

Piotr BAŃKA, Jan BIAŁEK, Andrzej JAWORSKI

## BADANIA ZWIĄZKÓW POMIĘDZY POSTĘPEM FRONTU ŚCIANOWEGO A SEJSMICZNOŚCIĄ INDUKOWANĄ

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono przykładowe wyniki prac mających na celu poszukiwanie związków pomiędzy prędkością wybierania a rejestrowaną sejsmicznością. Wyniki badań dla dwóch charakterystycznych z uwagi na zagrożenie sejsmiczne rejonów eksploatacyjnych wskazują na stosunkowo niską korelację pomiędzy analizowanymi wielkościami. Stwierdzono, że jest to spowodowane głównie dodatkowymi wpływami silnie zmiennych warunków górnictwo-geologicznych na wybiegach ścian.

## RESEARCH STUDIES ON THE RELATIONSHIP OF LONGWALL FRONT ADVANCE AND INDUCED SEISMICITY

**Summary.** The paper presents exemplary results of works aiming to determine the relationship between the rate of mining and the recorded seismicity. The presented results for two mining areas characteristic for the occurrence of seismic hazards indicate that there is a relatively low correlation between the analyzed qualities. The studies have showed that it was principally effected by additional influences of strongly variable mining-geological conditions along longwall runouts.

### 1. Wprowadzenie

Wieloletnie obserwacje wykazały istnienie bezsprzecznych związków pomiędzy niektórymi parametrami górnictwymi (np. objętość wybranego złoża, powierzchnia odstonięcia stropu, układ zaszczości eksploatacyjnych) a poziomem rejestrowanej sejsmiczności.

Przy ustalonej długości frontu ścianowego i mało zmiennej wysokości ściany praktycznie tylko poprzez zwiększenie postępu można uzyskać wymuszoną względami ekonomicznymi wydajność. Jednak w rejonach zagrożonych sejsmicznie istotnego znaczenia nabiera wtedy

zagadnienie wpływu wzrostu prędkości wybierania na poziom tego zagrożenia. Problematyka ta jest od wielu lat przedmiotem badań, których rezultaty prowadzą do nieraz kontrowersyjnych wniosków (Biliński A.[2], Gerlach Z. [3], Konopko W.i in.[4]).

Wyniki analiz prowadzonych przez kopalniane stacje geofizyki górnictwa również nie pozwalają jednoznacznie przesądzić o wpływie postępu na sejsmiczność. Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki badań prowadzonych celem poszukiwania zależności pomiędzy prędkością eksploatacji a zagrożeniem wstrząsami.

Obliczenia prezentowane w artykule wykonano dla dwóch charakterystycznych rejonów eksploatacji zawałowej. Pierwszy z nich dotyczy eksploatacji prowadzonej ścianami M-6 i M-7 w słabo zagrożonym tąpnięciem pokładzie 703/1-2 KWK Marcel. Drugi rejon obejmuje pola silnie zagrożonych tąpnięciami ścian 770, 771 prowadzonych w pokładzie 502 KWK Bielszowice.

W obu rejonach eksploatacja indukowała dużą ilość wstrząsów, w tym wstrząsy wysokoenergetyczne. Wybieranie prowadzono ze zmiennym postępowaniem, przy czym w ścianach 770 i 771 często był on ograniczany wymogami minimalizacji zagrożenia tąpnięciami.

## 2. Postęp a poziom sejsmiczności indukowanej – wyniki badań

Analizowane ściany różnią się uzyskiwanymi postępowaniami wynoszącymi dla ścian M-6, M-7, 771 do 4 m/dobę, a dla ściany 770 do 2 m/dobę. Powyższe postępy są wartościami średnimi z postępów dekadowych (15-dniowych – KWK Marcel). Eksploatacjom powyższym towarzyszyła silnie zmienna w czasie sejsmiczność indukowana. Na poziom obserwowanej sejsmiczności obok postępu ścian miały wpływ także inne czynniki, na przykład zróżnicowanie stanu zdeformowania złoża będące wynikiem dokonanej w rejonach, nieregularnie wykształconej, wielopokładowej eksploatacji – co szczególnie odnosi się do rejonu w KWK Bielszowice.

### Charakterystyka rejonów badań

Eksploatacja ścianą M-6 KWK Marcel prowadzona była w latach 1996-98, aktualnie prowadzona jest w rejonie kolejna zawałowa ściana M-7 o średniej wysokości 2,3m na głębokości ok. 900 m. Pokład zaliczony jest do I stopnia zagrożenia tąpnięciami ( $W_{ET}=2.3$ ,  $R_c =$

23 MPa). W odległości ok. 10 m nad pokładem 703/1-2 zalega 20-metrowa warstwa piaskowca, a następnie naprzemianległe warstwy łupków i piaskowców. W odległości ok. 200 m nad pokładem zalega gruba 70-metrowa ława piaskowca Zameckiego o średniej wytrzymałości  $R_c = 58$  MPa.

