

Aktywność sejsmiczna w pokładach siodłowych 506 i 507 a kształtowanie się zagrożenia sejsmicznego w obrębie pola ściany 2 w pokładzie 502wg w partii „H” KWK „Halemba-Wirek”

Seismic activity in saddle beds no. 506 and 507 and seismic hazard in the area of longwall no. 2, seam no. 502wg, part “H” located in KWK “Halemba-Wirek”



Mgr inż. Wojciech Szymiczek^{*)}



Mgr Kinga Grygonis^{*)}

Treść: Na stan zagrożenia łąpaniami w rejonach prowadzonych robót górniczych wpływa wiele czynników. Zarówno głębokość eksploatacji, warunki geologiczne, jak i zaszczości eksploatacyjne. Biorąc pod uwagę te ostatnie, w artykule podjęto próbę przedstawienia zależności pomiędzy rejestrowaną aktywnością sejsmiczną w pokładach 506 i 507 a kształtowaniem się zagrożenia sejsmicznego w obrębie pola ściany 2 w pokładzie 502wg. Omówiono doświadczenia kopalni związane z eksploatacją przystropowej warstwy pokładu 502 w partii „H” ścianą 2 w warunkach dużej aktywności sejsmicznej. Uwzględniono również prowadzone prace profilaktyczne w celu bezpiecznego wykonywania robót górniczych w tym rejonie, w aspekcie przeprowadzonych analiz dotychczasowej aktywności sejsmicznej.

Abstract: The state of rockburst hazard in areas of mining exploitation is affected by many factors: the depth of exploitation as well as geological or mining conditions. Taking into account the latter, the paper focus on the attempts to present a relationship between the recorded seismic activity in seams no. 506 and 507 and seismic hazard in the area of longwall no. 2 in seam no. 502wg. This paper also presents the experience of the mine connected with roof slice extraction in seam no. 502, part “H”, longwall no. 2 in the conditions of high seismic activity. Attention was also paid to the prevention works in this area in terms of the analyzes for the existing seismic activity.

Słowa kluczowe:

wstrząs górniczy, profilaktyka łąpaniowa, aktywność sejsmiczna

Key words:

mining tremor, rockburst prevention, seismic activity

1. Wprowadzenie

Jednym z wiodących zagrożeń w polskim górnictwie węgla kamiennego jest zagrożenie sejsmiczne. W obszarze KWK „Halemba-Wirek” występuje problem utrzymującej się na wysokim poziomie aktywności sejsmicznej w trakcie prowadzonej eksploatacji w pokładach siodłowych. Aktualnie eksploatowany pokład 502 w partii „H” obszaru górniczego Halemba I również charakteryzuje duża aktywność sejsmicz-

na. Wpływają na to m.in. głębokość prowadzonych robót, terazniejsza, jak i uprzednio prowadzona eksploatacja, a także bliskie sąsiedztwo dużych zaburzeń tektonicznych zlokalizowanych w tym rejonie [2]. Wysokoenergetyczne wstrząsy generowane głównie na skutek pęknięcia mocnych warstw piaskowca załęgających w sąsiedztwie tego pokładu, wpływały istotnie na stan zagrożenia łąpaniami w trakcie eksploatacji ścianą 2 w przystropowej warstwie pokładu 502. Na podstawie posiadanych danych przeprowadzono analizę rozkładu wstrząsów w tym rejonie podczas eksploatacji pokładu 506, będącego pokładem odprężającym dla wiązki pokładów siodłowych oraz kolejnego z pokładów - 507. Przeprowadzone

^{*)} KW S.A. Oddział KWK „HALEMBA-WIREK, Ruda Śląska

rozważania przyczyniły się do ustalenia istnienia w górotworze stref podwyższonych naprężeń i akumulacji energii sprężystej. Ich obecność wynika prawdopodobnie z różnic własności geomechanicznych ośrodka, spowodowanych postępującym procesem deformacji w górotworze. Przemieszczanie się mas skalnych w wyniku prowadzonej eksploatacji może skutkować w obrębie tych stref niebezpiecznym uwolnieniem energii w postaci wstrząsów górotworu, co bezpośrednio wpływa na potencjalne zagrożenie tąpnięciami.

2. Warunki geologiczne w południowej części partii „H”

Partia „H” ograniczona jest od zachodu uskokiem III o zrzucie $h \sim 35 \text{ m} - 50 \text{ m}$, od wschodu uskokiem V o zrzucie $h \sim 60 \text{ m} - 70 \text{ m}$, od południa uskokiem Kłodnickim o zrzucie $h \sim 380 \text{ m}$ oraz od północy granicą obszaru górnicego „Halemba I”. Istotnym parametrem decydującym o poziomie rejestrowanej aktywności sejsmicznej w tej części obszaru górnicego Halemba I są istniejące warunki geologiczne.

