

Zygmunt GERLACH

Agencja Informacyjna INFO-ZEW, Katowice

Ernestyn KUBEK, Jerzy GRYCMAN, Tadeusz KABZA

Rybnicka Spółka Węglowa S. A., Kopalnia Węgla Kamiennego „ANNA”, Pszów

Ocena zagrożenia sejsmicznego przy wybieraniu pokładów grupy 600 i 700 w KWK „ANNA”

Streszczenie

Omówiono warunki złożowe, tektoniczne i górnicze prowadzonej eksploatacji przez Kopalnię „Anna”. Przeanalizowano wyniki obserwacji sejsmologicznych w aspekcie oceny zagrożenia sejsmicznego oraz wpływu najważniejszych czynników górniczych i geologicznych na stan zagrożenia. Przedstawiono wyniki prognozy zagrożenia sejsmicznego oraz obliczeń powtarzalności wstrząsów wysokoenergetycznych.

Wprowadzenie

Zagadnienie zagrożenia sejsmicznego w polskich kopalniach węgla kamiennego jest od wielu lat przedmiotem badań i obserwacji prowadzonych w kopalniach i instytutach naukowych. Prowadzone prace obejmują zarówno zagadnienia bezpieczeństwa robót górniczych

z uwagi na zagrożenie tąpnięciami jak również ochrony powierzchni przed dynamicznym oddziaływaniem wstrząsów górotworu.

Doświadczenia uzyskane przy wybieraniu pokładów tąpniących kwalifikują zagrożenie sejsmiczne do największych zagrożeń występujących w górnictwie podziemnym.

Aktualność i wagę tego problemu uzasadnia konieczność prowadzenia eksploatacji na dużych głębokościach i przy zwiększającej się koncentracji wydobywania. Duży wpływ na wielkość zagrożenia sejsmicznego mają również budowa litologiczna złoża, tektonika oraz występujące zaszczości eksploatacyjne. Na przykładzie wybierania pokładów grupy 600 i 700 przez kopalnię ANNA” przeanalizowano kształtowanie się zagrożenia sejsmicznego w ostatnich kilkunastu latach oraz podjęto próbę określenia wpływu ważniejszych czynników złożowych i górniczych na wielkość emisji sejsmicznej.

1. Ogólne warunki złożowe i górnicze badanego rejonu

Dotychczas uzyskane doświadczenia przy wybieraniu pokładów węgla kamiennego wykazują, że występowanie w eksploatowanym górotworze zagrożenia sejsmicznego uwarunkowane jest w głównej mierze naturalnymi warunkami złożowymi. Powyższe uwarunkowanie

powoduje, że zagrożeniem sejsmicznym objęte są tylko niektóre rejony eksploatacji pokładów węgla.

W rozpatrywanym złożu występuje kompleks zagrożeń naturalnych, z których do najważniejszych należy zagrożenie tąpniętami. Pokłady, w których planowane są roboty górnicze zaliczone są do I, II lub III stopnia zagrożenia tąpniętami.

1.1 Warunki złożowe

Głównymi czynnikami charakteryzującymi stan zagrożenia sejsmicznego są:

- głębokość zalegania i grubość eksploatowanych pokładów,
- stratygrafia i litologia złoża oraz jego fizyko-mechaniczne własności,
- ukształtowanie i tektonika złoża.

Obszar górniczy kopalni „Anna” zajmuje południowo - zachodnią część silnie zuskokowanej niecki jejkowickiej. Upad warstw zmienia się w granicach od $5 \div 30^\circ$ z tendencją malejącą w kierunku osi niecki. W obszarze górniczych karbon górny tworzą w głównej mierze warstwy brzeżne. Spośród warstw grupy brzeżnej przemysłowe znaczenie przedstawiają jedynie warstwy porębskie i jakłowieckie.

Warstwy porębskie (grupa 600), w ich profilu dominują kompleksy piaskowcowe o szerokim rozprzestrzenieniu. Spośród wielu z nich wymienić należy piaskowiec gruboziarnisty arkozowy (zamecki) zalegający pomiędzy pokładami 626/2 a 627 o grubości od 70 do 120 m. Piaskowce te stanowią główne źródło rejestrowanej aktywności sejsmologicznej. Warstwy porębskie osiągają grubość od 950 do 1050 m. W serii tej występuje około 35 pokładów i wkładki węglowych.

Warstwy jakłowieckie (grupa 700) to seria naprzemianległych warstw łupkowo – piaskowcowych o grubości od 350 do 500m. Procentowy udział piaskowców w tej serii jest niewielki i wynosi około 30%, łupki piaszczyste to około 50%, natomiast łupki ilaste wraz pokładami węgla stanowią około 20%. Występujące w tej serii piaskowce nie mają regularnego rozprzestrzenienia, są za to dość liczne lecz niezbyt grube. Pokłady i wkładki węglowe w ilości ok. 23, są dość regularne i osiągają od kilku centymetrów do 4 metrów grubości.

Specyfika budowy złoża powoduje, że według ocen i analiz zagrożenie tąpniętami typu pokładowego nie występuje lub jest mało prawdopodobne. Natomiast zaleganie pokładów porębskich i jakłowieckich pośród grubych i mocnych warstw skalnych podbieranych prowadzoną eksploatacją generuje wysokoenergetyczne wstrząsy, prowadząc tym samym do zagrożenia tąpniętami typu stropowego.

