

Zdzisław KŁECZEK

Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Kraków

Zagrożenie tąpnięciami w polskich kopalniach węgla kamiennego i rud miedzi

Streszczenie

Dane ilustrujące aktywność sejsmiczną górotworu towarzyszącą podziemnej eksploatacji złóż dowodzą, że prawie 40% wydobycia węgla kamiennego (GZW) i 100% wydobycia rud miedzi (LGOM) pochodzi z rejonów zagrożonych wstrząsami górotworu i tąpnięciami.

Bezpośrednim skutkiem wstrząsu górotworu jest nagła i gwałtowna emisja energii kinetycznej, uprzednio zakumulowanej w określonym jego obszarze. Energia ta z chwilą tąpnięcia zamienia się w energię skutków, wywołując nagłą utratę stateczności wyrobiska. Dodatkowym efektem wywołanym wstrząsem górotworu jest dająca się pomierzyć energia sejsmiczna, powodująca drgania otaczającego górotworu. Utrata stateczności wyrobiska podziemnego, drgania otaczającego wyrobisko masywu górotworu i dynamiczny podmuch powietrza stanowią olbrzymie zagrożenie dla zdrowia i życia górników oraz są przyczyną znacznych strat materialnych. Stąd też coraz większego znaczenia nabierają wszelkie działania profilaktyczne, zmierzające głównie do prognozowania wstrząsów górotworu i aktywnego zwalczania ich skutków.

Dokonując geomechanicznej analizy przemian energetycznych towarzyszących podziemnej eksploatacji złóż można wykazać, że pośrednią metodą predykcji wstrząsów górotworu i ograniczenia ich skutków jest prowokowanie górotworu robotami strzałowymi. W referacie przedstawiono dotychczasowe wyniki doświadczeń autora, zmierzające do opanowania tego największego zagrożenia litosferycznego w polskim górnictwie.

1. Aktywność sejsmiczna górotworu towarzysząca podziemnej eksploatacji złóż w Polsce

Podziemnej eksploatacji węgla kamiennego i rud miedzi w Polsce od lat towarzyszą wstrząsy górotworu, zaliczane do największych zagrożeń litosferycznych. Skutkiem bowiem wstrząsów górotworu mogą być tąpnięcia lub odprężenia, które w następstwie, prowadząc do gwałtownej utraty stateczności wyrobisk, mogą być przyczyną utraty zdrowia lub życia pracującej pod ziemią załogi. W 2005 roku, przy wydobyciu 100 milionów Mg węgla kamiennego prawie 40% pochodziło z pokładów zagrożonych tąpnięciami, zaś 100% wydobytych rud miedzi (32 milionów Mg) wyeksploatowano w warunkach wysokiego zagrożenia sejsmicznego. Aktywność sejsmiczną górotworu w analizowanych obszarach górniczych w latach 1985–2005 przedstawiają prezentowane w tabelach 1.1 i 1.2 dane, których ilustrację graficzną stanowią wykresy pokazane na rys. 1.1 i 1.2.

Tabela 1.1.
Zestawienie wydobycia, wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu ($\geq 10^5$ J), tąpnięć i wypadków w kopalniach węgla kamiennego w Polsce w latach 1985–2005

Table 1.1.
Statement of production rates, rockbursts of high energy ($\geq 10^5$ J), bumps and accidents in the hard coal mines in Poland over the years 1985–2005

Rok	Wydobycie [10^6 Mg]	Ilość wstrząsów górotworu	Wydatek energetyczny [GJ]	Liczba tąpnięć	Wypadki wskutek tąpnięć	
					Ogółem	Śmiertelne
1985	191,1	2480	11,78	16	54	9
1986	191,3	2606	2,48	27	83	22
1987	192,7	2260	3,95	11	51	7
1988	192,7	1599	1,10	13	48	3
1989	177,7	1076	2,58	16	77	7
1990	147,4	1038	1,32	16	36	6
1991	140,1	863	0,51	9	27	7
1992	131,3	833	4,88	10	45	9
1993	130,2	932	3,94	16	37	11
1994	132,7	750	0,73	12	47	4
1995	135,3	465	1,04	7	39	7
1996	136,2	564	0,67	2	21	3
1997	137,1	547	0,62	2	6	0
1998	115,9	663	0,68	5	17	2
1999	110,4	1135	1,59	2	3	0
2000	102,5	1088	2,12	2	0	0
2001	102,6	1137	1,86	4	21	2
2002	102,1	1324	1,96	4	20	3
2003	102,6	1524	2,82	4	18	2
2004	99,5	974	1,30	3	11	0
2005	100,0	1451	1,78	3	13	1

Z przedstawionych danych wynika, że w analizowanym okresie minionych 21 lat wystąpiło:

- 25309 wysokoenergetycznych ($\geq 10^5$ J) wstrząsów górotworu w kopalniach węgla kamiennego,
- 10745 wysokoenergetycznych ($\geq 10^5$ J) wstrząsów górotworu w kopalniach rud miedzi.