W analizowanym rejonie w przekroju geologicznym występują warstwy orzeskie, rudzkie oraz siodłowe. Pokłady węgla warstw orzeskich charakteryzują się małą miąższością od 0,3 do 1,0 m, a ich wykształcenie jest nieregularne. Warstwy rudzkie obejmują litologicznie dwa różne kompleksy skalne. Górna część od pokładu 401 do pokładu 409 litologicznie jest podobna do serii orzeskiej, przeważają w niej utwory iłowcowo-mułowcowe z niewielką ilością piaskowców. Dolna część warstw rudzkich, tj. od spągu pokładu węgla 409 do stropu warstw siodłowych ma zdecydowanie charakter piaskowcowy. Warstwy siodłowe charakteryzują się pełnym wykształceniem tj. od pokładu 502 do pokładu 510. Dominującą rolę w tej serii osiąga piaskowce stanowiące prawie połowę całkowitego profilu oraz warstwy węgla. Pozostała część profilu warstw siodłowych zbudowana jest z mułowców, iłowców oraz łupków węglowych, co przedstawiono na rysunku nr 1.

W profilu litologicznym rejonu można wyróżnić kilka warstw skalnych, mających cechy wstrząsogenne. W najbliższym sąsiedztwie pokładów 502, 506 i 507 znajduje się 5 takich warstw o miąższości od ok. 20 - ok. 50 m.

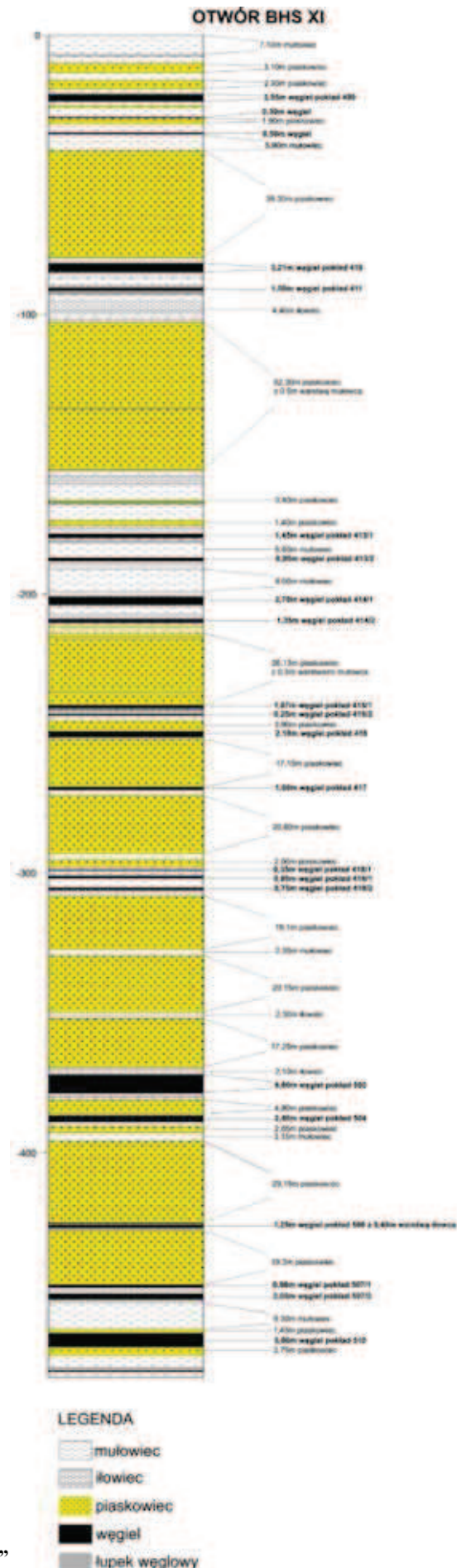
Dotychczasowa eksploatacja w tej części partii objęła 12 pokładów warstw rudzkich i siodłowych (402, 405/1, 405/2, 407/2, 409, 410, 411, 413/1, 413/2, 416, 506, 507). Łączna miąższość wyeksploatowanych pokładów wyniosła ok. 25 m.

2.1. Rejon eksploatacji ścian 9-13 w pokładzie 506

Pokład 506 w południowej części partii „H” zalega na głębokości od 923 m do 981 m i zapada na południe pod kątem $5^\circ - 7^\circ$. Miąższość pokładu wynosi 2,0 - 2,6 m. Lokalnie występowało ścienienie pokładu do 1,2 m.

W rejonie eksploatacji ścianami 9÷13 znajduje się wiązka uskokiów o tym samym kierunku przebiegu o zrzutach $h = 0,5 \text{ m} \div 3,5 \text{ m}$. Eksploatacja prowadzona była na całą grubość pokładu, tj. 2,0-2,6 m systemem podłużnym na zawał. Pokład 506 był pokładem odprężającym dla pozostałej eksploatacji planowanej w wiązce pokładów siodłowych. Rozcinę eksploataowanych ścian zaprojektowano w bezpośrednim sąsiedztwie Uskoku Kłodnickiego oraz Uskoku V. Według przeprowadzonych badań dla pokładu 506 średnia wytrzymałość na ściskanie R_c wynosi:

- skały stropowe od 28,1 MPa do 107,5 MPa,
- skały spągowe od 41,0 MPa do 50,8 MPa,
- węgiel pokł. 506 od 12,9 MPa do 16,8 MPa.



Rys. 1. Fragment otworu BHS XI w południowej części partii „H”
Fig. 1. Part of the borehole BHS XI in the southern part of block “H”

2.2. Rejon eksploatacji ścian 10÷12 w pokładzie 507

Pokład 507 w południowej części partii „H” zalega na głębokości od 957 m do 1009 m i zapada na południe pod kątem 6° - 8° . Miąższość pokładu wynosi 2,4-2,8 m. W części wschodniej partii „H” przebiega z północy na południe linia połączenia pokładu 507 z pokładem 510 i tam grubość całego pokładu wynosi około 9,5 m.