W obszarze górniczym kopalni stwierdzono dwa zasadnicze kierunki przebiegu uskoków i zaburzeń oraz bardzo rozbudowaną tektonikę towarzyszącą:

- a) południkowy NNE-SSW (tzw. sudecki) który jest odbiciem nacisków postępujących od zachodu w okresie ruchów górotwórczych orogenezy waryscyjskiej.
- b) równoleżnikowy W-E związanym z orogenezą alpejską.

Z ważniejszych należy wymienić:

- I uskok Rydułtowski o zrzutach $h \cong 0,4 \div 360$ m,
- II uskok Rydułtowski o zrzutach $h \cong 30 \div 120$ m.

Istotnym elementem tektoniki jest przebiegająca przez wschodnią część złoża oś niecki jejkowickiej o kierunku zbliżonym do N-S i zanurzeniu w kierunku na N.

1.2 Warunki górnicze

Pośród kompleksu czynników górniczych mających wpływ na stan zagrożenia sejsmicznego można wydzielić dwie zasadnicze grupy:

A. Czynniki wytworzone wcześniejszą działalnością górniczą:

- filary i resztki,
- krawędzie,
- wyrobiska korytarzowe.

B. Czynniki związane z bieżącą eksploatacją:

- natężenie eksploatacji w obszarze górniczym,
- koncentracja eksploatacji w przodkach i wybieranym złożu,
- system eksploatacji,
- wysokość wybierania itp.

Sczerpywanie się zasobów złoża sprawia, że w ostatnim okresie Kopalnia prowadzi intensywną eksploatację jedynie w trzech partiach R, J i G sąsiadujących ze strefą zaburzeń tektonicznych I-go uskoku Rydułtowskiego gdzie zlokalizowane są główne drogi transportowo – wentylacyjne kopalni i w obrębie, którego pozostawiono fragmenty złoża we wszystkich dotychczas eksploatowanych pokładach. Koncentrację wydobycia utożsamiać można z ilością wydobycia w jednostce czasu w odniesieniu do pojedynczej ściany. Z drugiej strony koncentrację robót odnosić także należy do grupy równocześnie prowadzonych ścian w odniesieniu do wielkości obszaru, w których są prowadzone.

Kopalnia eksploatuje jednocześnie 3 ściany na zawał – po jednej w każdej partii zachowując odległość koordynacyjną od 200 do 250m. Dążąc do zwiększenia odległości jednocześnie eksploatowanych ścian w obrębie głównych zaburzeń uskokowych planuje się uruchomienie eksploatacji pokładu 718/1-2 który jest znacznie oddalony od partii R i G. Wysokość eksploatowanych ścian zawiera się w granicach od 1,6 do 2,5 m.

2. Ocena zagrożenia sejsmicznego w czasie prowadzenia eksploatacji pokładów

Wzrost sejsmiczności górotworu poza czynnikami geologiczno-górnictwymi należy wiązać ze wzrostem głębokości oraz intensyfikacją (koncentracją) produkcji w sąsiedztwie dużych dyslokacji tektonicznych. Koncentracja robót sprzyja wzrostowi zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami.

Stosowany system wybierania (na zawał) zmniejsza warunki usztywnienia skał i prowadzi tym samym do większej ilości wstrząsów o niższych energiach – rozładowując mniejszymi porcjami zakumulowaną energię sprężystą. Stosowany system eksploatacji oraz wysokość ścian (od 1,6 do 2,5 m) jest korzystna z uwagi na minimalizację zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami. Intensywnej i skoncentrowanej eksploatacji towarzyszy wysokie zagrożenie sejsmiczne. Rejestrowane są wstrząsy wysokoenergetyczne, które lokalizowane są w rejonach czynnych frontów ścianowych oraz w strefach głównych uskoków w tym zwłaszcza w obszarach dodatkowych oddziaływań krawędzi i resztek. Sporadycznie rejestrowane wstrząsy o energiach rzędu 10^6 J – 10^7 J lokalizowane są głównie w strefach I-go i II-go uskoku Rydułtowskiego. Podkreślenia wymaga fakt, że wysokoenergetyczne wstrząsy lokalizowane w sąsiedztwie czynnych frontów ścianowych nie powodują skutków w bezpośrednim sąsiedztwie przodków ścianowych. Natomiast silne wstrząsy generowane w strefie zaburzeń I-go uskoku Rydułtowskiego spowodowały 2 tąpnięcia w wyrobiskach usytuowanych w tej strefie.

W okresie od 1974 r. do chwili obecnej zanotowano w kopalni „Anna” cztery tąpnięcia, spowodowane wstrząsami wysokoenergetycznymi: $3,6 \times 10^9$ J, $2,5 \times 10^6$ J, $2,0 \times 10^7$ J i $6,6 \times 10^5$ J. Przedmiotowe tąpnięcia miały miejsce w pokładach 629/2-3, 630/2 i 703/1-2.

Głównymi przyczynami w/w tąpnięć były zarówno niekorzystne warunki naturalne: w szczególności duża głębokość eksploatacji, zaburzenia tektoniczne, oś niecki jejkowickiej i występowanie w stropie zasadniczym mocnych warstw piaskowca; jak i warunki górniczo - techniczne: koncentracja krawędzi eksploatacji w sąsiedztwie uskoków, duże powierzchnie odkrytego stropu po obu stronach głównych zaburzeń tektonicznych itp.

2.1 Dotychczasowe kształtowanie się zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami

Dla zobrazowania kształtowania się zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami w obszarze KWK "Anna" przeanalizowano parametry wstrząsów górniczych w poszczególnych pokładach, partiach i obszarze górniczym.