Łączna wartość pomierzonego wydatku energetycznego (energii sejsmicznej) tych wstrząsów wyniosła:

- 49,61 GJ w kopalniach węgla kamiennego
- 66,46 GJ w kopalniach rud miedzi.

Tabela 1.2.

Zestawienie wydobycia, wysokoenergetycznych ($\geq 10^5$ J) wstrząsów górotworu, tąpnięć i wypadków w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w latach 1985–2005

Table 1.2.

Statement of production rates, rockbursts of high energy ($\geq 10^5$ J), bumps and accidents in the KGHM Polska Miedź (Polish Copper), Joint Stock Company over the years 1985–2004

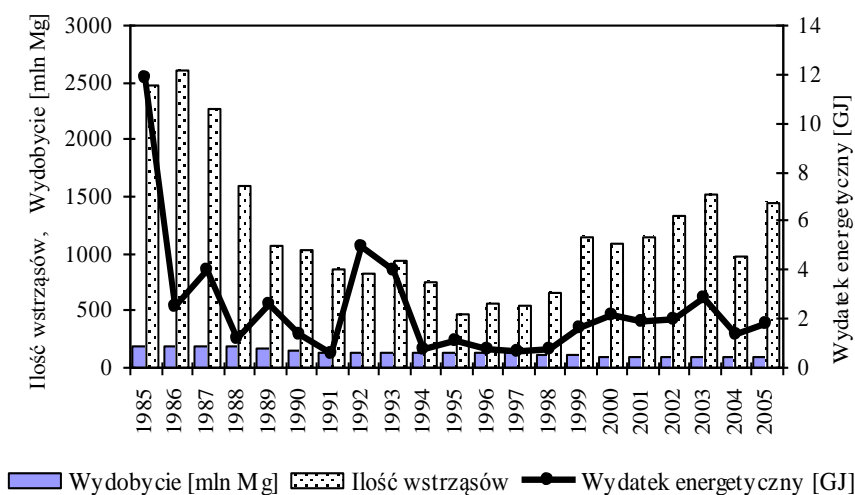
Rok	Wydobycie [10 ⁶ Mg]	Ilość wstrząsów górotworu	Wydatek energetyczny [GJ]	Liczba tąpnięć	Wypadki wskutek tąpnięć	
					Ogółem	Śmiertelne
1985	29,4	325	1,73	2	9	1
1986	29,6	446	1,72	4	10	0
1987	29,8	484	1,72	5	27	7
1988	30,0	482	1,75	1	2	1
1989	26,5	407	2,82	4	8	3
1990	24,4	447	1,29	2	12	2
1991	23,7	359	0,92	2	4	2
1992	24,1	499	1,22	0	0	0
1993	27,1	492	3,05	4	7	1
1994	26,1	433	2,84	2	6	5
1995	26,5	389	1,87	4	13	2
1996	27,4	644	1,82	4	12	3
1997	24,0	567	2,76	0	0	0
1998	26,8	443	2,80	2	9	3
1999	27,0	414	3,96	3	14	2
2000	28,0	514	7,11	4	4	2
2001	30,9	729	6,22	5	3	0
2002	29,7	694	7,36	8	15	3
2003	29,9	570	3,39	9	29	5
2004	31,9	621	6,04	8	20	2
2005	32,0	786	4,02	4	22	1

Statystycznie rzecz ujmując można stwierdzić, że 1 milionowi Mg wydobytego węgla z pokładów zagrożonych tąpnięciami towarzyszyło 27 wstrząsów górotworu, każdy o średniej energii sejsmicznej $2,0 \cdot 10^6$ J.

