

Wojciech MAGIERA, Adam MIREK

Wyższy Urząd Górniczy, Katowice

Charakterystyka zagrożenia sejsmicznego i tąpnięciami w górnictwie polskim w roku 2000

Streszczenie

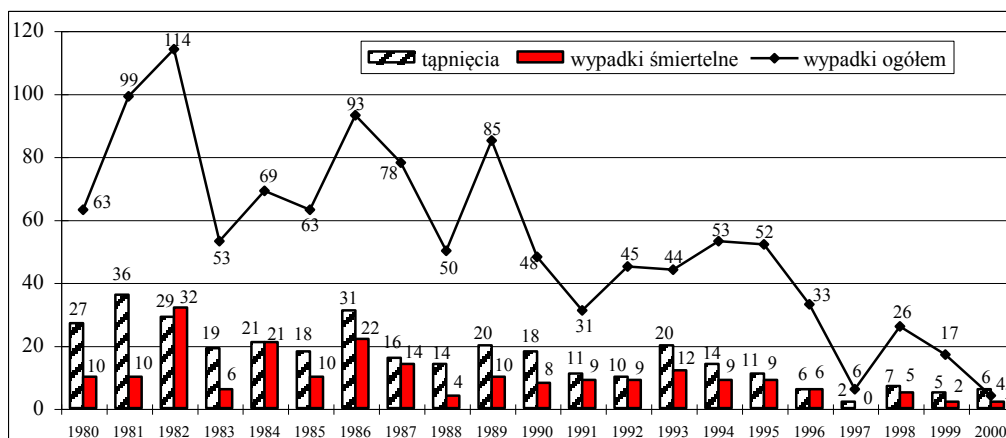
Przedstawiono ocenę stanu zagrożenia sejsmicznego i tąpnięciami w górnictwie polskim w 2000 r. Omówiono metody wykorzystane do oceny stanu zagrożenia tąpnięciami oraz środki profilaktyki tąpniowej stosowane w kopalniach. Wskazano na wnioski jakie wynikają z analizy stanu zagrożenia.

1. Wstęp

Rok 2000 był kolejnym, w którym zagrożenie tąpnięciami – związane ściśle z sejsmicznym – w dalszym ciągu pozostawało najtrudniejszym do prognozowania i zwalczania spośród innych, występujących w kopalniach głębinowych, zagrożeń naturalnych. W dalszym też ciągu zagrożenie to, występujące w 30 spośród 42 prowadzących wydobycie kopalń węgla kamiennego oraz we wszystkich trzech kopalniach rud miedzi, nadal utrzymywało się na wysokim poziomie. Ponadto, w KWB „Bełchatów” – największej polskiej kopalni odkrywkowej – występowało zagrożenie sejsmiczne w postaci silnych wstrząsów generowanych eksploatacją w odsłanianych strefach uskokowych w wyrobisku odkrywki. Opinię powyższą potwierdzają zaistniałe w roku 2000 tąpnięcia, w szczególności dwa zdarzenia: z dnia 16.09.2000r. w O/ZG „Polkowice - Sieroszowice” w Kaźmierzowie – jeden wypadek śmiertelny – oraz z dnia 11.04.2000r. w O/ZG „Lubin” – jeden wypadek śmiertelny i 2 lekkie. Rozmiar zagrożenia tąpnięciami w polskim górnictwie podziemnym na przestrzeni ostatnich lat zobrazować można zestawieniem ilości zaistniałych tąpnięć i wypadków nimi spowodowanych. Wielkości te za okres lat 1980-2000 przedstawiono na rysunku 1.1.

2. Zagrożenie tąpnięciami w kopalniach węgla kamiennego

W minionym roku nie zmieniła się zasadniczo „geografia” występowania zagrożenia tąpnięciami. Z różnym nasileniem, w dalszym ciągu występuje ono w całym praktycznie Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Najbardziej zagrożone rejony to: południowe skrzydło siodła głównego (część kopalń Rudzkiej Spółki Węglowej i Katowickiego Holdingu Węglowego) oraz niecka bytomska (kopalnie Bytomskiej Spółki Węglowej). Jedno z tąpnięć, jakie miało miejsce w należącej do Rybnickiej Spółki Węglowej kopalni „Anna” w Pszowie, potwierdziło realne zagrożenie tąpnięciami występujące także w kopalniach należących do Rybnickiej i Jastrzębskiej Spółek Węglowych położonych w rejonie niecki jejkowickiej i nasunięcia michałkowickiego.



Rys. 1.1 Tąpnięcia i spowodowane nimi wypadki w polskim górnictwie podziemnym w latach 1980-2000

Fig. 1.1 Rock bursts and accidents in Polish underground mining in 1980 - 2000

W pozostałych częściach GZW zagrożenie tąpnięciami utrzymuje się na niższym poziomie. Dotyczy to głównie kopalń zlokalizowanych na północnym skłonie siodła głównego oraz położonej w niecce kazimierzowskiej – kopalni „Kazimierz-Juliusz” w Sosnowcu. W południowej części GZW zagrożonymi tąpnięciami są kopalnie Nadwiślańskiej Spółki Węglowej zlokalizowane w niecce ziemowickiej. W rejonach tych znacznie większym problemem jest zagrożenie sejsmiczne dla powierzchni niż zagrożenie tąpnięciami dla wyrobisk dołowych. W roku 2000, spośród 42 czynnych kopalń węgla kamiennego – 30 (71%), prowadziło wydobywanie z pokładów zagrożonych tąpnięciami. Kopalnie te, w roku 2000, z pokładów zagrożonych tąpnięciami wydobyły około 37,2mln ton węgla, czyli około 36,3% ogólnego (102,5mln ton) wydobywania. Jednocześnie 16,4 mln ton (około 16% wydobywania ogólnego) to węgiel z pokładów zaliczonych do III – najwyższego stopnia zagrożenia. Widać więc, że w roku 2000 umacniała się tendencja wzrostu udziału wydobywania węgla z pokładów zagrożonych tąpnięciami. Wiązać to można niewątpliwie z lepszą jakością węgla pozyskiwanego z tych pokładów.