Dla okresu lat 1988-2000 opracowano szczegółowy rozkład aktywności i intensywności sejsmicznej występującej przy prowadzonej w tym czasie eksploatacji pokładów.

Uzyskany rozkład ilościowy, energetyczny i lokalizacyjny wstrząsów górotworu przedstawiono w poniższych tabelach i rysunkach.

Ogólnie można stwierdzić, że:

- dotychczasowe zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami związane było głównie z prowadzoną eksploatacją pokładu 629/2-3 w partii Rydułtowskiej oraz eksploatacją pokładów 630/2 i 703/1-2 w partii Rydułtowskiej i Jedłowniczej,
- rozkład wstrząsów względem frontu eksploatacyjnego wskazuje, że największa aktywność i intensywność sejsmiczną występuje za frontem eksploatacji. Taki rozkład należy uznać jako korzystny w aspekcie zagrożenia tąpnięciami. Bardzo duża intensywność sejsmiczna występuje w rejonach uskoków,
- wyraźny wpływ na poziom aktywności i intensywności sejsmicznej mają zaburzenia tektoniczne oraz zaszłości eksploatacyjne w postaci krawędzi. Najsilniejszy wstrząs w ostatnich kilku latach miał energię $E=2,0 \times 10^7$ J i wystąpił w dniu 11.06.2000r w rejonie uskoku Rydułtowskiego I. W ostatnich kilku latach największe zagrożenie sejsmiczne występowało przy eksploatacji pokładów 629/2-3, 630/2 i 703/1-2 w partiach R i J.

2.1.1 Rozkład parametrów sejsmologicznych w latach 1988-2001 (do 1.03.)

Ocena zagrożenia tąpnięciami i wstrząsami górotworu dotychczasowej eksploatacji w pokładach tąpających i niezagrażonych tąpnięciami, przeprowadzona w oparciu o wyniki obserwacji metody sejsmologicznej w obszarze górniczym kopalni „Anna” wykazała, że w okresie od 01.01.1988 do 01.03.2001 r:

- w obszarze górniczym kopalni wystąpiło łącznie 9161 wstrząsów górotworu o energiach w przedziale 10^2 - 10^7 J, w tym o energii rzędu 10^5 J - 202 wstrząsów, o energii rzędu 10^6 J - 28 wstrząsów i o energii 10^7 J - 3 wstrząsy,
- wstrząsów wysokoenergetycznych o energii $E \geq 1 \times 10^5$ J zanotowano łącznie 233, przy czym wszystkie zostały indukowane eksploatacją pokładów grupy 600 (626/2, 629/2-3 i 630/2) oraz grupy 700 (703/1-2, 707/1-2, 713/1-2, 718/1-2),
- w okresie lat 1988 - 2001 maksymalna energia wstrząsu wynosiła $2,0 \times 10^7$ J i wystąpiła w latach 1992 i 2000 r.,

– analizowane wstrząsy górotworu indukowane były głównie eksploatacją w pokładach zagrożonych tapaniami 629/2-3, 630/2, 703/1-2, 707/1-2 i 713/1-2.

Ustalone dla analizowanego okresu parametry sejsmologiczne wykazują, że kopalnię należy zaliczyć do grupy kopalń o zwiększonym do stanu średniego zagrożeniu sejsmicznym. Istniejąca sytuacja uzasadniona jest bardzo trudnymi warunkami prowadzonej eksploatacji odprężającej w pokładach grupy 600 i 700.

2.1.2 Rozkład aktywności N i intensywności sejsmicznej E

Dla przeprowadzenia oceny zagrożenia sejsmicznego spowodowanego wpływem indukowanych eksploatacją górniczą wstrząsów górotworu dokonano dla całego obszaru górniczego kopalni analizy rozkładu aktywności i intensywności sejsmicznej w poszczególnych latach dla okresu 1988 - 2001 r. Uzyskane wyniki analizy rozkładu aktywności N i intensywności sejsmicznej E w latach 1988 - 2001 przedstawiono w tabelach 2.1 i 2.2.

Tabela 2.1
Rozkład ilościowy i energetyczny wstrząsów z KWK "Anna" w latach 1988÷2001

Table 2.1
Distribution of number and energy of mine tremors in „Anna” coal mine since 1988 to 2001

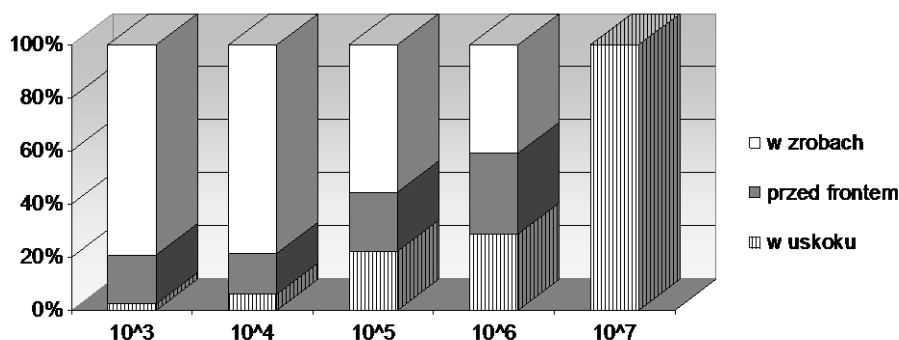
Rok	Ilość wstrząsów (N) w rzędach energii [J]						ΣN	ΣE [J]x 10 ⁶	E _{max} [J]	E/W [J/t]
	$\leq 10^2$	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7				
1988	7	106	87	5	-	-	205	4.11	3.0x5	2.08
1989	2	70	84	2	-	-	158	2.98	2.0x5	1.38
1990	5	55	61	11	-	-	132	4.26	4.0x5	2.41
1991	-	18	87	7	-	-	112	4.11	2.0x5	2.75
1992	21	49	154	6	-	1	231	26.40	2.0x7	15.33
1993	41	224	273	13	1	-	552	17.30	6.0x6	8.67
1994	35	290	71	3	1	-	400	4.32	1.0x6	2.42
1995	26	417	121	4	-	-	568	6.48	8.0x5	3.18
1996	198	546	122	7	1	1	875	19.40	1.0x7	10.14
1997	623	1145	192	31	3	-	1994	27.20	1.0x6	13.94
1998	692	998	289	64	11	-	2054	69.50	4.0x6	38.98
1999	334	521	182	43	9	-	1089	41.50	2.0x6	23.02
2000	311	197	76	4	1	1	590	28.70	2.0x7	16.86
2001.03.01	163	30	5	2	1	-	201	4.68	3.0x6	15.46
Σ	2458	4666	1804	202	28	3	9161	260.0	2.0x7	9.59
w tym w uskokach	82	82	84	42	8	3	301	90.6	2.0x7	-