W rejonie eksploatacji ścianami 10÷12 znajduje się wiązka uskokuów zrzucie $h = 0,3 \div 2,5$ m. Eksploatacja prowadzona była na całą grubość pokładu, tj. 2,4-2,8 m systemem podłużnym na zawal. Rozcinę eksploatowanych ścian zaprojektowano w bezpośrednim sąsiedztwie Uskoku Kłodnickiego oraz Uskoku V. Według przeprowadzonych badań dla pokładu 507 średnia wytrzymałość na ściskanie R_c wynosi:

- skały stropowe od 53,9 MPa do 111,0 MPa,
- skały spągowe od 45,3 MPa do 94,0 MPa,
- węgiel pokł. 507 od 12,1 MPa do 15,9 MPa.

2.3. Rejon eksploatacji ścianą 2 w pokładzie 502wg

Pokład 502 w rejonie ściany 2 zalega na głębokości od 885 m do 925 m i zapada na południowy zachód pod kątem 6° - 7° . Miąższość pokładu wynosi 6,2-6,6 m.

W rejonie pola ściany znajdują się dwa uskoki o zrzutach $h = 0,6$ m i $h = 2,6$ m. Ściana 2 eksploatowana była w warstwie przystropowej pokładu 502 systemem podłuż-

nym na zawal z doszczelnianiem zrobów, na wysokość 2,7 m. Długość ściany wynosiła 120-180 m, natomiast wybieg 810 m. Eksploatowana była nad zrobami pokładów 506 i 507 poza wpływem krawędzi ww. pokładów oraz w sąsiedztwie Uskoku Kłodnickiego i Uskoku V [3]. Według przeprowadzonych badań dla pokładu 502 średnia wytrzymałość na ściskanie R_c wynosi:

- skały stropowe od 26,2 MPa do 31,5 MPa,
- skały spągowe od 34,2 MPa do 53,4 MPa,
- węgiel pokł. 502 od 13,2 MPa do 16,4 MPa.

3. Aktywność sejsmiczna towarzysząca eksploatacji w pokładzie 506 i 507 w południowej części partii H

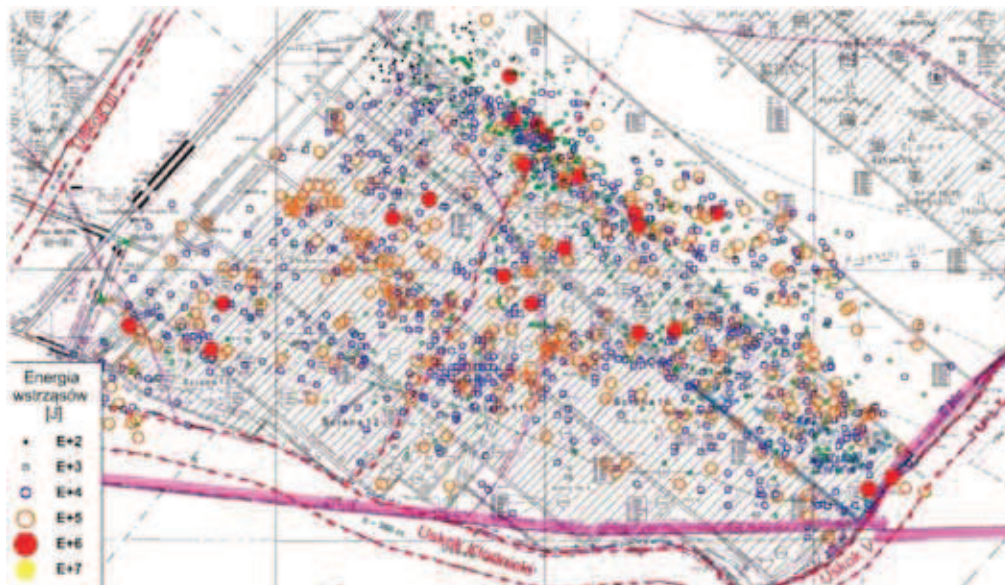
3.1. Pokład 506

W trakcie eksploatacji pokładu 506 w południowej części partii H rejestrowano bardzo wysoką aktywność sejsmiczną. Pokład ten, z uwagi na zmieniające się przez lata koncepcje wybierania i eksploatacji pokładów siodłowych, stał się pokładem odprężającym dla eksploatacji wiązki pokładów siodłowych w partii „H”. Wybrano w tym rejonie pięć ścian podłużnych na zawal (ściany 9÷13) w kierunku od uskoku V do uskoku III. W trakcie eksploatacji tych ścian rejestrowano następującą aktywność sejsmiczną przedstawioną w tablicy 1 oraz na rysunku 2.