W trakcie prowadzenia robót górniczych nie obserwowano wpływów odległych w pionie (pokł. 624 – 340m, pokł. 626 – 280m) zaszłości eksploatacyjnych. Mimo występowania okresowo wysokiego poziomu sejsmiczności indukowanej w wyrobiskach nie stwierdzano podwyższonego zagrożenia tąpnięciami.

W okresie objętym badaniami (01.97 – 09.99) zarejestrowano 3941 wstrząsów o sumarycznej energii  $1.7 \times 10^8$  J. Na rys. 1 przedstawiono kontury eksploatacji przeprowadzonej w pokł. 703/1-2 z naniesionymi ogniskami analizowanych wstrząsów.



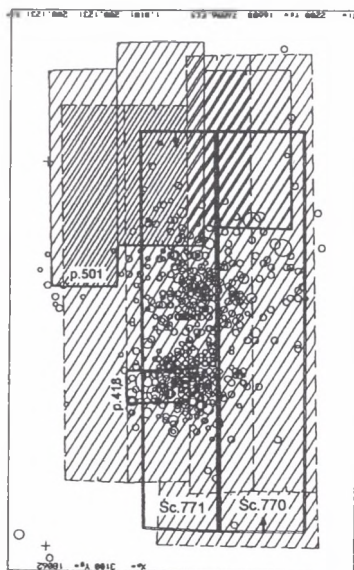
Rys. 1. Kontury eksploatacji w pokł. 703/1-2 z naniesionymi ogniskami wstrząsów  
Fig. 1. Mining contours in bed 703/1 with marked focuses of recorded tremors

W latach 1993-97 eksploatację pokładu 502 KWK Bielszowice prowadzono na wysokość ok. 3 m kolejno zawałowymi ścianami 770 i 771. Średnia głębokość eksploatacji wynosiła 900 m. Pokład zaliczony jest do III stopnia zagrożenia tąpnięciami ( $W_{ET} = 4$ ,  $R_c = 23$  MPa).

W spągu pokładu zalega gruba 30-metrowa ława piaskowca, a w stropie w odległościach 15 m, 50 m i 80 m nad pokładem 502 zalegają warstwy piaskowców o grubościach odpowiednio 7 m, 18 m i 28 m.

Pokład 502 w rejonie ścian 770, 771 znajduje się w zasięgu wzmoczonych wpływów zaszłości wytworzonych w pokładach 501 (7 m powyżej) i 418 (57 m powyżej). W trakcie prowadzenia robót górniczych obserwowano przejawy wzmoczonego ciśnienia górotworu, a także wysoki poziom zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami, co powodowało konieczność stosowania w szerokim zakresie profilaktyki tąpniowej. W okresie objętym badaniami (02.94 – 12.97) zarejestrowano 581 wstrząsów o sumarycznej energii  $5.9 \times 10^7 \text{ J}$ .

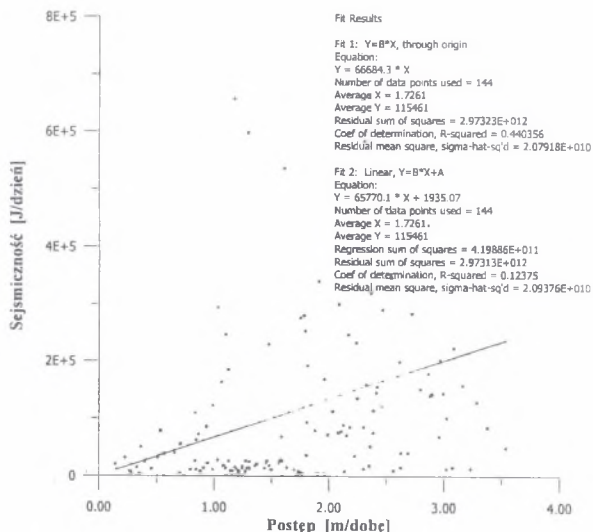
Na rys. 2 przedstawiono kontury eksploatacji przeprowadzonej w pokł. 502 zaszłości w pokł. 501 i 418 oraz naniesiono ogniska analizowanych wstrząsów.