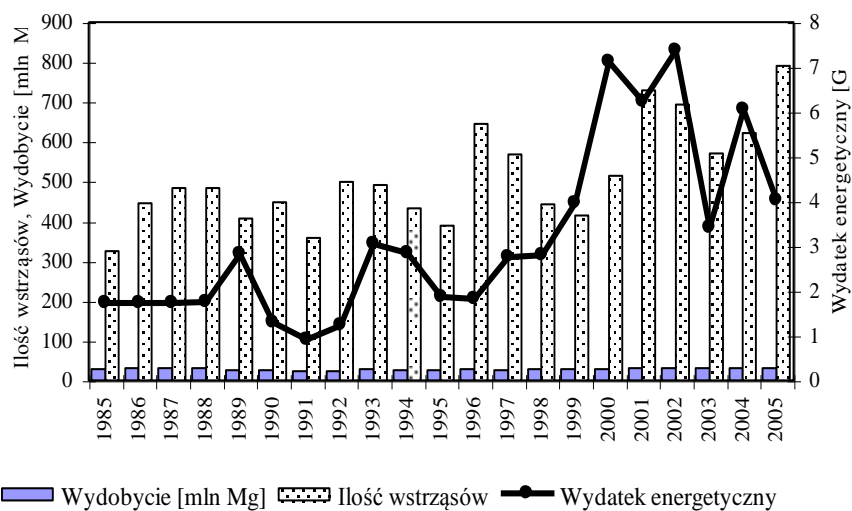
W kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. na 1 milion Mg wydobytej rudy przypadało 18 wstrząsów, każdy o średniej energii sejsmicznej $6,3 \cdot 10^6$ J.

W kopalniach węgla kamiennego co 132 wstrząs wysokoenergetyczny był przyczyną tąpnięcia, zaś w kopalniach rud miedzi tąpnięcia występowały z częstotliwością co 136 wysokoenergetyczny wstrząs górotworu.

Skutkiem zaistniałego wstrząsu górotworu jest wyzwolenie uprzednio nagromadzonej energii, któremu to zjawisku towarzyszą drgania i dynamiczne przemieszczenia konturów wyrobisk.



Rys.1.1. Charakterystyka sejsmiczności górotworu w kopalniach węgla kamiennego w Polsce
Fig. 1.1. Characteristics of rock mass seismicity in the hard coal mines in Poland



Rys. 1.2. Charakterystyka sejsmiczności górotworu w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.
Fig. 1.2. Characteristics of rock mass seismicity in KGHM Polska Miedź (Polish Copper),
Joint Stock Company

Ilość uwolnionej podczas wstrząsu górotworu energii można od strony jakościowej ocenić na drodze bilansu przemian energetycznych (Kłeczek 1994):

$$A_p + A_z - L_{zn} - A_r = A_k + A_s \quad (1.1)$$

gdzie:

A_p – energia pierwotnie zakumulowana w górotworze i mająca swe źródło w polu grawitacyjnym Ziemi i w niezrelaksowanych naprężeniach geotektonicznych,

A_z – energia zewnętrzna wynikająca z koncentracji naprężeń wywołanych działalnością górniczą oraz innymi skutkami prowadzonej eksploatacji (np. okresowego załamywania się sztywnych warstw stropu zasadniczego),

L_{zn} – praca zniszczenia zużyta na powstanie strefy spękań, strefy zawału i destrukcji pierwotnie monolitycznie zwartego górotworu,

A_r – energia rozproszona zużyta na odkształcenia trwałe o charakterze, odkształceń ciągłych, procesy reologiczne, efekty cieplne, akustyczne, elektrostatyczne itp.,

A_k – energia kinetyczna zakumulowana w górotworze, która wyzwalać się determinuje skutki tąpnięcia,

A_s – energia sejsmiczna, która w chwili wstrząsu górotworu wywołuje jego drgania i jest jedyną w praktyce mierzalną wielkością energii.

Prawa strona równania (1.1) określa wielkość energii wstrząsu górotworu, który może spowodować utratę stateczności wyrobiska górniczego w postaci tąpnięcia. Skutki tąpnięcia w decydującym stopniu zależą od wielkości energii kinetycznej A_k zakumulowanej w górotworze, która wyzwalać się powoduje przemieszczenia zniszczonego wokół wyrobiska obszaru górotworu z odpowiednio dużą prędkością. Wielkość tej energii w odniesieniu do jednostki objętości można określić jako:

$$A_{kv} = \rho v_o^2 \quad (1.2)$$

gdzie:

ρ – średnia gęstość obszaru górotworu, który jest objęty zniszczeniem,

v_o – średnia prędkość początkowa zniszczonego górotworu, która zostaje wyrzucona do wyrobiska.