Przeprowadzona analiza pozwala na stwierdzenie, że:

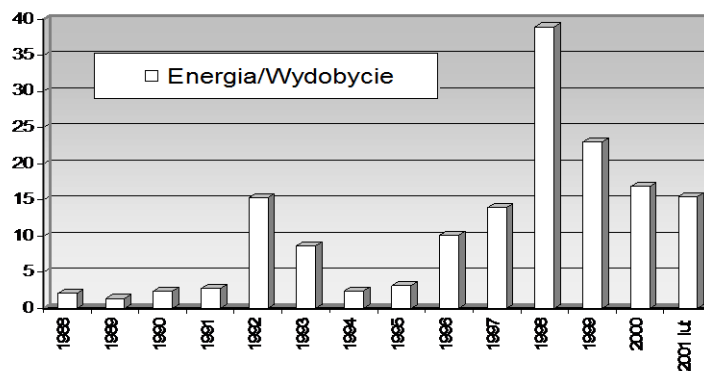
- Od 1988 roku utrzymuje się w poszczególnych latach stosunkowo zróżnicowany poziom aktywności i intensywności sejsmicznej charakteryzujący się:
 - brakiem wstrząsów o energiach 2×10^7 J wzwyż,
 - maksymalną aktywnością sejsmiczną - 2054 wstrząsów / rok zanotowaną w 1998 r.,
 - zróżnicowaną znacznie wartością sumarycznej intensywności sejsmicznej wynoszącą od około 4,11 - 69,50 x 10⁶ J. Największą intensywność sejsmiczną zanotowano w latach 1998 -99, wynoszącą odpowiednio 6,95x10⁷ J i 4,15x10⁷ J,
 - zróżnicowanym poziomem maksymalnej energii $E_{max} = 2,0 \times 10^5 - 2,0 \times 10^7$ J.

2. Najwyższą aktywność od 34 - 75 wstrząsów / rok, w zakresie wstrząsów o energii $\geq 1 \times 10^5$ J, obserwowano w latach 1997 - 99.
3. W latach 1997-99 wyraźnie wzrosła liczba wstrząsów o $E \geq 1 \times 10^6$ J. Równocześnie należy podkreślić, że najbardziej aktywną sejsmicznie w ostatnich kilku latach jest eksploatacja pokładu 629/2-3, która wygenerowała w 1998 r. 26 wstrząsów o energii 10^5 J i 7 wstrząsów o energii rzędu 10^6 J, a w 1999 r. 38 wstrząsów o energii rzędu 10^5 J i 8 wstrząsów o energii rzędu 10^6 J.
4. W 2000r nastąpiło obniżenie aktywności sejsmicznej. Łącznie zanotowano 4 wstrząsy o energii rzędu 10^5 J, jeden wstrząs o energii rzędu 10^6 J i 1 wstrząs o energii rzędu 10^7 J. Niska aktywność utrzymuje się również w 2001r.

Z przeprowadzonej analizy stanu zagrożenia wstrząsami wysokoenergetycznymi wynika, że w czasie prowadzenia robót eksploatacyjnych w pokładach grupy 600 i 700, należy się liczyć z możliwością występowania wstrząsów wysokoenergetycznych o energiach sejsmicznych rzędu 10^5 J - 10^7 J. Dodatkowo, dla udokładnienia charakterystyki zagrożenia wstrząsami górotworu, przeprowadzono badania wartości wskaźnika intensywności sejsmicznej $I^0 = E/W$ [Z. Gerlach] dla wszystkich eksploatowanych pokładów. Wyniki analizy kształtowania się przedmiotowego wskaźnika oraz pozostałych parametrów N i E dla eksploatowanych pokładów w latach 1988 - 2000 podano w tabelach 2.1 i 2.2 oraz rysunkach 2.1 i 2.3.