Tablica 1. Liczba rejestrowanych wstrząsów w poszczególnych klasach energetycznych podczas eksploatacji pokładu 506 w partii „H”

Table 1. Number of registered mining tremors in the particular classes of power during exploitation of seam no. 506 of block “H”

Wyrobnisko	Liczba wstrząsów o energii rzędu						Suma	Energia sumaryczna, 10^7 J
	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6 J	10^7 J		
ściana 9	69	350	339	130	15	-	903	9,0
ściana 10	0	27	98	30	1	-	156	1,4
ściana 11	0	26	142	93	2	-	263	2,7
ściana 12	1	23	74	27	1	-	126	1,8
ściana 13	0	18	51	20	2	-	91	0,92
Razem	70	444	704	300	21	-	1539	15,82



Rys. 2. Lokalizacja ognisk wstrząsów występujących w trakcie eksploatacji południowej części pokładu 506 w partii H

Fig. 2. Location of tremor focal points occurring during exploitation in the southern part of the seam no. 506 of block “H”

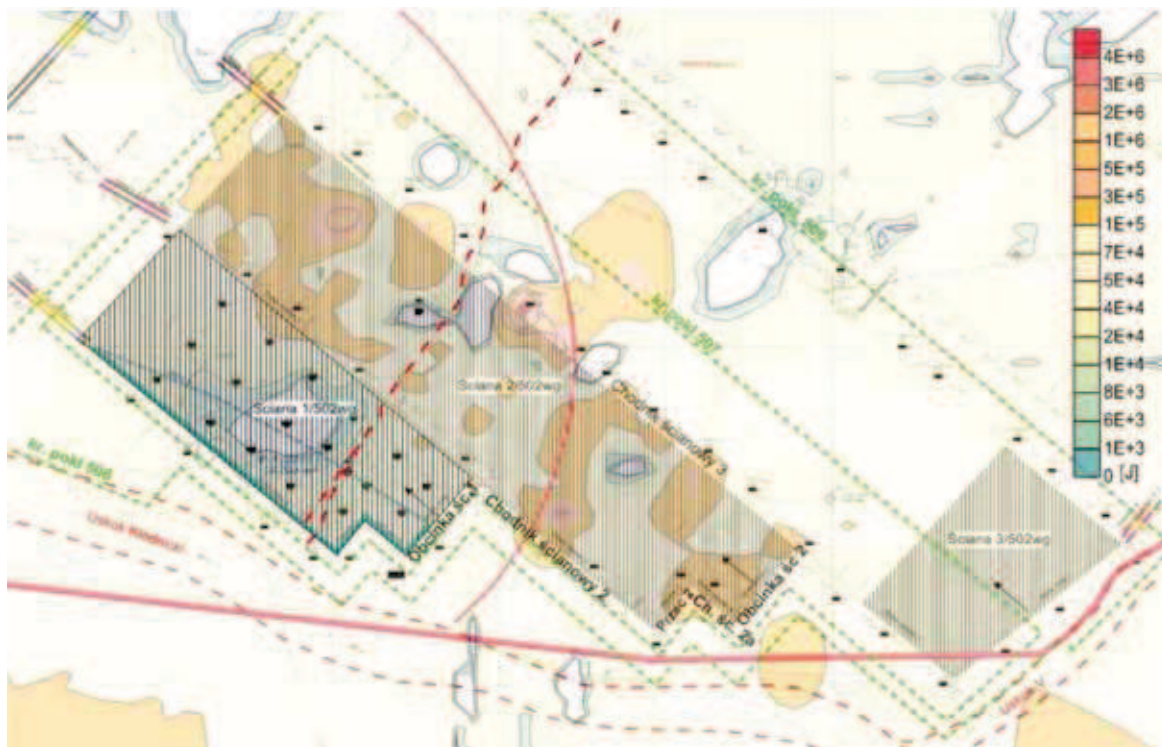
Na podstawie zgromadzonych danych sporządzono mapy rozkładu wartości rejestrowanej energii sejsmicznej ze ścian 10 i 11 (rys. 3), z uwagi na ich lokalizację bezpośrednio pod

prowadzoną eksploatacją pokładu 502wg ścianą 2. Otrzymane wyniki zestawiono z mapą aktualnie prowadzonych przez kopalnię robót górniczych w pokładzie 502wg (rys. 4).



Rys. 3. Lokalizacja ognisk wstrząsów zarejestrowanych w trakcie eksploatacji ścian 10 i 11 w pokładzie 506 wraz z obrysem ścian 1÷3 w pokładzie 502wg

Fig. 3. Location of mining tremors during the exploitation of longwall No. 10 and 11 in seam 506 with an outline of the longwall No. 1÷3 in seam 502wg



Rys. 4. Rozkład energetyczny wstrząsów zarejestrowanych w trakcie eksploatacji ścian 10 i 11 w pokładzie 506 na mapie pokładu 502wg.

Fig. 4. Energy distribution of mining tremors occurring during the exploitation of longwall No. 10 and 11 in seam 506 on map of seam 502wg

Stwierdzono występowanie stref o podwyższonych wartościach rejestrowanej energii sejsmicznej na początkowym odcinku wybiegu ściany 2 pomiędzy jej obcinką a linią przedłużenia obcinki ściany 1 oraz bezpośrednio za obcinką ściany 2. Kolejne dwie takie strefy zlokalizowano w polu ściany w rejonie lokalnej strefy uskokowej oraz na odcinku wybiegu ściany pomiędzy ww. uskokiem a planowaną linią zakończenia eksploatacji. Zwrócono również uwagę, iż zakres stref zlokalizowanych w początkowym odcinku ściany obejmuje skrzyżowanie chodnika ścianowego 2a i przecinki 2 oraz wychodzi poza obszar pola ściany w kierunku wytwarzanej resztki pokładu. Najwyższe wartości rejestrowanych energii stwierdzono w rejonie towarzyszącym uskowi, zarówno po stronie skrzydła zrzuconego, jak i wiszącego. Ustalono, iż zwiększone ryzyko wystąpienia wstrząsów wysokoenergetycznych dla ściany 2 w pokładzie 502 wg może wystąpić w okresie mijania frontem ściany przedmiotowego zaburzenia ze szczególnym uwzględnieniem rejonu chodnika ścianowego 3.