Z zależności (1.2) wynika, że średnia prędkość początkowa v_o jest tym czynnikiem, który decyduje o wielkości energii kinetycznej. Na podstawie doświadczeń laboratoryjnych oraz oszacowań eksperymentalnych w warunkach *in situ* ocenia się (Kłeczek 1994), że minimalna wartość prędkości początkowej, przy której przemieszczenia górotworu mają charakter tąpnięcia wynosi:

$$v_o \text{ min} \geq 10 \text{ m s}^{-1} \geq 36 \text{ kmh}^{-1}$$

Jeśli przyjąć, że średnia gęstość obszaru w sąsiedztwie wyrobisk górniczych waha się:

od $\rho = 1,3 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ dla węgla

do $\rho = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ dla serii złożowej rud miedzi,

to można oszacować wielkość właściwej (odniesionej do jednostki objętości) energii kinetycznej w chwili tąpnięcia jako:

$A_{kv} \geq 6,5 \cdot 10^4 \text{ Jm}^{-3}$ w kopalniach węgla kamiennego,

$A_{kv} \geq 12,5 \cdot 10^4 \text{ Jm}^{-3}$ w kopalniach rud miedzi.

Oznacza to, że dla typowych wyrobisk eksploatacyjnych, w których bywają tąpnięcia, minimalna energia kinetyczna tąpnięcia wynosi:

w kopalniach węgla kamiennego: $A_k = 2,5 \cdot 10^8$ J,

w kopalniach rud miedzi: $A_k = 4,8 \cdot 10^8$ J.

Konfrontując powyższe wartości z pomierzonymi wielkościami energii sejsmicznej, którym towarzyszyły tąpnięcia można stwierdzić, że energia kinetyczna tąpnięcia przekracza przeważnie o 3 rzędy wielkości wartość pomierzonej energii sejsmicznej wstrząsu górotworu.

2. Skutki wstrząsów górotworu

Bezpośrednim skutkiem wyzwolonej w czasie wstrząsu energii może być nie tylko utrata stateczności samego wyrobiska górniczego, manifestującego się odprężeniem lub tąpnięciem, lecz również destrukcyjne oddziaływania wstrząsu na znajdujące się w wyrobisku maszyny i urządzenia górnicze.

W przypadku zaistniałego wstrząsu niepowodującego utraty stateczności wyrobiska jego skutki manifestują się:

- drganiami górotworu,
- ciągłymi przemieszczeniami konturów wyrobiska (głównie stropu wyrobiska).

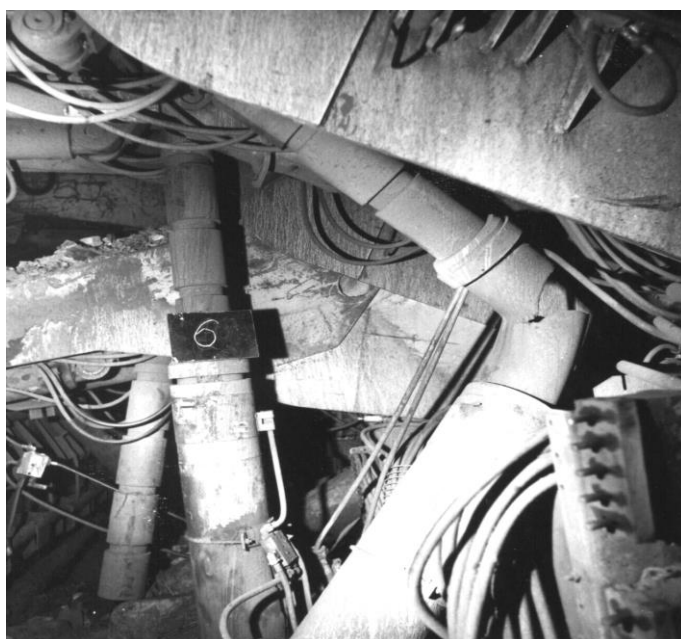
Szacuje się na podstawie obserwacji i pomiarów, że wskutek wstrząsu górotwór doznaje drgań o częstotliwości w granicach od 3 do 14 Hz, i amplitudzie od 0,03 do 21 mm. Wywołane wstrząsem górotworu przemieszczenia konturów wyrobiska, głównie jego stropu, ocenia się na 20 mm do 550 mm. Bardziej przydatne z praktycznego punktu widzenia, od bezwzględnej wartości przemieszczeń, wydają się być ich pochodne czasowe, świadczące o dynamice zjawiska:

- prędkość, szacowana na 50–2000 mm s⁻¹,
- przyspieszenie, wynoszące 1000–10000 mm s⁻².