W pokładach zagrożonych tąpnięciami, w 2000 roku, drążonych było łącznie 408 wyrobisk chodnikowych, w tym 195 w III stopniu ZT. W pokładach tych eksploatowano 188 ścian (120 zawałowych i 26 podsadzkowych). Wśród wyżej wymienionych ścian – 55 zawałowych i 10 podsadzkowych eksploatowane były w pokładach zaliczonych do III stopnia ZT.

W 2000 roku, przy prowadzeniu robót górniczych, w sejsmologicznej sieci regionalnej GIG zarejestrowano 1088 (czyli o 46 mniej niż w roku poprzednim) wstrząsów sejsmicznych, których energie były równe lub większe niż 1×10^5 J.

Zestawienie tąpnięć i spowodowanych nimi wypadków na tle wydobywania węgla kamiennego oraz liczby wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w kopalniach węgla kamiennego w ostatnich latach obrazuje tabela 2.1 oraz rysunki 2.1 i 2.2.

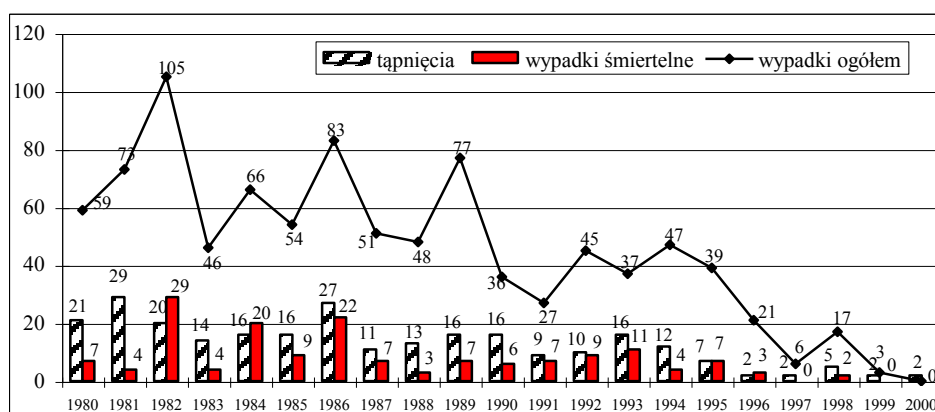
Tabela 2.1

Zestawienie wydobywania, wstrząsów wysokoenergetycznych, tąpnięć i wypadków w kopalniach węgla kamiennego

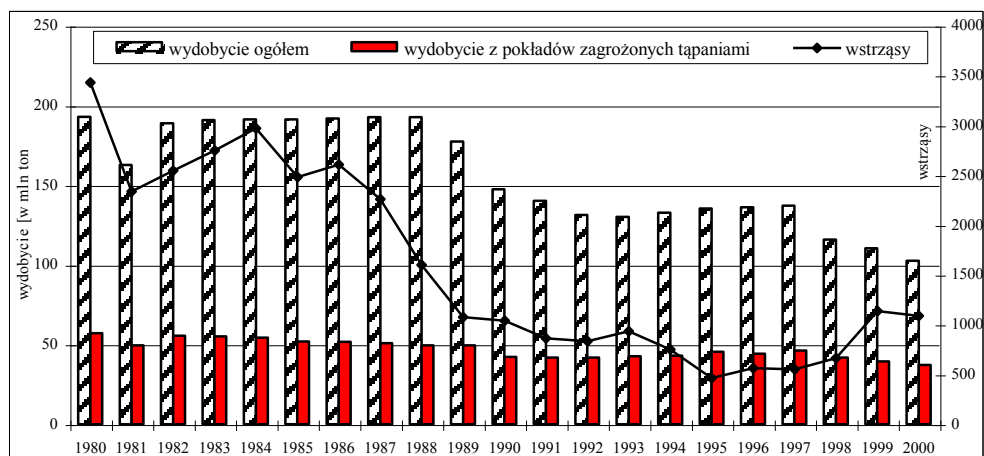
Table 2.1

Comparison of output, high energy tremors, rock bursts, and accidents in hard coal mines

Rok	Wydobycie [w mln ton]	Wydobycie z pokładów zagrożonych tąpnięciami		Liczba wstrząsów wysokoenergetycznych [wg. GIG]	Liczba tąpnięć	Wypadki wskutek tąpnięć	
		[w mln ton]	%			śmiertelne	ogółem
1980	192,8	57,1	29,6	3432	21	7	59
1981	162,7	49,4	30,3	2336	29	4	73
1982	188,9	55,5	29,4	2545	20	29	105
1983	190,5	55,2	28,9	2749	14	4	46
1984	191,0	54,3	28,3	2970	16	20	66
1985	191,1	51,9	27,1	2480	16	9	54
1986	191,3	51,6	27,0	2606	27	22	83
1987	192,7	50,9	26,4	2260	11	7	51
1988	192,7	49,5	25,7	1599	13	3	48
1989	177,7	49,5	27,9	1076	16	7	77
1990	147,4	42,2	28,6	1038	16	6	36
1991	140,1	41,9	29,9	863	9	7	27
1992	131,3	41,8	31,8	833	10	9	45
1993	130,2	42,6	32,7	932	16	11	37
1994	132,7	43,0	32,4	750	12	4	47
1995	135,3	45,4	33,6	465	7	7	39
1996	136,2	44,2	32,5	564	2	3	21
1997	137,1	46,2	37,7	547	2	-	6
1998	115,9	41,9	36,2	663	5	2	17
1999	110,4	39,4	35,7	1135	2	-	3
2000	102,5	37,2	36,3	1088	2	-	-



Rys. 2.1 Tąpnięcia i wypadki nimi spowodowane w kopalniach węgla kamiennego w latach 1980-2000
Fig. 2.1 Rock bursts and accidents in hard coal mining in 1980 - 2000



