające z nawalnych opadów atmosferycznych, spowodowały że w zakładach górniczych zmodernizowano i usprawniono systemy odwadniania powierzchniowego. Zwiększone zostały możliwości przyjmowania, gromadzenia i wypompowywania nagłych dopływów wód opadowych.

Działalność profilaktyczną w stosunku do zagrożenia sejsmicznego, występującego w rejonie KWB „Bełchatów", zapewnia funkcjonowanie w rejonie kopalni systemu rejestracji wstrząsów, pozwalającego na dokonywanie wnikliwej analizy tych zjawisk. W ramach współpracy z Zakładem Geologii i Geofizyki GIG opracowywane są coroczne oceny wpływów zjawisk sejsmicznych. Dokonywana jest również, w ramach potrzeb na zlecenie kopalni, szersza analiza zagrożenia sejsmicznego w formie oceny i prognozy zjawisk sejsmicznych w rejonie kopalni.

Brak niebezpiecznych zdarzeń związanych z zagrożeniem gazowym pozwala na optymistyczne prognozowanie skuteczności ich zwalczania. Duży wpływ na uregulowania zastosowane w tym zakresie w kopalniach węgla brunatnego miały doświadczenia wzięte z górnictwa podziemnego, w szczególności związanego z podziemną eksploatacją węgla kamiennego.

Czyste wybieranie węgla i związane z tym nie pozostawianie go w skarpach stałych wyrobisk oraz stosowanie zwałowania wewnętrznego doprowadziło do zmniejszenia ryzyka powstania samozapłonów i w konsekwencji występowania pożarów endogenicznych.

W celu podwyższenia stanu bezpieczeństwa wobec zagrożeń naturalnych występujących przy eksploatacji węgla brunatnego wskazane jest kontynuowanie i rozwijanie następujących działań:

— rozpoznawanie i dokumentowanie budowy geologicznej złóż z zastosowaniem m.in. nowoczesnej techniki laserowej, systemu GPS oraz specjalistycznych programów komputerowych do uzupełniania i przetwarzania bazy danych,
— identyfikowanie i określanie rejonów zagrożonych osuwiskami,
— projektowanie bezpiecznych parametrów skarp i zboczy,
— podejmowanie przedsięwzięć profilaktycznych w postaci likwidacji wód resztkowych i w razie konieczności wymiany gruntów (np. w KWB „Bełchatów" odnośnie pochylni transportowo-odstawczych zlokalizowanych na zboczu północnym),
— czyste wybieranie węgla oraz odpowiedni kierunek i postęp zwałowania wewnętrznego,
— utrzymywanie w stałej sprawności urządzeń odwadniających,
— monitoring zagrożenia sejsmicznego,
— przestrzeganie ustalonych rygorów prowadzenia robót w rejonach występowania zagrożenia gazowego,
— kontrolowanie w ustalony sposób rejonów zagrożonych przez osoby kierownictwa i dozoru ruchu oraz dokumentowanie tych kontroli.

LITERATURA

[1] VADEMECUM — Zagrożenia naturalne i techniczne w odkrywkowych i uzdrowiskowych zakładach górniczych, materiały WUG, Katowice, 2009

[2] Ocena metod zapobiegania zagrożeniom geotechnicznym w kopalniach węgla brunatnego, materiały WUG, Katowice, 2008

[3] *Mirek A., Magiera W.*: Zagrożenie sejsmiczne w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów" SA, Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie — Miesięcznik Wyższego Urzędu Górniczego, Katowice, 2001

[4] *Jończyk M.W., Organiściak B.*: Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów" SA, materiały na Warsztaty Górnicze z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie", Sesja okolicznościowa Problemy zagrożeń naturalnych w górnictwie węgla brunatnego, Bełchatów, 2004

[5] *Kasprzyk A., Krawczyk M.*: Stan bezpieczeństwa w górnictwie odkrywkowym ze szczególnym uwzględnieniem kopalń węgla brunatnego, materiały na VIII Warsztaty górnicze — Zagrożenia Naturalne w Górnictwie, Bełchatów, 2004

[6] *Jończyk M.W., Organiściak B.*: Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego na przykładzie KWB „Bełchatów" SA — wybrane zagadnienia, materiały na IV Międzynarodowy Kongres Górnictwo Węgla Brunatnego, Bełchatów, 2005

[7] *Krawczyk M.*: Zagrożenia osuwiskowe w górnictwie odkrywkowym, Miesięcznik Wyższego Urzędu Górniczego, Katowice, 2006