Dla przypadku zaistniałego wstrząsu górotworu i spowodowaną nim utratą stateczności wyrobiska, czyli tąpnięciem lub odprężeniem, następuje gwałtowne wyrzucenie zniszczonego masywu górotworu ku wyrobisku. Na podstawie dotychczasowych pomiarów i obserwacji uważa się, że zjawisko tąpnięcia opisują:

- energia skutków – do 10^{10} J,
- masa przemieszczających się brył skalnych – do 100 t,
- wielkość przemieszczeń stropu i ociosów – do 1000 mm,
- wielkość przemieszczeń spągu – do 600 mm,
- prędkość przemieszczeń – do 1000 mm s⁻¹,
- przyspieszenie przemieszczeń – do 10^4 mm s⁻²,
- czas trwania zjawiska – do $7 \cdot 10^{-3}$ s,
- dynamiczny współczynnik obciążeń konstrukcji do 1,8.

Przy takich wielkościach parametrów fizycznych towarzyszących tąpnięciu nie dziwią jego skutki, polegające na znacznych uszkodzeniach bądź totalnych zniszczeniach maszyn i urządzeń górniczych znajdujących się w wyrobisku. Potwierdzeniem tego wnioski są fotografie ilustrujące przykładowo skutki tąpnięcia w Kopalni Węgla Kamiennego „Zabrze-Bielszowice” (rys. 2.1) oraz w O/ZG „Lubin” KGHM Polska Miedź S.A. (rys. 2.2).



Rys. 2.1. Skutki tąpnięcia w ścianie 302 pokładu 507 KWK „Zabrze-Bielszowice” w dniu 19.04.1989 r.

Fig. 2.1 Effects of the bump in the Longwall Face No 302, of the Seam No 507 at the “Zabrze-Bielszowice” Colliery on 19th April 1989



Rys. 2.2. Skutki łąpanięcia w polu XII/1 oddziału G-8 O/ZG „Lubin” KGHM Polska Miedź S.A.
w dniu 4.08.2003 r.

Fig. 2.2. Effects of the bump in the Field XII/1, Department G-8 O/ZG “Lubin” KGHM Polska Miedź
(Polish Copper), Joint Stock Company on 4th August 2003

3. Prowokowanie wstrząsów górotworu

Jak wynika z przedstawionych danych dotyczących aktywności sejsmicznej górotworu GZW i LGOM (tabele 3.1 i 3.2) aktywność ta jest przyczyną wysokiego zagrożenia łąpaniami i odprężeniami.

Z uwagi na:

- wzrost głębokości eksploatacji,
- skrępowanie warunków prowadzenia robót górniczych (rozległe zroby obszary resztkowe),
- liczne zaburzenia tektoniczne, głównie uskoki, w sąsiedztwie których prowadzi się aktualnie roboty górnicze,
- występowania w stropie zasadniczym pokładów węgla kamiennego i złoża rud miedzi sztywnych i bardzo wytrzymałych warstw nadkładowych,

należy się spodziewać, że w najbliższej przyszłości będzie obserwowany wzrost tego zagrożenia. W tym stanie rzeczy szczególnego znaczenia nabierają wszelkie działania profilaktyczne, ograniczające wielkość tego zagrożenia i minimalizujące jego skutki.

Istotnym elementem w praktycznej realizacji profilaktyki łąpaniowej jest prognoza zagrożenia. Prognoza zagrożenia, czyli przewidywanie wszelkich przyszłych procesów i zjawisk sprowadza się do określenia miejsca, czasu i wielkości tych zjawisk. W odniesieniu do wstrząsów górotworu, na podstawie rozeznania naukowego tego zjawiska i doświadczeń praktycznych górnictwa podziemnego można stwierdzić, że o ile z większym lub mniejszym prawdopodobieństwem można przewidzieć miejsce wystąpienia wstrząsów i ich energię, o tyle prognoza czasu wystąpienia wstrząsu górniczego jest obecnie nierealną.

Na tle tego stwierdzenia, dotyczącego braku aktualnie skutecznych metod prognozowania czasu wystąpienia wstrząsów górniczych i łąpań, w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. od kilku już lat z powodzeniem wdraża się do praktyki górniczej metody sterowania wysokoenergetycznymi wstrząsami górniczymi przez prowokowanie górotworu robotami strzałowymi. Prowokowanie to odbywa się na drodze grupowego strzelania przodków eksploatacyjnych. Efektem takich strzelań grupowych jest świadomie wywołany impuls energetyczny, który prowokująco działając na górotwór może spowodować jego wstrząs i niejednokrotnie wywołane tym wstrząsem łąpanie. Zatem grupowe, prowokujące strzelanie przodków stanowi pośrednią metodą predykcji wstrząsów górniczych i ograniczenia ich skutków dla przebywającej poza rejonem strzelania załogi oraz wycofanych z rejonu maszyn i urządzeń górniczych.