Rys. 2.1 Rozkład ilościowy i lokalizacyjny wstrząsów w latach 1988÷2001 – energetycznie
 Fig. 2.1 Distribution of number and location of mine tremors since 1988 to 2001 – selected by energy of tremors



Rys. 2.2 Rozkład intensywności sejsmicznej w latach 1988÷2001
 Fig. 2.2 Distribution of seismic intensity since 1988 to 2001

Szczegółowy przedział wartości wskaźnika intensywności sejsmicznej I^0 dla pokładów grupy 600 i 700 kształtował się w badanym okresie następująco:

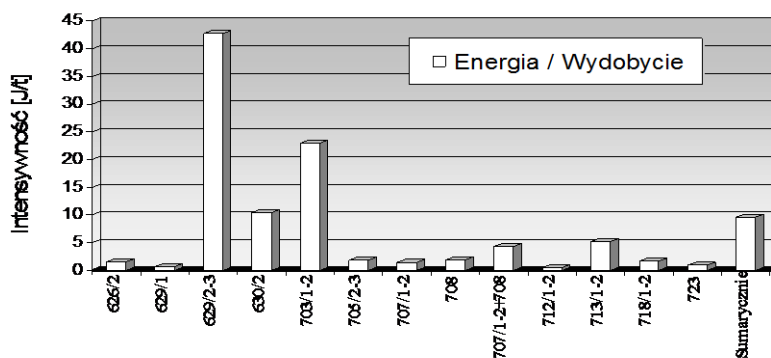
Rozkład wartości wskaźnika intensywności sejsmicznej I^0 w latach 1988-2001

Tabela 2.2

Table 2.2

Distribution of seismic intensity factor since 1988 to 2001

Pokład	Wartości $I^0=E/W$ [J/t]	
	Min	Max
626/2	0.15	3.22
629/1	0.08	1.74
629/2-3	0.38	101.07
630/2	0.14	128.69
703/1-2	3,03	53,75
707/1-2	0,19	4,62
708	0,75	9,7
713/1-2	1,65	13,53
718/1-2	0,17	4,42
723	1,24	2,77



Rys. 2.3 Rozkład intensywności sejsmicznej w latach 1988÷2001 w rozbiću na pokłady
Fig. 2.3 Distribution of seismic intensity factor since 1988 to 2001 in particular beds

Przeprowadzona analiza wykazała następującą charakterystykę zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami analizowanych pokładów:

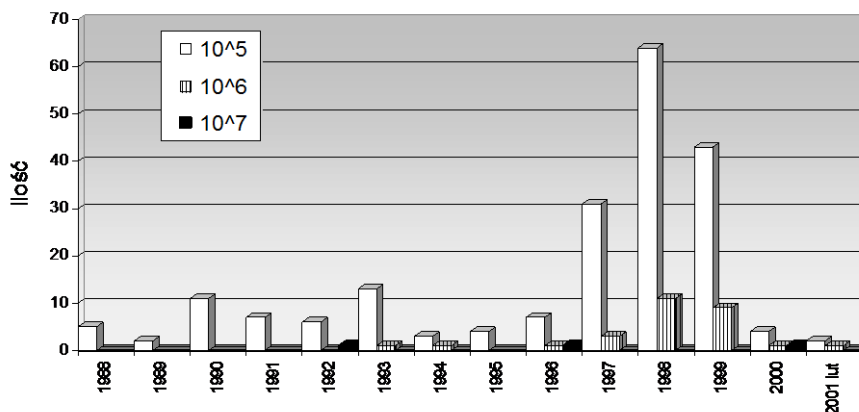
1. Stan zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami w poszczególnych pokładach i latach jest znacznie zróżnicowany, wykazując wartości wskaźnika I^0 w przedziale od 0,08 – 128,69 J/t. Stwierdzone wartości, podane w tabeli 2.2, pozwalają na zakwalifikowanie badanych pokładów zagrożonych tąpnięciami do słabego, średniego i wysokiego stanu zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami.
2. Uzyskane wartości wskaźników intensywności sejsmicznej pozwalają stwierdzić, że największe zagrożenie sejsmiczne powoduje eksploatacja pokładów 630/2, 629/2-3 i 703/1-2. Potwierdza to również wielkość emisji sejsmicznej w postaci wstrząsów wysokoenergetycznych, której rozkład przedstawiono w tabeli 2.3.
3. Od 1997 r. obserwuje się wzrost zagrożenia sejsmicznego, przejawiający się wyraźnym zwiększeniem liczby wstrząsów górotworu o energiach $E \geq 1 \times 10^5$ J co przedstawiono w tabeli 2.1 i na rysunku 2.4.

Tabela 2.3
Rozkład liczby wstrząsów wysokoenergetycznych w pokładach w okresie 1.01.1988 - 1.03.2001r.

Table 2.3

Distribution of numbers of strong mine tremors in beds since 1.01.1988 to 1.03.

Pokład	Liczba wstrząsów N			Σ N
	10 ⁵ [J]	10 ⁶ [J]	10 ⁷ [J]	
626/2	2	-	-	2
629/1	-	-	-	-
629/2-3	86	18	-	104
630/2	15	1	1	17
703/1-2	42	6	1	49
707/1-2	8	-	-	8
708	1	-	-	1
707/1-2+708	-	-	-	-
713/1-2	37	2	-	39
718/1-2	6	-	-	6
723	1	-	-	1



Rys. 2.4 Rozkład liczby wstrząsów wysokoenergetycznych w pokładach w okresie 1.01.1988 - 1.03.2001r

Fig. 2.4 Distribution of numbers of strong mine tremors in beds since 1.01.1988 to 1.03. 2001

Wyniki obliczeń przedstawione w tabelach 2.1 i 2.2 w postaci rozkładu wartości wskaźnika intensywności sejsmicznej E/W, pozwalają stwierdzić wyraźne zróżnicowanie poszczególnych pokładów w zakresie badanego wskaźnika. Maksymalna intensywność sejsmiczna wynosząca 128,69 J/t, występowała przy wybieraniu ścian w pokładzie 630/2. Równie wysoka intensywność 101,07 J/t notowano przy wybieraniu pokładu 629/2-3 w 1998r. Przedział obserwowanych wartości wskaźnika intensywności sejsmicznej E/W wynosi dla badanego okresu 1988 - 2001r w poszczególnych pokładach od 0,08 – 128,9 J/t. Stwierdzone wartości ekstremalne są związane z prowadzoną eksploatacją zawałową pokładu 630/2, a wartości niskie z eksploatacją pokładu 629/1, 626/2 i 707/1-2.