3.2. Pokład 507

W trakcie eksploatacji pokładu 507 w południowej części partii „H” rejestrowana aktywność sejsmiczna była o wiele niższa niż podczas prowadzenia robót w pokładzie 506.

Potwierdza to skuteczne odprężenie dokonane wcześniej eksploatacją w pokładzie 506. Wyeksploatowano w tym rejonie trzy ściany podłużne na zawał (ściany 10÷12) w kierunku od uskoku V na zachód. W trakcie tej eksploatacji rejestrowano następującą aktywność sejsmiczną przedstawioną w tablicy 2.

Największą aktywnością charakteryzowała się ściana 11, niemniej jednak poziom rejestrowanej sumarycznej energii dla wszystkich trzech ścian był bardzo zbliżony. Wstrząsy wysokoenergetyczne w trakcie eksploatacji ścianą 10 pojawiały się głównie na odcinku wybiegu ściany pomiędzy uskokiem przebiegającym przez pole ściany a linią połączenia pokładu 507 z pokładem 510 oraz w rejonach krawędzi eksploatacyjnych pokładu 506. Ogniska tych wstrząsów lokalizowały się w większości przypadków w polu ściany. W trakcie eksploatacji ścianą 11 sytuacja przedstawiała się bardzo podobnie. Większość wstrząsów wysokoenergetycznych zlokalizowana była na początkowym odcinku wybiegu w polu ściany pomiędzy obcinką oraz uskokiem o $h = 2,5$ m. Ogniska pozostałych zarejestrowanych wstrząsów występowały w zrobach ściany 10, resztkę pokładu 507 oraz poza obrysem ściany na krawędziach pokładu 506. Ostatnia z eksploatowanych w tej części pokładu ściana 12 charakteryzowała się mniejszą ilością wstrząsów o energii $\geq 1 \cdot 10^5$ J. Występowały one w rejonie zaburzeń geologicznych (Uskok Kłodnicki), zrobów ścian 11 i 10 oraz załamania krawędzi pokładu 506 (rys. 5).

Tablica 2. Liczba rejestrowanych wstrząsów w poszczególnych klasach energetycznych podczas eksploatacji pokładu 507 w partii „H”

Table 2. Number of registered mining tremors in the various classes of power during exploitation in seam 507 in bloc H.

Wyrobisko	Liczba wstrząsów o energii rzędu						Suma	Energia sumaryczna, 10^7 J
	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6 J	10^7 J		
ściana 10	-	45	43	19	1	-	108	0,94
ściana 11	-	57	52	21	1	-	131	0,93
ściana 12	-	64	47	8	2	-	121	0,93
Razem	-	166	142	48	4	-	360	2,8



Rys. 5. Lokalizacja ognisk wstrząsów zarejestrowanych w trakcie eksploatacji pokładu 507

Fig. 5. Location of mining tremors during the exploitation in seam 507



Rys. 6. Rozkład energetyczny wstrząsów zarejestrowanych w trakcie eksploatacji pokładu 507 na mapie pokładu 502wg

Fig. 6. Energy distribution of mining tremors occurring during the exploitation in seam 507 on map of seam 502wg

Na podstawie uzyskanych danych sporządzono, podobnie jak dla pokładu 506, mapy rozkładu gęstości energii sejsmicznej ze wszystkich trzech ścian w pokładzie 507 i zestawiono je z mapą aktualnie prowadzonych przez kopalnię robót górniczych w pokładzie 502wg co przedstawia rysunek 6.

Wyniki analizy aktywności sejsmicznej w pokładzie 507 były zbliżone do tych uzyskanych podczas analizy pokładu 506. Po naniesieniu uzyskanych wyników na mapę pokładu 502 stwierdzono kilka rejonów potencjalnie zagrożonych występowaniem wstrząsów o wysokich energiach: rejon krawędzi pokładów 506 i 507 za obcinką ściany 2 w pokładzie 502wg oraz za linią jej zakończenia, miejsce wydłużenia frontu ściany o przecinę 2 oraz okres zbliżania się frontu ściany 2 do linii zrobów ściany 1 i strefy uskokowej. Zaobserwowano, że występujące na początkowym odcinku wybiegu ściany strefy podwyższonych wartości rozciągają się w kierunku z północy na południe również poza obris pola ściany 2 w pokładzie 502, co może wiązać się z lokalizowaniem ognisk wstrząsów na linii przedłużenia osi tych anomalii.