Rys. 2.2 Wstrząsy wysokoenergetyczne na tle wydobywania (w tym wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami) w kopalniach węgla kamiennego

Fig. 2.2 Correlation of high energy tremors and output (including rock bursts dangered coal seams) in hard coal mines

Przedstawione wyżej zestawienia pokazują, że pomimo istotnego zmniejszania się w górnictwie węglowym, w perspektywie lat 1980-2000, liczby wstrząsów wysokoenergetycznych, w ostatnich dwóch latach ich liczba ponownie wzrasta, co można wiązać z tendencjami wzrostu wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami i jego udziału (do około 36-37%) w ogólnym wydobywaniu węgla, które z kolei, w omawianym okresie uległo znaczącemu obniżeniu – do 102,5mln ton w roku 2000. Liczba tąpnięć w kopalniach węgla kamiennego spadła wyraźnie po 1986r. i wahała się w tym okresie w granicach 2-16 zdarzeń rocznie. Lata 1980-86 charakteryzowały się liczbą takich zdarzeń na poziomie 14-29. Podobna tendencja dotyczy także ilości wypadków śmiertelnych spowodowanych tąpnięciami. Liczba ich zmalała z 4-29 w latach 1980-86 do 0-11 po roku 1986. Godnym podkreślenia jest fakt, że w latach 1999 i 2000 tąpnięcia w kopalniach węgla kamiennego nie były powodem wypadków śmiertelnych. Jednocześnie rok 2000 był pierwszym w historii polskiego górnictwa węglowego, w którym zaistniały tąpnięcia (dwa) nie spowodowały żadnego wypadku.

Wyniki powyższej analizy, a w szczególności fakt wystąpienia dwóch tąpnięć, świadczą o realnie występującym w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego zagrożeniu tąpnięciami przy niewielkim wzroście (w ostatnich dwóch latach) aktywności sejsmicznej.

Zaistniały w roku 2000 w kopalniach węgla kamiennego tąpnięcia miały miejsce: w kopalni „Anna” – w istniejących, zlokalizowanych w dwóch pokładach i w sąsiedztwie uskoku wyrobisk korytarzowych oraz w kopalni „Katowice-Kleofas” – w wyrobisku korytarzowym w związku z eksploatacją ściany zawałowej. Pierwsze z tych tąpnięć spowodowało uszkodzenie obu wyrobisk na łącznej długości około 100m. Drugie – było powodem wypiętrzenia spągu na długości około 20m. Od roku 1997 w kopalniach węgla kamiennego nie miały miejsca tąpnięcia o charakterze katastrof. Najbardziej w roku 2000 zagrożone w tych kopalniach rejony to charakteryzujące się skomplikowaną sytuacją górnictwo-geologiczną: rejon ścian 201 i 202 w warstwie przystropowej pokładu 510 w KWK „Katowice-Kleofas” oraz partie pokładów 629/2₃ i 630/2₃ położone w sąsiedztwie uskoku Rydułtowskiego I w kopalni „Anna” – po 1 tąpnięciu.

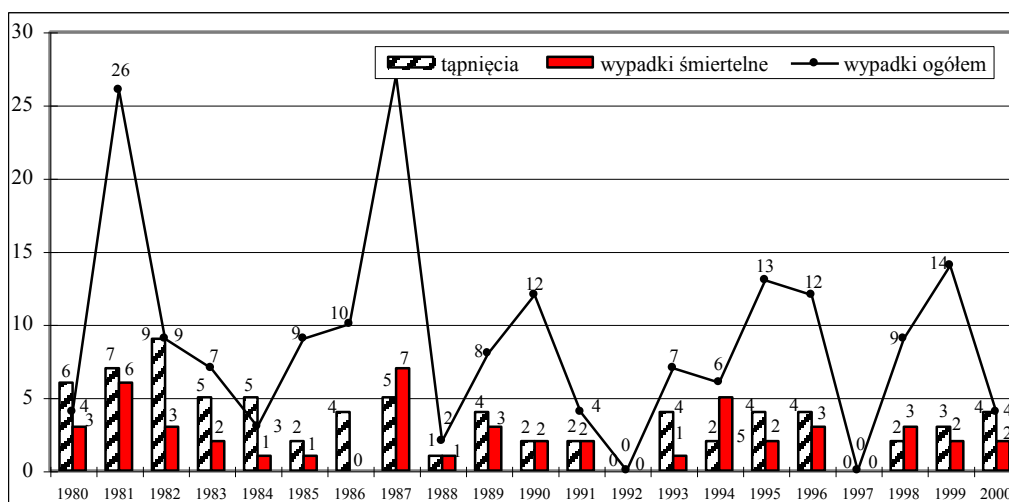
Analiza zdarzeń zaistniałych w latach 1980-2000 wskazuje na utrzymujący się w dalszym ciągu stan wysokiego, potencjalnego zagrożenia tapaniami w niektórych rejonach GZW. W ostatnich latach z największym zagrożeniem spotykamy się w kopalniach Rudzkiej i Rybnickiej Spółki Węglowej oraz Katowickiego Holdingu Węglowego. Głównymi przyczynami zagrożenia występującego w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowym są między innymi:

- wzrastająca głębokość prowadzonej eksploatacji – dochodząca już do 1100-1200m,
- eksploatacja resztkowych partii pokładów węgla, m.in. z filarów ochronnych szybów, głównych wyrobisk transportowych itp.,
- nierównomierne zaawansowanie robót eksploatacyjnych w sąsiadujących ze sobą partiach złoża danej kopalni oraz w partiach przygranicznych sąsiednich kopalń,
- pogarszające się warunki naprężeniowe wybierania pokładów węgla wskutek postępującego rozwoju eksploatacji,
- utrudnione stosowanie adekwatnych do zagrożenia, aktywnych metod zwalczania zagrożenia tapaniami w związku z koniecznością ochrony obiektów powierzchniowych.