W tabeli 3.1 zestawiono dane dotyczące wstrząsów o energii sejsmicznej $E \geq 10^6$ J, jakie wystąpiły w latach 2001–2005, z podziałem na wstrząsy samoistne i wstrząsy w okresie wyczekiwania po grupowym strzelaniu przodków eksploatacyjnych. Te ostatnie wstrząsy zalicza się powszechnie w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. do wstrząsów sprowokowanych odstrzeleniem materiału wybuchowego.

Z przedstawionego zestawienia wynika, że średnio prawie 40% wstrząsów o energii $E \geq 10^6$ J ma miejsce w okresie wyczekiwania po strzelaniu przodków eksploatacyjnych. Przy udziale tego zabiegu technologicznego wyzwolona została energia o średniej wartości 2,534 GJ, co stanowi średnio ponad 45% łącznego wydatku energetycznego wszystkich wstrząsów. Wprawdzie strzelanie przodków jest elementem stosowanego w LGOM systemu eksploatacji złoża, to jednak w oparciu o analizę bilansu przemian energetycznych nie sposób pominąć wpływu odstrzelenia rocznie ponad 9,8 miliona kg materiału wybuchowego na wielkość emisji

dodatkowej energii, wynikającej przede wszystkim z koncentracji naprężeń w sąsiedztwie wyrobisk górniczych.

Tabela 3.1.
Rodzaj wysokoenergetycznych ($E \geq 10^6$ J) wstrząsów górotworu w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w latach 2001–2005

Table 3.1.
Type of high energy ($E \geq 10^6$ J) rock bumps in KGHM Polska Miedź S.A. mines from 2001 to 2005

Rok	Wstrząsy samoistne		Wstrząsy sprowokowane		Ilość odstrzelonego MW [kg]	Energia Ilość MW [$J \cdot kg^{-1}$]
	Ilość wstrząsów	Energia [GJ]	Ilość wstrząsów	Energia [GJ]		
2001	137	4,535	93	1,513	9 468 112	159,8
2002	111	3,825	67	3,367	9 492 259	354,7
2003	96	1,647	63	1,597	9 636 379	165,7
2004	118	2,239	81	3,660	10 739 437	340,8
2005	130	2,155	72	1,680	10 655 499	157,7

Fakt ten potwierdza tezę odnośnie możliwości sterowania wstrząsami górniczymi za pomocą odpowiednio realizowanych robót strzałowych. Umiejętne zaś sterowanie wstrząsami, przy odpowiednio wyznaczonym czasie wyczekiwania po robotach strzałowych, zmierza bez wątplenia do poprawy skuteczności czynnej profilaktyki tąpniowej. Skuteczność ta bowiem wynika z faktu, że wstrząsy zaistniałe w okresie wyczekiwania po strzeleniu przodków są wstrząsami oczekiwanymi. Tym sposobem można na obecnym etapie sprostać oczekiwanej predykcji czasowej wystąpienia wstrząsu czyli potencjalnego zagrożenia tąpnięciem (Kłeczek, Meder 1994).

Na tle tego optymistycznego jakościowo wniosku, interesujące wydają się być ilościowe dane dotyczące skuteczności prowokowania górotworu robotami strzałowymi. O skuteczności tej może świadczyć wartość wskaźnika wielkości energii sprowokowanej odstrzeleniem 1 kg MW, który dla omawianego horyzontu czasowego (lata 2001–2005) waha się w granicach od 159,8 do 354,7 J/kg MW. Oznacza to, że odstrzelenie 1 kg materiału wybuchowego wywołuje reakcję górotworu w postaci pomierzonej energii sejsmicznej równej średnio 236 J. W tym miejscu należy zaznaczyć, że powyższy wniosek stanowi statystyczne uogólnienie dotyczące dynamicznych przejawów ciśnienia górotworu w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. LGOM w analizowanym okresie, w odniesieniu do występujących warunków geologiczno-górniczych, stosowanych systemów eksploatacji złoża i rodzaju materiałów wybuchowych.