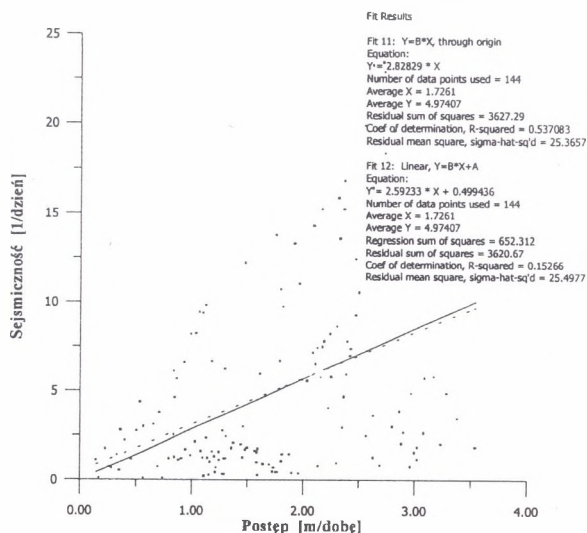
Rys. 2. Eksploatacja w pokł. 502 z naniesionymi ogniskami wstrząsów  
Fig. 2. Mining contours in bed 502 with marked focuses of recorded tremors

Wykresy na rys.3-6 podają zależności pomiędzy uzyskiwanymi w polach ścian postęпами a poziomem sejsmiczności. Wykresy te różnią się analizowanym wskaźnikiem sejsmiczności: rys.3 – suma energii wstrząsów na dzień, rys.4 – liczba wstrząsów na dzień, rys.5,6 odpowiednio sumaryczna energia i liczba wstrząsów na jednostkę objętości wybranego złoża.

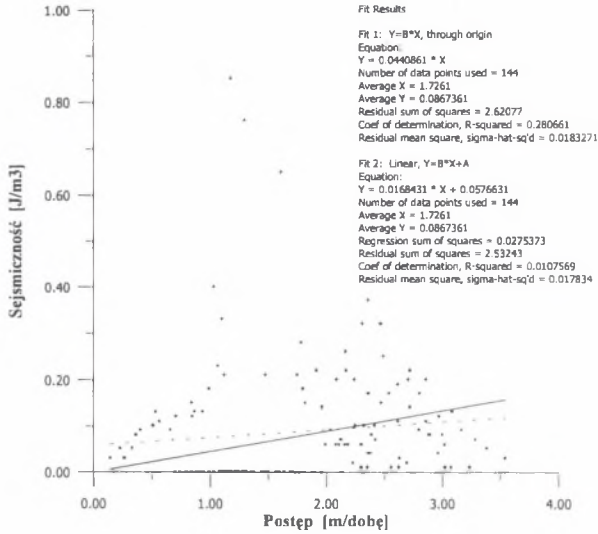
Nie stwierdzono istnienia widocznych zależności korelacyjnych pomiędzy badanymi wielkościami (współczynniki korelacji liniowej bardzo niskie). Nieco silniejsze zależności zachodzą pomiędzy postępowaniem a sumaryczną energią (liczbą) wstrząsów rejestrowanych w jednostkowym przedziale czasu – rys.3 i 4.



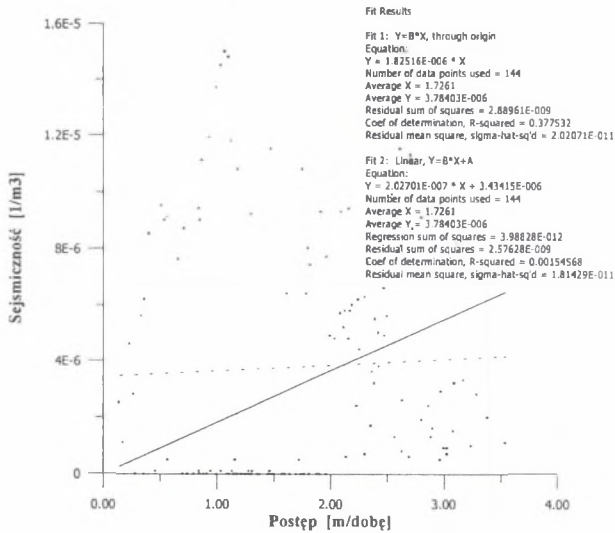
Rys.3. Zależność sumarycznej energii wstrząsów [J/dzień] od postępu frontu ścianowego  
Fig.3. Dependence of summary tremor energy [J/day] on the advance of longwall front



Rys.4. Zależność ilości wstrząsów [1/dzień] od postępu frontu ścianowego  
Fig.4. Dependence of the number of tremors [J/day] on the advance of longwall front