3. Stan zagrożenia tapaniami w kopalniach rud miedzi

Zagrożenie tapaniami – oprócz bardzo często współwystępującego z nim zagrożenia zawalowego – jest w kopalniach rud miedzi zagrożeniem dominującym i zależnym głównie od skłonności eksploatowanego górotworu do generowania wstrząsów sejsmicznych. Tąpięcia zawsze są skutkiem zaistniałych wstrząsów, a stan zagrożenia tapaniami w danym rejonie jest ściśle powiązany z występującym w tym rejonie zagrożeniem sejsmicznym.

Przedstawione poniżej zestawienia (tabela 3.1 oraz rysunki 3.1 i 3.2) obrazują stan zagrożenia tapaniami w kopalniach rud miedzi na przestrzeni lat 1980-2000.



Rys. 3.1 Tąpięcia i wypadki nimi spowodowane w kopalniach rud miedzi w latach 1980-2000

Fig. 3.1 Rock bursts and accidents in copper ore mines in 1980 – 2000

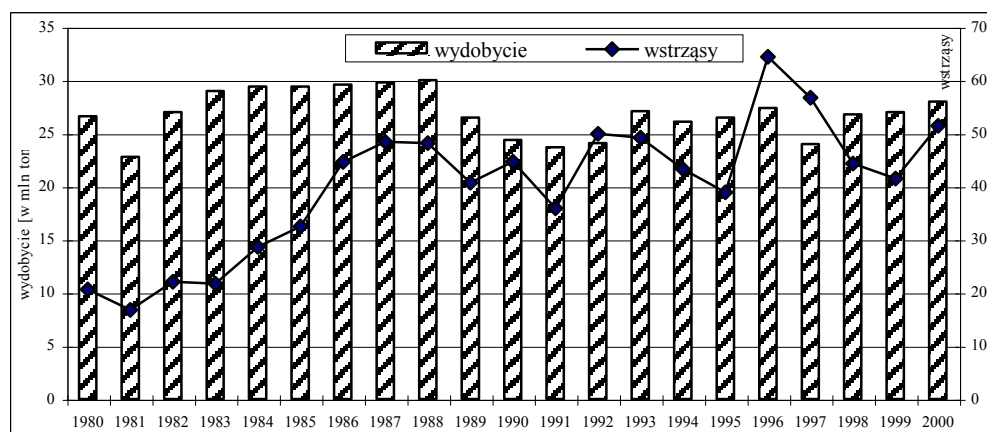
Tabela 3.1

Zestawienie wydobycia, wstrząsów wysokoenergetycznych, tąpnięć i wypadków w kopalniach rud miedzi

Table 3.1

Comparison of output, high energy tremors, rock bursts, and accidents in copper ore mines

Rok	Wydobycie [w mln ton]	Wydobycie ze złóż zagrożonych tapaniami		Liczba wstrząsów wysokoenergetycznych	Liczba tąpnięć	Wypadki wskutek tąpnięć	
		[w mln ton]	%			śmiertelne	ogółem
1980	26,6	26,6	100	206	6	3	4
1981	22,8	22,8	100	168	7	6	26
1982	27,0	27,0	100	221	9	3	9
1983	29,0	29,0	100	217	5	2	7
1984	29,4	29,4	100	286	5	1	3
1985	29,4	29,4	100	325	2	1	9
1986	29,6	29,6	100	446	4	-	10
1987	29,8	29,8	100	484	5	7	27
1988	30,0	30,0	100	482	1	1	2
1989	26,5	26,5	100	407	4	3	8
1990	24,4	24,4	100	447	2	2	12
1991	23,7	23,7	100	359	2	2	4
1992	24,1	24,1	100	499	-	-	-
1993	27,1	27,1	100	492	4	1	7
1994	26,1	26,1	100	433	2	5	6
1995	26,5	26,5	100	389	4	2	13
1996	27,4	27,4	100	644	4	3	12
1997	24,0	24,0	100	567	-	-	-
1998	26,8	26,8	100	443	2	3	9
1999	27,0	27,0	100	414	3	2	14
2000	28,0	28,0	100	514	4	2	4



Rys. 3.2 Wstrząsy wysokoenergetyczne na tle wydobycia rud miedzi w latach 1980-2000
 Fig. 3.2 Correlation of high energy tremors and output of copper ore in 1980 – 2000

Wydobycie rudy miedzi w roku 2000 w całości pochodziło ze złóż zagrożonych tąpnięciami. W tym czasie zarejestrowano łącznie 514 wstrząsów o energiach równych lub większych niż 1×10^5 J, w tym 10 zjawisk – to wstrząsy o energiach równych lub większych niż 1×10^8 J.

W kopalniach rud miedzi ilość rejestrowanych w latach 1980-2000 wysokoenergetycznych wstrząsów sejsmicznych kształtowała się na poziomie do ponad 600 zjawisk rocznie przy wydobywaniu rudy miedzi wahającym się w granicach około 23-30mln ton. Liczba tąpnięć w tym czasie dochodziła do kilku zdarzeń rocznie. Ponad 30% rejestrowanych wstrząsów stanowiły jednak zjawiska, które wystąpiły w czasie wyczekiwania po robotach strzałowych (tzw. grupowych strzelaniach przodków) i w związku z powyższym zostały zinterpretowane jako spowodowane tymi robotami – najważniejszym spośród stosowanych tam aktywnych sposobów zwalczania zagrożenia tąpnięciami.