4. Aktywność sejsmiczna towarzysząca eksploatacji w pokładzie 502wg ścianą 2

Eksploatacja ścianą 2 pokładu 502wg rozpoczęta została we wrześniu 2012 r. z obcinki ściany 2 zlokalizowanej

w bliskim sąsiedztwie Uskoku Kłodnickiego oraz Uskoku V. Prowadzona była w kierunku na zachód w bezpośrednim sąsiedztwie zrobów ściany 1 w pokładzie 502wg.

W okresie eksploatacji zarejestrowano ogółem 1030 wstrząsów z czego 55 o energii $\geq 1 \cdot 10^5$ J (tablica 3).

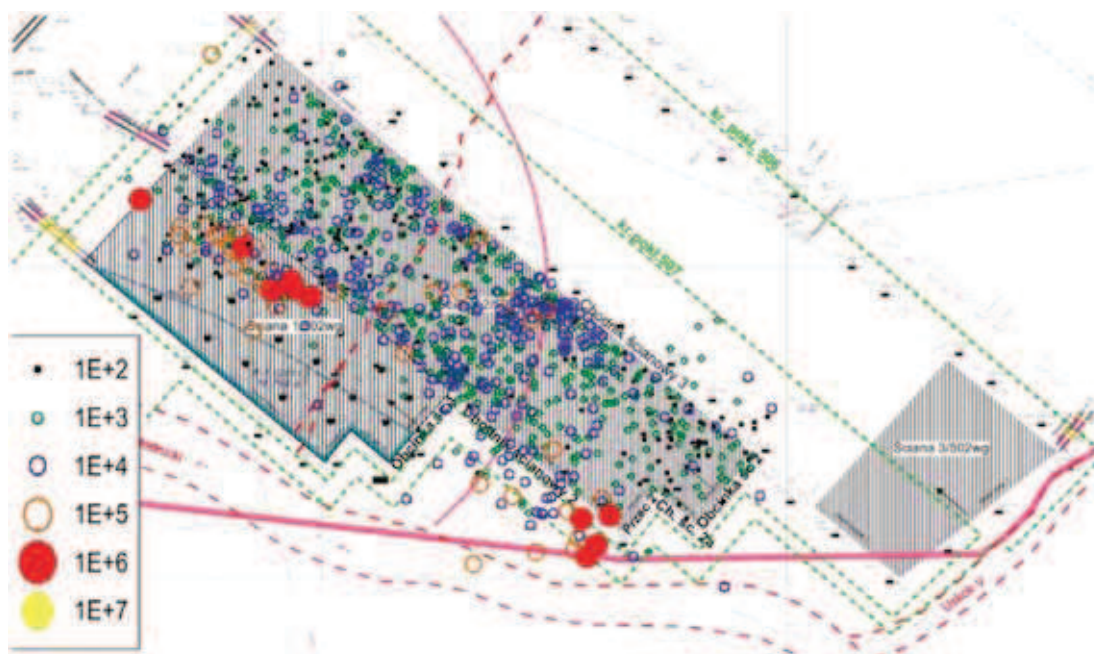
Ogniska rejestrowanych podczas eksploatacji ścianą 2 wstrząsów wysokoenergetycznych lokalizowały się w trzech rejonach. Pierwszy z nich to obszar załamania krawędzi eksploatacyjnych pokładów 506 i 507 w wytwarzanej resztkę pokładu 502 na południe od pola ściany. Kolejne dwa to środkowy odcinek pola ściany pomiędzy linią przedłużenia obcinki ściany 1 a lokalną strefą uskokową oraz rejon zrobów ściany 1. Wysokoenergetyczne wstrząsy lokalizowano głównie poza polem ściany 2. Jedynie w środkowym odcinku biegu ściany tj. w okresie mijania uskoku o rzucie około $h = 3,0$ m ogniska wstrząsów lokalizowano w polu ściany. Większość rejestrowanych zjawisk lokowała się za frontem ściany 2. Przed frontem wystąpiło zaledwie 9 z nich, głównie w obrębie krawędzi pokładów 506 i 507 oraz zrobów ściany 1. Tylko dwa z nich wystąpiły w polu eksploatacji ściany 2.

Wstrząsy górotworu o energii $< 10^5$ J rejestrowane były, zarówno w zrobach, jak i na wybiegu ściany. W sumie wystąpiło 975 takich wstrząsów. Lokalizowały się głównie w rejonie postępującego frontu ściany, wzdłuż chodników przyścianowych, linii przedłużenia krawędzi eksploatacyjnych pokładów 506 i 507 oraz zrobów ściany 1 (rys. 7).

Tablica 3. Liczba rejestrowanych wstrząsów w poszczególnych klasach energetycznych podczas eksploatacji ściany 2 w pokładzie 502wg.