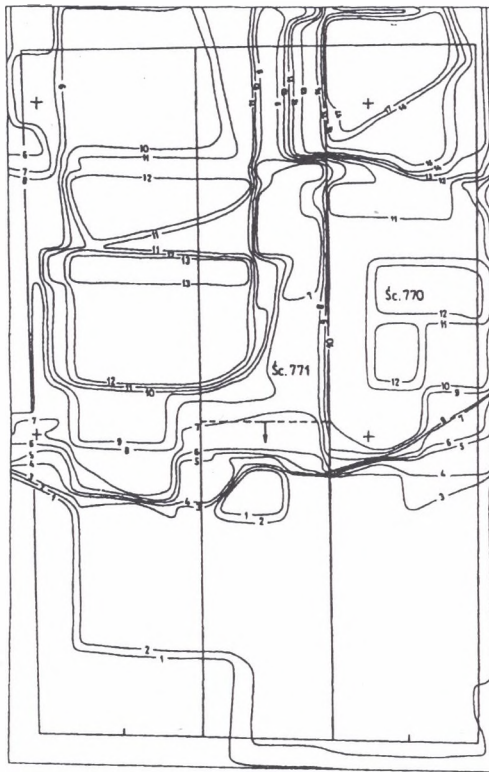


Rys.5. Zależność sumarycznej energii wstrząsów [ $J/m^3$ ] od postępu frontu ścianowego  
 Fig.5. Dependence of summary tremor energy [ $J/m^3$ ] on the advance of longwall front



Rys.6. Zależność ilości wstrząsów [ $1/m^3$ ] od postępu frontu ścianowego  
 Fig.6. Dependence of the number of tremors [ $1/m^3$ ] on the advance of longwall front

Tak słabe zależności korelacyjne można tłumaczyć wpływami wielu innych czynników górniczych [1]. Istotny wpływ może mieć narastająca z wybiegiem analizowanych ścian szerokość otwarcia pola (sąsiedztwo zrobów) oraz silne zróżnicowanie w miąższości wybranego złoża (wpływy zaszułości eksploatacyjnych), szczególnie widoczne w rejonie pół ścian 770 i 771. Ściany 770, 771 prowadzone były w warunkach wpływu krawędzi pokładów 501 i 418, a generalnie w warunkach silnego zróżnicowania w miąższości wybranego złoża wynoszącej od ok. 1 m do ok. 17 m - rys.7.



Rys.7. Mapa sumarycznej miąższości wybranego złoża w rejonie pół ścian 770 i 771

Fig.7. Map of the summary thickness of the mined-out bed in the area of longwalls 770 and 771



### 3. Podsumowanie

Problematyka wpływu postępu frontu na poziom sejsmiczności była przedmiotem wielu badań, których rezultaty prowadziły do przeciwnych wniosków. W oparciu o wyniki tych badań formułowano tezy o konieczności prowadzenia eksploatacji, na przykład z bardzo małym postępowaniem dobowym bądź z bardzo dużym – uznając pewne przedziały prędkości wybierania za niekorzystne z uwagi na poziom zagrożenia.

Wyniki przedstawionych, wycinkowych badań nie pozwoliły na jednoznaczne określenie wpływu prędkości wybierania na poziom sejsmiczności indukowanej eksploatacją ścianową. Stwierdzano na ogół stosunkowo niewielki wpływ wzrostu prędkości wybierania na zwiększenie wydatku energetycznego i liczebności rejestrowanych wstrząsów. W analizowanych rejonach obserwowane zmiany poziomu sejsmiczności indukowanej wydają się być w większym stopniu zdeterminowane lokalnie zmiennymi górnictwo-geologicznymi warunkami wybierania niż prędkością eksploatacji.

### LITERATURA

1. Białek J., Bańka P., Jaworski A. : Wykorzystanie analitycznych prognoz naprężeniowo-deformacyjnych warunków wybierania do projektowania eksploatacji w rejonach zagrożonych tąpnięciami. Prace GIG seria Konferencje nr 26, Katowice 1998.
2. Biliński A. : Ocena zagrożenia tąpnięciem wyrobiska eksploatacyjnego. Prace GIG, seria dodatkowa , Katowice 1992.
3. Gerlach Z. : Empiryczne modele przewidywania stanu zwiększonego zagrożenia tąpnięciami w oparciu o wyniki sejsmologii górniczej. Praca doktorska. Kraków 1990.
4. Konopko W., Patyńska R., Makówka J. : Postęp, długość i wysokość ścian a zagrożenie tąpnięciami. Prace Naukowe GIG, Komunikat nr 809, Katowice 1995.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Józef Dubiński



**Abstract**

The paper presents exemplary results of works aiming to determine the relationship between the rate of mining and the recorded seismicity. The analysis covered a group of tremors which were considered directly related with mining works carried out in a given area. The following seismicity indexes were investigated: energy release per 24h [J/24h], energy release per volume unit of the mined bed [ $\text{J}/\text{m}^3$ ] and the number of tremors calculated per volume unit and time unit. 24h advance rates were determined from real decade-based advance data involving the investigated longwalls. The presented results for two mining areas characteristic for the occurrence of seismic hazards indicate that there is a relatively low correlation between the analyzed qualities. The studies have showed that it was principally effected by additional influences of strongly variable mining-geological conditions along longwall runouts.