W roku 2000 w kopalniach rud miedzi miały miejsce cztery tąpnięcia: dwa w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” – w których śmierć poniosła 1 osoba oraz po jednym w O/ZG „Lubin” – jeden wypadek śmiertelny i 2 lekkie i w O/ZG „Rudna” – bez wypadków. Poza tąpnięciami w kopalniach tych zaistniało także 9 (w tym 4 samoistne) odprężeń – spowodowanych, podobnie jak tąpnięcia, wstrząsami górotworu, o mniejszej jednak skali, nie naruszających istotnie funkcjonalności wyrobisk górniczych. Skutkiem tych odprężeń było 6 wypadków lekkim. W poprzednich latach ilość odprężeń wynosiła: w roku 1996 – 10 (w tym 3 samoistne), które spowodowały łącznie 1 wypadek lekki, w roku 1997 – 21 (w tym 3 samoistne), w czasie, których 5 pracowników uległo wypadkom lekkim, roku 1998 – 11 (w tym 2 samoistne), których skutkiem było 5 wypadków lekkich oraz w roku 1999 – 6 (wszystkie samoistne) – bez wypadków.

Z analizy powyższych tąpnięć i odprężeń wynika, że stan zagrożenia tąpnięciami w kopalniach rud miedzi w dalszym ciągu utrzymuje się na wysokim poziomie.

Najbardziej zagrożoną w ostatnich latach kopalnią jest O/ZG „Rudna”. Eksploatacja w obszarze górniczym tej kopalni generuje także największą sumaryczną energię sejsmiczną. Wiąże się to głównie z wielkością wydobywania, dużym przestrzennym zaangażowaniem robót, głębokością zalegania oraz budową geologiczną złoża. Do oddziałów wydobywczych, w których, w ciągu ostatnich pięciu lat, najczęściej występowały tąpnięcia i odprężenia należą:

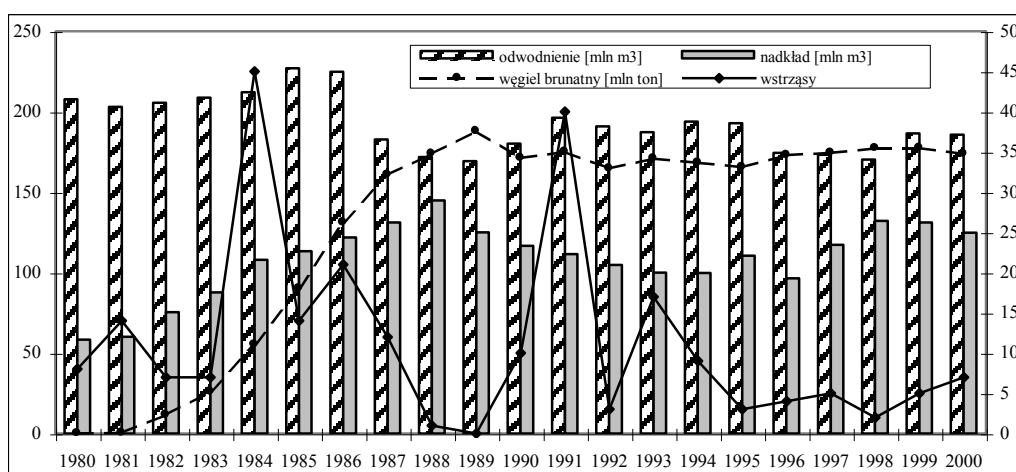
- w O/ZG „Rudna” – oddział G-23 – 9 zdarzeń (w tym 4 samoistne),
- w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” – oddział G-23 – 10 zdarzeń (w tym 4 samoistne),
- w O/ZG „Lubin” – oddział G-6 – gdzie zaistniało 13 tego typu zdarzeń (w tym 2 samoistne).

Do najważniejszych przyczyn takiego stanu zagrożenia w kopalniach LGOM należą m.in.:

- duży stopień zaawansowania eksploatacji złóż rud miedzi,
- znaczna głębokość tej eksploatacji – dochodząca do około 600-1100m,
- prowadzenie eksploatacji zamykającej duże obszary zrobów oraz w rejonach dyslokacji tektonicznych o znacznych zrzutach,
- prowadzenie robót upodatniających złoża w kierunku na zroby,
- występowanie w stropie złoża sztywnych i mocnych ($R_c > 100$ MPa) warstw dolomityczno-anhydritowych o grubościach od kilkudziesięciu do 250m,
- występowanie w spągu złoża obszarów piaskowca o dużej wytrzymałości.

4. Zagrożenie sejsmiczne w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”

Jedyną w Polsce kopalnią odkrywkową, w której występuje zagrożenie sejsmiczne jest Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów” SA – największa w kraju kopalnia odkrywkowa. Sejsmiczność w rejonie tej odkrywki wiązana jest 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 określone. 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 $1 \times 10^5 \text{J}$. O związku tej – indukowanej eksploatacją – sejsmiczności z występującymi tu uskokami świadczą wstrząsy, które wystąpiły w rejonie Bełchatowa w latach, kiedy nie prowadzono tu jeszcze wydobywania węgla. Największe z nich miały miejsce w dniach 3.12.1786r. i 20.11.1926r. 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 rejon złoża położone w sąsiedztwie występujących uskoków. Zestawienie sejsmiczności rejonu odkrywki „Bełchatów” na tle wydobywania mas skalnych i węgla brunatnego oraz odpompowanej wody w latach 1980-2000 przedstawiają tabela 4.1 oraz rysunek 4.1.



Rys. 4.1 Wstrząsy wysokoenergetyczne na tle wydobywania węgla brunatnego, wielkości zdejmowanego nadkładu oraz odwodnienia wyrobiska w KWB „Bełchatów”

Fig. 4.1 Correlation of high energy tremors and output of brown coal, overburden quantity and excavation drainage in KWB „Bełchatów”

Podkreślić należy, że nawet największe z zarejestrowanych dotychczas wstrząsów nie stwarzały nigdy zagrożenia dla ruchu zakładu górniczego. Wynika to wprost ze stosowanego tu – odkrywkowego – sposobu eksploatacji. Wstrząsy związane pośrednio z prowadzonymi robo-

tami górniczymi, a głównie, jak już wcześniej stwierdzono, z procesami neotektonicznymi charakteryzującą 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.