Table 3. Number of registered mining tremors in the various classes of power during exploitation of longwall No 2 in seam 502wg in bloc H

Wyrobisko	Liczba wstrząsów o energii rzędu						Suma	Energia sumaryczna, J
	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6 J	10^7 J		
Ściana 2	177	477	321	45	10	-	1030	$6,2 \cdot 10^7$



Rys. 7. Lokalizacja ognisk wstrząsów zarejestrowanych w trakcie eksploatacji ściany 2 w pokładzie 502wg
Fig. 7. Location of mining tremors during exploitation of longwall No. 2 in seam 502wg



Rys. 8. Rozkład energetyczny wstrząsów zarejestrowanych w trakcie eksploatacji ściany 2 w pokładzie 502wg
Fig. 8. Energy distribution of mining tremors occurring during the exploitation of longwall No.2 in seam 507 on map of seam 502wg

Rozkład energetyczny wstrząsów w polu ściany 2 prezentuje rys 8. Nie jest on taki jak miało to miejsce w przypadku dwóch wcześniejszych pokładów, niemniej jednak pojawiają się rejony, gdzie przebieg izolacji jest podobny. Są to między innymi skrzyżowanie chodnika ścianowego 2 z przecinką 2, rejon lokalnego uskoku oraz końcowy odcinek ściany w sąsiedztwie linii jej zakończenia. W rejonie załamania krawędzi eksploatacyjnych pokładów 506 i 507 w bezpośrednim sąsiedztwie Uskoku Kłodnickiego zmiany rozkładu energetycznego rejestrowanych wstrząsów były zbliżone dla wszystkich trzech pokładów. W trakcie eksploatacji pokładu 502wg ścianą 2 również w tym rejonie zlokalizowało się

skupisko ognisk wstrząsów o najwyższych energiach spośród rejestrowanych w trakcie eksploatacji.

4.1. Pozaeksploacyjna aktywność sejsmiczna w rejonie prowadzonych robót w pokładzie 502wg

W trakcie eksploatacji ściany 2 pokładu 502wg w odległościach przekraczających 200 m za i przed frontem ściany oraz 100 m w bok poza polem ściany, kopalnia stacja geofizyki górniczej rejestrowała również znaczną liczbę wstrząsów o energiach rzędu 10^3 - 10^7 J. Zarejestrowano 46 takich wstrząsów, co przedstawiono w tablicy nr 4.

Tablica 4. Aktywność sejsmiczna w otoczeniu eksploatacji ścianą 2 pokładu 502wg
Table 4. Seismic activity outside the area of longwall No. 2 in seam 502wg

Rejon	Liczba wstrząsów o energii rzędu						Suma	Energia sumaryczna, J
	10 ² J	10 ³ J	10 ⁴ J	10 ⁵ J	10 ⁶ J	10 ⁷ J		
Krawędź pokładu 506	-	-	6	9	4	-	19	1,5·10 ⁷
Krawędź pokładu 507	-	-	3	3	1	-	7	3,9·10 ⁶
Uskok Kłodnicki	-	-	-	4	-	1	5	1,2·10 ⁷
inne	-	1	9	4	1	-	15	3,6·10 ⁶
Razem	-	1	18	20	6	1	46	3,4·10 ⁷

Wstrząsy te występowały w obrębie krawędzi eksploatacyjnych pokładów 506 i 507, głównie na odcinku ściany 2 bezpośrednio przyległym do wytwarzanej resztki pokładu 502 oraz w rejonach załamania tych krawędzi lub na liniach ich przedłużeń w końcowym etapie eksploatacji ścianą 2. Największe energie posiadały wstrząsy zlokalizowane w rejonie Uskoku Kłodnickiego (rys. 9).

5. Stosowana profilaktyka tapaniowa

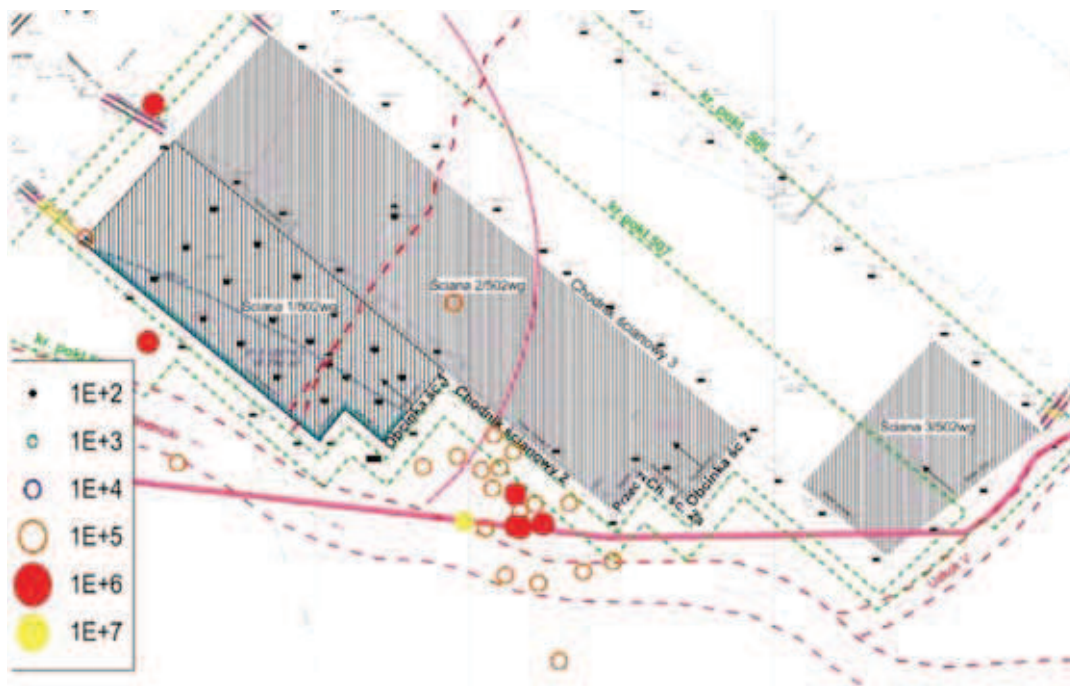
Mając na uwadze głębokość prowadzonych robót, charakter i odległość zalegających w sąsiedztwie warstw piaskowcowych oraz występowanie dużych stref uskokowych, a także omówione powyżej analizy sejsmiczności towarzyszącej wcześniejszej eksploatacji w pokładach 506 i 507, kopalnia podjęła następujące kroki w celu zapewnienia bezpiecznej eksploatacji ścianą 2 [1].