Ogólna wartość wskaźnika E/W w badanym okresie 1988- 2001r, dla całego obszaru kopalni wynosiła 9,59 J/t, co wskazywało na pogranicze niskiego i średniego stanu zagrożenia tąpnięciami i wstrząsami górotworu prowadzonej eksploatacji. Przedmiotowy wskaźnik obliczony dla okresu obserwacji 1998 - 2001r. wynosi w poszczególnych latach odpowiednio 38,98, 23,02, 16,86 i 15,46 J/t, co świadczy o zmniejszaniu się zagrożenia sejsmicznego w ostatnich

latach przy utrzymywaniu się średniego stanu zagrożenia łąpaniami i wstrząsami górotworu.

2.2 Wpływ czynników złożowych i górniczych na kształtowanie się zagrożenia sejsmicznego

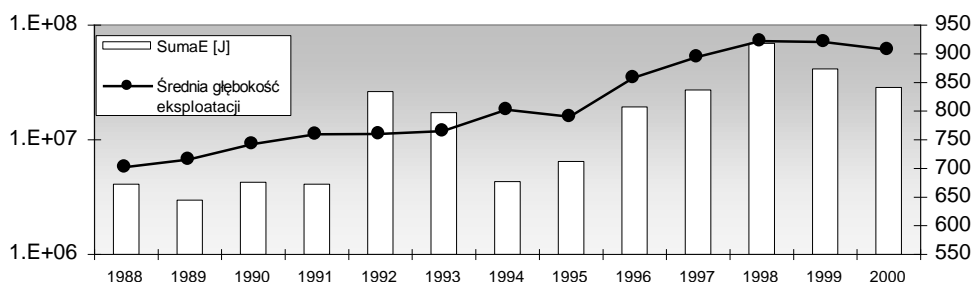
W celu określenia wpływu czynników górniczych na kształtowanie się stanu zagrożenia sejsmicznego przeprowadzono analizę statystyczną danych dotyczących parametrów eksploatacyjnych ścian w latach 1988-2000 z których wybrano: długość ścian, wysokość pokładów i głębokości eksploatacji. Przeprowadzono również badania nad wpływem tektoniki a w szczególności korelacji przebiegu osi niecki jejkowickiej z rejonami o największym zagrożeniu sejsmicznym.

Wyniki przedstawiono w postaci:

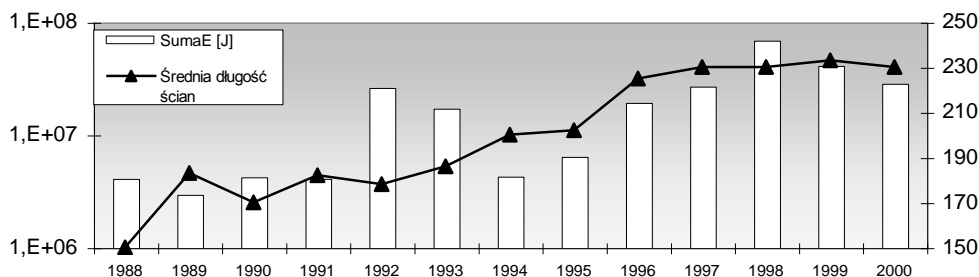
1. mapy izolinii rozkładu energii wstrząsów wysokoenergetycznych na bazie uproszczonej mapy kopalni „Anna” (obszar czynnej eksploatacji) z naniesionymi głównymi elementami tektoniki - rys 2.8,
2. wykresów pokazujących zmiany sumarycznej energii sejsmicznej w latach 1988-2000 w stosunku do zmieniającej się głębokości eksploatacji, długości ścian i wysokości eksploatowanych pokładów – rys.2.5, 2.6 i 2.7.

Jak wynika z przedstawionych zależności wszystkie wskazane elementy miały niewątpliwie wpływ na aktywność sejsmiczną. Uzyskano wyraźne zależności pomiędzy głębokością eksploatacji oraz długością i wysokością ścian na przebiegu aktywności sejsmicznej.

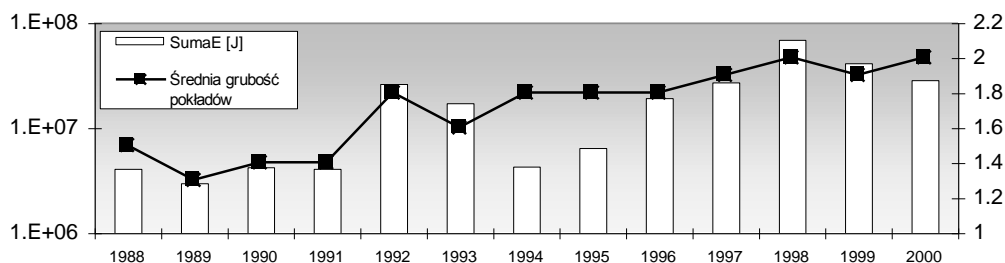
Z uzyskanych danych otrzymano wyraźną korelację przebiegającej osi niecki jejkowickiej z przebiegiem anomalii ekstremalnych emisji sejsmicznych - rysunek 2.8.