Tabela 4.1
Wstrząsy wysokoenergetyczne, wielkość zdejmowanego nadkładu, wydobycie węgla brunatnego oraz odwodnienie wyrobiska w KWB „Bełchatów”

Table 4.1
Correlation of high energy tremors and output of brown coal, overburden quantity and excavation drainage in KWB „Bełchatów”

Rok	Węgiel brunatny [w mln ton]	Nadkład [w mln m ³]	Odwodnienie wyrobiska [w mln m ³]	Wstrząsy wysokoenergetyczne	Energia sumaryczna [x10 ⁸ J]
1980	0,004	58,244	207,7	8	460,000
1981	0,078	60,192	202,9	14	3,800
1982	2,307	75,386	205,5	7	7,100
1983	5,207	87,713	208,7	7	0,210
1984	11,020	108,012	212,1	45	1,500
1985	18,025	113,324	226,9	14	360,000
1986	26,224	121,850	224,9	21	1,200
1987	32,124	131,056	182,7	12	0,980
1988	34,756	144,745	171,8	1	0,002
1989	37,581	125,035	169,2	0	0,000
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
1999	35,496	131,144	186,6	5	0,620
2000	34,764	124,815	185,8	7	1,000

5. Stosowane w górnictwie geofizyczne metody oceny zagrożenia sejsmicznego i tąpniętami

Zagrożenie sejsmiczne i tąpniętami w górnictwie odkrywkowym i podziemnym monitorowane jest przy zastosowaniu metod geofizycznych badania stanu górotworu. W roku 2000 stacje geofizyki górniczej działały we wszystkich (30 kopalń węgla kamiennego, trzy – rud miedzi i jedna – KWB „Bełchatów”) kopalniach prowadzących eksploatację złoża w warunkach zagrożenia sejsmicznego i tąpniętami.

5.1 Metoda sejsmologii górniczej

Najszerzej stosowaną metodą geofizyczną dla oceny stanu zagrożenia tąpniętami jest metoda sejsmologiczna używana we wszystkich kopalniach zagrożonych tąpniętami. W roku 2000

w kopalniach węgla kamiennego zarejestrowano łącznie (według danych z kopalń) 69506 wstrząsów sejsmicznych. Wśród tej liczby zjawisk – 1088 (według prowadzonej przez GIG Górnośląskiej Sejsmicznej Sieci Regionalnej) to zjawiska o energiach równych lub większych niż 1×10^5 J. W kopalniach tych, w roku 2000, podobnie jak w roku poprzednim działało 48 następujących systemów sejsmologicznych: ARAMIS/SYŁOK - 22 komplety i AS/LKZ – 17 kompletów, a także 9 kompletów aparatury PCMG-3 współpracujących z powyższymi systemami. Systemy te posiadały łącznie 530 kanałów pomiarowych, z czego, według stanu na dzień 31.12.2000r., wykorzystywano 411 – czyli około 77,5%. Liczba czynnych kanałów sejsmologicznych zmalała w porównaniu z rokiem poprzednim (w 1999r. – 85,7%). Zjawisko to może być spowodowane zmniejszeniem się liczby rejonów eksploatacyjnych. Dla poprawy jednak efektywności metody sejsmologicznej należałoby stanowiska z rejonów likwidowanych przebudowywać do jeszcze czynnych w celu zagęszczenia sieci pomiarowych i uzyskania możliwości rejestracji zjawisk o coraz mniejszych energiach.

5.2 Metoda sejsmoakustyczna

Najczęściej po sejsmologii w kopalniach węgla kamiennego stosowaną do oceny stanu zagrożenia tąpniętami jest metoda sejsmoakustyczna. Używane w niej systemy to: SAK – 16 kompletów i ARES – 38 kompletów o łącznej pojemności 768 kanałów pomiarowych, z czego aparatury ARES miały pojemność 304 kanałów. Według stanu na dzień 31.12.2000r. kopalnie wykorzystywały łącznie 399 kanałów pomiarowych, tj. nieco więcej niż połowę ogólnej ich liczby w tym 171 (22,3%) to kanały pracujące w systemach ARES. W dalszym ciągu notuje się tendencję spadkową ilości stosowanych czujników sejsmoakustycznych. Można to wiązać z większą koncentracją wydobywania – mniej czynnych wyrobisk ścianowych, dłuższe ich fronty, mniejsza ilość wyrobisk przygotowawczych. Tendencja ta utrzymuje się od kilku już lat.

Tabela 5.1
Wyposażenie stacji geofizycznych kopalń węgla kamiennego w podstawowe aparatury pomiarowe w latach 1997-2000.

Table 5.1

Geophysical equipment of hard coal mines in 1997 – 2000

Rok	SEISMOLOGIA			SEISMOAKUSTYKA		
	Ilość aparatów	Pojemność	Kanały wykorzystywane	Ilość aparatów	Pojemność	Kanały wykorzystywane
1997	53	650	536	60	1048	590
1998	51	568	468	68	1056	528
1999	48	530	454	63	960	455
2000	48	530	411	54	768	399

Z uwagi na specyfikę ruchu zakładów, w kopalniach rud miedzi metoda sejsmoakustyczna była w dalszym ciągu stosowana eksperymentalnie – jako metoda pomocnicza. Dalej prowadzone są badania mające określić ewentualne zależności uzyskiwanych wyników od faktycznego stanu zagrożenia tąpniętami. Badania takie związane są z określaniem tzw. funkcji ryzyka zaistnienia wstrząsów w oparciu o dane sejsmoakustyczne.

5.3 Metoda wzbudzonej aktywności sejsmoakustycznej

Jako metodę zastępczą lub dodatkową w kopalniach węgla kamiennego szeroko stosowano tzw. metodę wzbudzonej aktywności sejsmoakustycznej (WAS). Badania takie prowadzono w 15 kopalniach, które miały do dyspozycji 20 przenośnych aparatów pomiarowych typu WLIS. Metodę powyższą stosowano z reguły w razie konieczności zapewnienia obserwacji sejsmoakustycznych w rejonach, gdzie trudno jest stosować sejsmoakustykę stacjonarną oraz doraźnie – dla kontroli skuteczności zabiegów profilaktycznych.