Interesujące wydają się być dane zawarte w tabeli 3.2 i stanowiące ich ilustrację graficzną rys. 3.1 i rys. 3.2, mówiące o czasie reakcji sejsmicznej górotworu na roboty strzałowe. Czas wystąpienia wstrząsu górotworu po grupowym strzeleniu przodków, wbrew dotychczas panującym poglądom, nie jest bardzo zróżnicowany. Prawie połowa (46,6%) ilości wstrząsów (o energii $E \geq 10^6$ J) sprowokowanych robotami strzałowymi (rys. 3.1) i aż 63% ich wydatku energetycznego (rys. 3.2), pojawia się niemal natychmiast (do 1 minuty) po zakończeniu strzelania. Jest to bardzo istotne przy wyznaczaniu obowiązkowego czasu wyczekiwania po robotach strzałowych, zwłaszcza aktualnie (od 29.09.2003 r.) po wprowadzeniu we wszystkich kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. wielozmianowego systemu organizacji pracy (WSP).

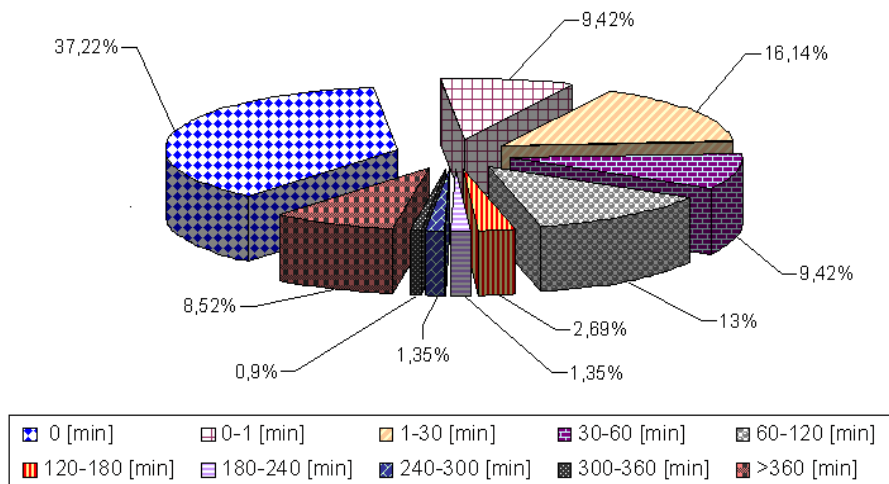
Tabela 3.2.

Czasy wystąpienia sprowokowanych wstrząsów górotworu ($E \geq 10^6$ J) po grupowym strzelaniu przodków w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w latach 2001–2005

Table 3.2.

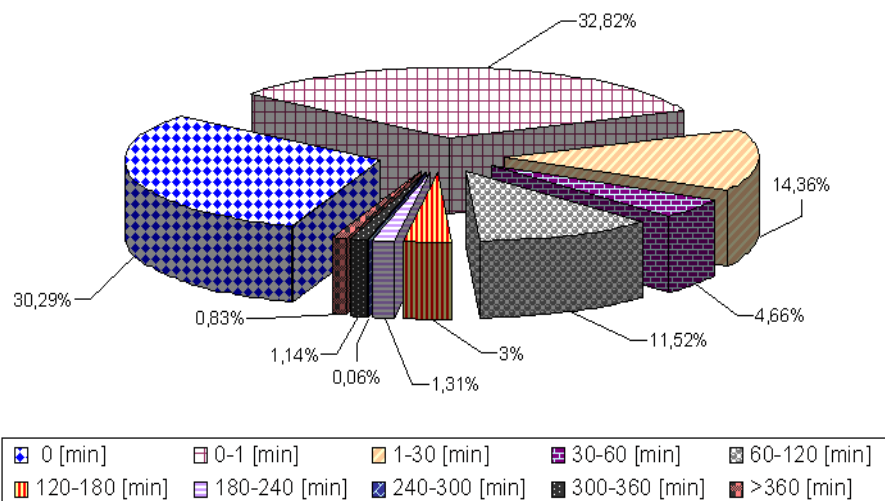
Time of occurrence of induced rock bumps ($E \geq 10^6$ J) after group face blasting in KGHM Polska Miedź S.A. mines between 2001 and 2005

Czas po strzelaniu [min]	Ilość wstrząsów	Wydatek energetyczny [GJ]
t = 0	83	1,962
0 < t ≤ 1	21	2,126
1 < t ≤ 30	36	0,930
30 < t ≤ 60	21	0,302
60 < t ≤ 120	29	0,746
120 < t ≤ 180	6	0,194
180 < t ≤ 240	3	0,085
240 < t ≤ 300	3	0,004
300 < t ≤ 360	2	0,074
t > 360	19	0,054