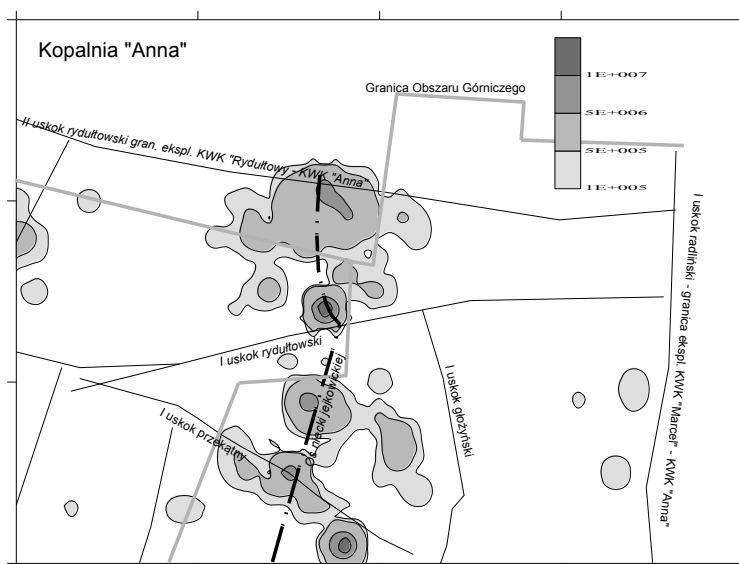
Rys. 2.5 Zależność aktywności sejsmicznej od średniej głębokości eksploatacji w latach 1988 – 2000
Fig. 2.5 Seismic activity versus average depth of exploitation since 1988 to 2000



Rys. 2.6 Zależność aktywności sejsmicznej od średniej długości ścian w latach 1988 – 2000
Fig. 2.6 Seismic activity versus average length of wall of exploitation since 1988 to 2000



Rys. 2.7 Zależność aktywności sejsmicznej od średniej grubości pokładów w latach 1988 – 2000
 Fig. 2.7 Seismic activity versus average thickness of mine beds since 1988 to 2000



Rys. 2.8 Rozkład energetyczny wstrząsów w latach 1988 – 2001 w stosunku do głównych elementów tektoniki
 Fig. 2.8 Distribution of energy of mine tremors since 1988 to 2001 compared with main tectonic elements

3. Prognoza zagrożenia sejsmicznego dla prowadzonej i projektowanej eksploatacji

Prognoza zagrożenia sejsmicznego jest jednym z ważniejszych zagadnień przy projektowaniu eksploatacji górniczej. W warunkach kopalnianych dla określenia prognozy wykorzystywane są metody analityczne i geofizyczne. Ocenę stanu zagrożenia sejsmicznego projektowanych robót eksploatacyjnych przez kopalnię „Anna” przeprowadzono na podstawie zależności wyznaczonej przez A. Bilińskiego (1992).

Wyniki obliczeń prognozowanych, maksymalnych energii wstrząsów górotworu mogących zaistnieć podczas eksploatacji poszczególnych pokładów wskazują, że największe wstrząsy mogą być generowane przez warstwę piaskowca zameckiego o grubości do 70 m, zalegającą w stopniu pokładu 629/1. Wielkość prognozowanych, maksymalnych energii wstrząsów jest zmienna i dla poszczególnych warstw waha się:

- podczas eksploatacji pokładu 630/2 od $8,5 \times 10^4$ - $3,9 \times 10^6$ J,
- podczas eksploatacji pokładu 703/1-2 od $1,1 \times 10^5$ - $4,4 \times 10^6$ J,
- podczas eksploatacji pokładu 707/1-2 od $9,2 \times 10^4$ - $7,4 \times 10^6$ J,
- podczas eksploatacji pokładu 713/1-2 od $1,2 \times 10^5$ - $8,8 \times 10^6$ J,
- podczas eksploatacji pokładu 718/1-2 od $1,2 \times 10^5$ - $4,1 \times 10^5$ J,

Taka wielkość prognozowanych energii wstrząsów na wybiegu projektowanych ścian, świadczy generalnie o „słabym” i „średnim” stanie zagrożenia tąpnięciami. Stany silnego zagrożenia tąpnięciami z energiami wstrząsów powyżej 5×10^6 J mogą wystąpić sporadycznie.

Na podstawie wyników obliczeń prognozowanych wartości maksymalnej energii wstrząsów górotworu dla projektowanego wybierania ścian 630/2, 703/1-2, 707/1-2, 713/1-2 i 718/1-2 można stwierdzić, że zdecydowana większość projektowanej eksploatacji prowadzona będzie w obszarze, gdzie maksymalna energia wstrząsów nie przekroczy wartości E_{max} rzędu 10^5 J, co uwzględniając występujące uwarunkowania w postaci korzystnych parametrów geomechanicznych węgla wybieranych pokładów, systemu eksploatacji, obudowy wyrobisk ścianowych, oraz dużej odległości warstwy tąpniącej, powinno zapewnić utrzymywanie się głównie słabego stanu zagrożenia tąpnięciami.

Przy wybieraniu pokładów 630/2, 703/1-2, 707/1-2 i 713/1-2 wystąpią lokalne anomalie maksymalnej energii wstrząsów na poziomie 10^6 J, przy czym w żadnym przypadku wartość energii prognozowanej E_{max} nie powinno przekroczyć $9,0 \times 10^6$ J. Natomiast w czasie wybierania pokładu 718/1-2 w żadnym przypadku wartość E_{max} nie powinna przekroczyć poziomu $4,1 \times 10^5$ J, co pozwoli na prowadzenie eksploatacji z minimalnym zagrożeniem tąpnięciami.