W kopalniach rud miedzi odpowiednikiem (w pewnym sensie) metody WAS jest, powszechnie tam stosowana, metoda oceny stanu zagrożenia łąpaniami na podstawie aktywności sejsmoakustycznej wzbudzonej strzelaniami technologicznymi w przodkach. Kopalnie te wyposażone są w stosowną do tego celu aparaturę – liczniki trzasków MLT-3.

5.4 Metody sejsmiczne

Rok 2000 był kolejnym, w którym w kopalniach podziemnych coraz szerzej do oceny stanu zagrożenia łąpaniami oraz skuteczności stosowanej profilaktyki, wykorzystywano metody sejsmiczne (profilowania lub geotomografię). W kopalniach węgla kamiennego są to od wielu już lat badania rutynowe, zazwyczaj (szczególnie profilowania) wykonywane samodzielnie przez pracowników tych kopalń przy użyciu, będącej na ich wyposażeniu, przenośnych aparatów sejsmicznych: PASAT-12i – 10 kompletów, TERRA-LOC – 1 komplet oraz 4 aparaty CS-4M. Podkreślić należy zwiększanie się zainteresowania kopalń rud miedzi badaniami sejsmicznymi – głównie geotomografią pasywną – która w warunkach tych kopalń dostarcza coraz większej ilości informacji o zagrożeniu łąpaniami w rejonach oddziałów eksploatacyjnych. W dalszym ciągu są to jednak badania zamawiane przez te kopalnie i wykonywane przez różne jednostki naukowo-badawcze.

5.5 Inne metody geofizyczne

W roku 2000, podobnie jak w roku poprzednim jedynie w KWK „Mysłowice” dla oceny zagrożenia łąpaniami kontynuowane były badania grawimetryczne.

W kopalniach LGOM oraz w niektórych kopalniach węgla kamiennego prowadzono – w dalszym ciągu eksperymentalnie – pomiary deformacji otworów wiertniczych celem uchwycenia ewentualnych zależności tych deformacji od stanu zagrożenia łąpaniami. Wyniki tego typu badań publikowano w literaturze fachowej.

5.6 Kierunki rozwoju

Podobnie jak rok 1999, również rok 2000 nie był przełomowym w zakresie rozwoju metod geofizycznych dla oceny zagrożenia łąpaniami w kopalniach podziemnych. Przedstawiona powyżej charakterystyka stosowania tych metod wskazuje na duże jeszcze możliwości ich rozwoju. Nie udało się w dalszym ciągu pokonać trudności technicznych w celu, wielokrotnie postulowanej, instalacji czujników w pobliżu potencjalnych źródeł rozwoju pęknięć i powstawania wstrząsów, co mogło by zasadniczo poprawić efektywność metody sejsmoakustycznej.

W metodzie sejsmologicznej w kopalniach węgla kamiennego w dalszym ciągu występuje problem rozbieżności pomiędzy wielkościami energii wstrząsów określanymi przez kopalniane stacje geofizyki górniczej a obliczeniami Głównego Instytutu Górnictwa. Niewłaściwa ocena energii wstrząsów, szczególnie wstrząsów silnych – o energiach równych lub większych niż 1×10^5 J może mieć wpływ na poprawność oceny zagrożenia łąpaniami. Przedstawiony powyżej

problem nakazuje zintensyfikowanie wysiłków w celu zobligowania kopalń do okresowego (np. comiesięcznego) przesyłania do Regionalnej Sieci Sejsmologicznej GIG wszystkich zarejestrowanych wstrząsów o energiach, co najmniej $1 \times 10^4 \text{J}$ dla sprawdzenia poprawności obliczeń, co jest zresztą ogólnie przyjętą praktyką przy prowadzeniu badań sejsmologicznych. Wyniki uzyskiwane przez sieci lokalne (w tym przypadku kopalniane) zawsze powinny być weryfikowane przez sieci wyższego rzędu – regionalne.

Problem weryfikacji energii wstrząsów dotyczy także kopalń rud miedzi. W rejonie zagłębia miedziowego, poza oddaloną o około 120 km geofizyczną stacją PAN w Książu, nie funkcjonuje jednak żadna sejsmologiczna sieć regionalna. Nie do końca zastąpić ją może, utworzone w oparciu o aparaturę kopalni „Rudna”, bazowe, trójskładowe stanowisko sejsmologiczne. Niewątpliwie może się ono przyczynić do ujednoczenia wyników obliczeń prowadzonych w kopalniach rud miedzi, lecz z naturalnych przyczyn (nie jest to stanowisko sieci nadrzędnej) nie stanie się ono stanowiskiem, w pełni tego słowa znaczeniu, weryfikującym obliczenia prowadzone w każdej z tych kopalń.

W dalszym ciągu pozostaje zadaniem do rozwiązania niepełna rejestracja wstrząsów o najmniejszych energiach oraz brak lub ich błędna analiza.

6. Środki profilaktyki tąpniowej

W zakresie stosowanych aktywnych metod zwalczania zagrożenia tąpnięciami w roku 2000, w porównaniu do roku poprzedniego, nie odnotowano większych zmian. Podobnie jak w roku poprzednim najczęściej stosowanym zabiegiem były strzelania wstrząsowe w pokładzie. Niektóre z kopalń (szczególnie bytomskie i rudzkie) stosują typu strzelania jako rutynowy zabieg technologiczny. Dość powszechnymi były także strzelania torpedujące w stropie. Kolejnym zabiegiem profilaktycznym było nawadnianie – głównie wysokociśnieniowe oraz (rzadziej) niskociśnieniowe – calizny pokładu. Szeroko stosowano także metody: USS – szczelinowanie stropu techniką strzelniczą oraz UHS – hydroszczelinowanie skał stropowych, które to zabiegi stały się rutynowymi zabiegami profilaktycznymi dla potrzeb zwalczania zagrożenia tąpnięciami.