Rys. 3.1. Rozkład ilości sprowokowanych wstrząsów górotworu w czasie po grupowym strzelaniu przodków w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w latach 2001–2004

Fig. 3.1. Distribution of induced rock-bumps number after group face blasting in KGHM Polska Miedź S.A. mines between 2001 and 2004



Rys. 3.2. Rozkład energii spowodowanych wstrząsów górotworu w czasie po grupowym strzelaniu przodków w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w latach 2001–2005

Fig. 3.2. Distribution of energy of induced rock-bumps number after group face blasting in KGHM Polska Miedź S.A. mines between 2001 and 2005

4. Wnioski

Przedstawione dane dotyczące aktywności sejsmicznej górotworu przy prowadzeniu podziemnej eksploatacji węgla kamiennego i rud miedzi w Polsce dowodzą, że aktywność ta jest przyczyną wysokiego zagrożenia tąpnięciami i odprężeniami górotworu. Analiza istniejących metod predykcji czasowej wstrząsów górniczych wykazuje, że nie ma aktualnie skutecznych metod prognozowania czasu wystąpienia wstrząsu, podobnie jak niemożliwym jest dzisiaj określenie czasu wystąpienia trzęsienia Ziemi w obszarach sejsmicznie aktywnych.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń uzyskanych w kopalniach rud miedzi KGHM Polska Miedź S.A. można stwierdzić, że grupowe strzelanie przodków eksploatacyjnych skutecznie prowokuje znaczną ilość wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu. Wychodząc z założenia, że wstrząs spowodowany jest w czasie wyczekiwania po robotach strzałowych wstrząsem oczekiwanym, czyli prognozowanym, prowadząc działalność zmierzającą do zwiększenia skuteczności prowokowania wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu, pośrednio uzyskuje się prognozę czasu wystąpienia wstrząsu i potencjalnego zagrożenia tąpnięciem. To zaś pozwala prowadzić bardziej bezpieczną eksploatację złoża na drodze aktywnego zwalczania skutków tąpnięć i odprężeń, włącznie z wycofaniem załogi, zaś w warunkach kopalń rud miedzi, przemieszczenia maszyn i urządzeń z zagrożonego rejonu.

5. Literatura

- [1] Kłeczek Z. 1994: Geomechanika Górnicza. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice, 168–195.
- [2] Kłeczek Z. 2003: Prowokowanie wstrząsów górotworu jako metoda profilaktyki tapaniowej w kopalniach LGOM. Czasopismo Naukowo-Techniczne Górnictwa Rud CUPRUM, nr 1(26), 53–61.
- [3] Kłeczek Z. 2004: Dynamiczne przejawy ciśnienia górotworu towarzyszące eksploatacji węgla kamiennego i rud miedzi w Polsce. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, nr 9/404, 25–32.
- [4] Kłeczek Z., Meder A. 2004: Dynamiczne przejawy ciśnienia górotworu i ich wpływ na maszyny i urządzenia znajdujące się w wyrobiskach podziemnych. [W:] Materiały XXVII Zimowej Szkoły Mechaniki Górotworu, Zakopane 2004, 693–702.

Pracę wykonano w ramach badań statutowych Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie (nr umowy 11 11 100 588).

Rockbursts hazard in Polish hard coal and copper mines

The data concerning seismic activity of rock-mass accompanying the underground mining operations in Poland prove that almost 40% of hard coal production (GZW) and 100% of copper production (LGOM) comes from the areas with high level of rockburst and roof fall hazard.

The direct effect of rock burst is sudden and violent emission of the kinetic energy, accumulated previously in the specific area. This energy with the moment of rockburst is exchanged the energy of effects, causing sudden loss of the excavation stability. The additional effect caused by the rockburst is easy to measure seismic energy, causing the vibration of the surrounding rock mass. Loss of the stability of underground excavation, vibration of the rock-mass surrounding the excavation and dynamic blast of air results in great hazard to the health and live of miners as well as they are reasons of considerable financial losses. Thus all prophylactic, aimed mainly to predict the rock-mass tremors and to actively fight with their effects, is of the great importance.

Making the geomechanical analysis of the energy transformation accompanying the underground mining it is possible to demonstrate, that the indirect method of rock-mass bursts prediction and of limiting their effects, is provoking the rock mass by blasting works. The paper present the author's experience, with regard of control this the biggest lithospheric hazard in Polish mining industry.

Przekazano: 27 marca 2006 r.