Prognozowane wartości maksymalnej energii wstrząsów górotworu wskazują na możliwość występowania w rejonach o zwiększonej koncentracji naprężeń i strefach uskokowych wstrząsów o energii rzędu 10^6 J. Przedmiotowe wstrząsy mogą stanowić zagrożenie dla wyrobisk górniczych i załogi, co wymagać będzie stosowania specjalnych środków i metod profilaktycznych.

Analiza powtarzalności silnych zjawisk sejsmicznych wykazała, że średnie czasy powrotu wstrząsów wysokoenergetycznych dla okresu 1988-2000:

	w rejonach eksploatacji	w rejonach uskoków
- dla energii 1×10^6 J	175 dni	270 dni
- dla energii 1×10^7 J	1630 dni	1690 dni

4. Stwierdzenia i wnioski

1. Dla oceny zagrożenia sejsmicznego kopalnia stosuje pełny zespół metod badawczych obejmujący metody górnicze, analityczne i geofizyczne. Kopalnia zastosowała system obserwacji wstrząsów w rejonie uskoku I rydułtowskiego wykorzystując do tego celu dodatkowo geofony. Zagęszczony układ pomiarowy zarówno w pionie jak i w poziomie pozwala na detekcję i lokalizację zjawisk o energii od 10 J dając możliwość śledzenia rozwoju zjawisk geomechanicznych w górotworze.

2. Na podstawie analizy wyników obserwacji sejsmologicznych stwierdza się, że przy wybieraniu pokładów grupy 600 i 700 występuje zwiększone zagrożenie sejsmiczne. Największą aktywność i intensywność sejsmiczną obserwowano przy prowadzeniu eksploatacji w pokładach 629/2-3, 630/2 i 703/1-2. Ogólna wartość wskaźnika intensywności sejsmicznej E/W w badanym okresie 1988 – 2000 dla całego obszaru kopalni wynosiła 9,59 J/t co wskazywało na pogranicze niskiego i średniego stanu zagrożenia tąpnięciami.

3. Zagrożenie sejsmiczne jest w znacznym stopniu związane z ukształtowaniem i tektoniką złoża, przy czym głównymi elementami zwiększającymi zagrożenie są uskoki i niecka oraz zmienność zalegania i grubość pokładów. Uzyskano wyraźne zależności pomiędzy głębokością eksploatacji oraz długością i wysokością ścian na przebieg aktywności sejsmicznej. Z uzyskanych danych otrzymano również wyraźną korelację przebiegającej osi niecki jejkowickiej z przebiegiem anomalii ekstremalnych emisji sejsmicznych.

4. Prognozowane wartości maksymalnej energii wstrząsów górotworu wskazują, że większość projektowanej eksploatacji prowadzona będzie w obszarach, gdzie maksymalna wartość energii wstrząsów nie przekroczy rzędu 10^5 J. Przy wybieraniu pokładów 630/2, 703/1-2, 707/1-2 i 713/1-2 wystąpią lokalne anomalie maksymalnej energii na poziomie 106J, przy czym największa wartość energii sejsmicznej E_{max} nie powinna przekroczyć wartości 1×10^7 J.

5. Analiza powtarzalności silnych zjawisk sejsmicznych wykazała, że średnie czasy powrotu wstrząsów wysokoenergetycznych dla okresu 1988-2000 wynoszą dla energii 1×10^7 J w rejonach eksploatacji 1630 dni a w rejonach uskoków 1690 dni.

Literatura

- [1] Biliński A. 1992: Ocena zagrożenia tąpnięciem wyrobiska eksploatacyjnego. Prace GIG.
- [2] Cianciara B., Gerlach Z. 2000: Optymalizacja sieci sejsmologicznej dla obszaru górniczego KWK „Anna”.
- [3] Gerlach Z. 1991: Empiryczne modele przewidywania stanu zwiększonego zagrożenia tąpnięciami w oparciu o wyniki sejsmologii górniczej. Praca doktorska AGH, Kraków.
- [4] Gerlach Z., Wyrobek E. 1991: Ocena zagrożenia tąpnięciem na podstawie przestrzennego rozkładu wstrząsów górotworu. Mat. Konf. AGH nt: Eksploatacja złóż w warunkach występowania zagrożeń naturalnych.
- [5] Kozioł E., Dzierżęga St., Kabza T. 1999: Koncentracja wydobywania a aktywność sejsmiczna. Prace Naukowe GIG (Tąpnięcia '99). 39-46.
- [6] Marczak A., Lasocki St., Gerlach Z., Wyrobek E. 1989: Ocena zagrożenia tąpnięciami na podstawie komputerowego przetwarzania wyników obserwacji sejsmologicznych w KWK „Katowice”, Zeszyty Naukowe AGH Z. 142, Kraków.
- [7] Projekt techniczny (tzw. kompleksowy) Eksploatacji Pokładów Zagrożonych Tąpnięciami w KWK „Anna” na lata 2001- 2006.

Estimation of seismic hazard during exploitation of 600 and 700 seam group in KWK “ANNA”

Deposit, tectonic and mining conditions of conducted exploitation of coal by „Anna” coal mine are discussed in the presented paper. The results of seismological observation in context of seismic risk assessment were analysed. The influence of geological and mine factors on the seismic risk are also discussed. The results of forecast and evaluation of repeatability of strong tremors are presented.

Przekazano: 15 marca 2001