W kopalniach rud miedzi różnego rodzaju strzelania odprężające w złożu wkomponowane zostały w technologię systemu z ugięciem stropu i są najważniejszym – powszechnie stosowanym – zabiegiem profilaktycznym.

7. Wnioski

Brak opracowanych odpowiednio efektywnych metod oceny stanu zagrożenia tąpnięciami, szczególnie w odniesieniu do wstrząsów, których źródła zlokalizowane są w wysokich warstwach stropowych, powoduje, że zagrożenie to pozostaje w dalszym ciągu jednym z najważniejszych zagrożeń naturalnych.

Ciągle nie rozwiązany problemem jest także zwalczanie współwystępujących zagrożeń np. tąpnięciami, metanowego i pożarami – czyli tzw. zagrożeń skojarzonych – z uwagi na trudności z doбором metod ich oceny i zwalczania. Zabiegi profilaktyczne stosowane do neutralizacji poszczególnych z nich zwykle pozostają we wzajemnej kolizji, a wybór któregoś z tych zabiegów lub ich łączenie często nie daje spodziewanego efektu w postaci ograniczenia skali zagrożeń.

Zaistniałe w roku 2000 tąpnięcia i wypadki z nimi związane ponownie wskazują na ogromną rolę organizacji (głównie ograniczania) przebywania załogi w rejonach szczególnie zagrożonych tąpnięciami. Może to być niezwykle istotnym czynnikiem wpływającym na liczbę wypadków wskutek tąpnięć. Duże znaczenie ma także prawidłowa koordynacja robót w celu

minimalizacji niekorzystnego oddziaływania zlokalizowanych blisko siebie frontów wydobywczych.

Przedstawione wyżej konkluzje upoważniają do stwierdzenia, że ciągle pilnej realizacji wymagają następujące zadania:

1. Pełne wdrożenie wniosków Komisji powołanych przez Prezesa WUG po tąpnięciach i wypadkach zbiorowych w kopalniach „Rudna” (lata 1998 i 1999), „Zabrze-Bielszowice” (1996r.) i „Nowy Wirek” (1995r.), w tym dalej pilnie konieczna weryfikacja metod: sejsmologicznej i sejsmoakustycznej oraz „Zasad i zakresu stosowania kompleksowej metody...”.
2. Opracowanie i wdrożenie metod uzupełniających do metody kompleksowej oceny stanu zagrożenia tąpnięciami, na przykład metody sejsmoakustycznej w skałach otaczających.
3. Zintensyfikowanie działań zmierzających do prawidłowego obliczania energii wstrząsów przez stacje kopalniane poprzez efektywną weryfikację tych obliczeń przez pomiarowe sieci wyższego rzędu – Regionalną Sieć Sejsmologiczną GIG i niezależną sieć w zagłębiu miedziowym – dla uwiarygodnienia obserwacji sejsmologicznych prowadzonych także w aspekcie ochrony powierzchni.
4. Wdrażanie w coraz większym zakresie dodatkowych metod geofizycznych rozpoznawania zagrożenia tąpnięciami, w szczególności metody sejsmoakustycznej z wykorzystaniem tzw. funkcji ryzyka wystąpienia wstrząsów oraz metod sejsmicznych takich jak profilowania czy geotomografia.
5. Kontynuowanie badań nad emisją mikrosejsmiczną w skałach stropowych złóż kopalin, dla poprawy jakości uzyskiwanych danych pomiarowych.
6. Upowszechnienie metody pomiarów deformacji otworów wiertniczych dla potrzeb oceny stanu zagrożenia tąpnięciami.

Literatura

- [1] Kuszneruk J. 2000: Wstrząsy sejsmiczne. Artykuł w publikacji jubileuszowej KWB „Bełchatów” – 25 lat – od przedsiębiorstwa państwowego do spółki akcyjnej. Bełchatów.
- [2] Magiera W., Mirek A. 2000: Zagrożenie tąpnięciami w górnictwie polskim w 1999 roku. Materiały sympozjum „WARSZTATY ‘2000”, Ustroń Śląski.
- [3] Sprawozdanie z prac Komisji powołanej przez Prezesa WUG dla zbadania przyczyn i okoliczności tąpnięcia i wypadku zbiorowego zaistniałego w dniu 11.09.1995 r. w KWK „Nowy Wirek” w Rudzie Śląskiej. (niepublikowane, archiwach WUG).
- [4] Raport roczny (2000), 2001: Biuletyn najsilniejszych wstrząsów górotworu na Górnym Śląsku. Praca zbiorowa pod kierunkiem G. Mutke i K. Stec GIG, Katowice.
- [5] Raport z prac Komisji powołanej przez Prezesa WUG dla zbadania przyczyn i okoliczności tąpnięcia i wypadku zbiorowego zaistniałego w dniu 12.12.1996 r. w KWK „Zabrze-Bielszowice” w Rudzie Śląskiej. (niepublikowane, w archiwach WUG).
- [6] Raport z prac Komisji powołanej przez Prezesa WUG dla zbadania przyczyn i okoliczności tąpnięcia i wypadku zbiorowego zaistniałego w dniu 21.08.1998 r. w O/ZG „Rudna” w Polkowicach. (niepublikowane, w archiwach WUG).
- [7] Raport z prac Komisji powołanej przez Prezesa WUG dla zbadania przyczyn i okoliczności tąpnięcia i wypadku zbiorowego zaistniałego w dniu 29.01.1999 r. w O/ZG „Rudna” w Polkowicach. (niepublikowane, w archiwach WUG).

Characteristics of seismic and rock burst hazard in Polish mining in 2000

The paper presents the estimation of rock bursts hazard and seismic hazard in Polish mining in 2000. The methods of rock bursts hazard estimation and prophylactic means used in mines have been described. Some conclusions resulted from rock burst hazard estimation have been presented.

Przekazano: 27 marca 2001 r.