Przed uruchomieniem ściany w ramach aktywnej profilaktyki tapaniowej wykonano strzelania torpedujące w kierunku krawędzi pokładów 506 i 507, Uskoku Kłodnickiego oraz Uskoku V. Otwory zlokalizowano we wschodnim odcisku obcinki ściany 2 i przecinki 2 oraz południowym odcisku chodnika ścianowego 2a i chodnika ścianowego 2. Strzelania zrealizowano w rejonie stwierdzonej wcześniejszymi anali-

zami strefy podwyższonych wartości rejestrowanej energii sejsmicznej w pokładach 506 i 507. Zaprojektowane zostały w taki sposób, aby sprowokować ewentualne zjawiska wysokoenergetyczne jeszcze przed rozpoczęciem prac związanych z eksploatacją ścianą 2. Wykonane zostały siedmioma otworami o średnicy $\varnothing 76$ mm i długości 30-50 m. Kąt w płaszczyźnie pionowej wynosił od 40° do 44°. Każdorazowo ładunek MW wynosił 60 kg. Po wykonanych strzelaniach zarejestrowano 7 wstrząsów o energii od $6 \cdot 10^3$ do $7 \cdot 10^4$ J (rys. 10).

Po uruchomieniu eksploatacji wykonano kolejne siedem strzałań w południowym odcisku chodnika ścianowego 2 w kierunku wytwarzanej resztki pokładu 502. Otwory zaprojektowano w rejonie stref podwyższonej aktywności, aby maksymalnie ograniczyć pojawianie się wstrząsów wysokoenergetycznych w bezpośrednim sąsiedztwie frontu eksploatacyjnego. Ładunki MW wynosiły od 51 kg do 60 kg. Po wykonanych strzelaniach zarejestrowano 7 wstrząsów o energii od $2 \cdot 10^4$ do $5 \cdot 10^4$ J.

Z uwagi na brak możliwości technicznych wykonywania strzałań w południowym odcisku chodnika ścianowego 2, spowodowany eksploatacją w sąsiedztwie zrobów ściany 1, a także stwierdzone występowanie podwyższonej aktywności sejsmicznej w trakcie eksploatacji pokładów 506 i 507 w rejonie projekcji pola ściany 2 w pokładzie 502wg, rozpoczęto wykonywanie strzałań w północnym odcisku ww. chodnika,



Rys. 9. Lokalizacja zarejestrowanych wstrząsów pozaeksploatacyjnych o energii $\geq 1 \cdot 10^5$ J w trakcie eksploatacji ścianą 2 pokładu 502wg

Fig. 9. Location of mining tremors outside the area of exploitation longwall No. 2 in seam 502wg



Rys. 10. Lokalizacja otworów strzałowych dla wykonania aktywnej profilaktyki w rejonie ściany 2 w pokładzie 502wg

Fig. 10. Blast holes location for active rockburst prevention in area of longwall No. 2 in seam 502wg

w kierunku pola ściany. Ilość MW wynosiła od 51 do 63 kg. W sumie wykonano 19 takich strzelań, po których rejestrowano wstrząsy o energii $5 \cdot 10^3 - 8 \cdot 10^4$ J.

Na ostatnim etapie eksploatacji ścianą 2, z uwagi na rejestrowaną wysoką aktywność sejsmiczną w sąsiedztwie chodnika ścianowego 2, a także stwierdzoną strefę podwyższonej aktywności sejsmicznej w pokładach 506 i 507, kopalnia zweryfikowała stosowane dotychczas zasady profilaktyki tapaniowej. Rozpoczęto wykonywanie strzelań torpedujących w północnym odcieku chodnika ścianowego 2 dwoma otworami na „V”, wierconymi pod kątem w płaszczyźnie pionowej od 40° do 44° oraz w płaszczyźnie poziomej od 50° do 70° . Pozostałe parametry otworów pozostały bez zmian. Strzelania prowadzono z częstotliwością co najmniej raz na tydzień, w odległości od 20 do 40 m od frontu ściany 2, do czasu zbliżenia się frontu eksploatacji na odległość 50 m do linii zakończenia. Ilość MW wynosiła od 90 do 150 kg. Wykonano 8 strzelań, po których zarejestrowano wstrząsy o energii $2 \cdot 10^4 - 9 \cdot 10^4$ J.

W wyniku przeprowadzonych analiz aktywności sejsmicznej w pokładach 506 i 507 stwierdzono również występowanie strefy podwyższonych wartości rejestrowanych energii sejsmicznych w rejonie przecięcia lokalnego uskoku przez chodnik ścianowy 3 w pokładzie 502wg. Powyższe wzięte zostało pod uwagę w trakcie projektowania aktywnej profilaktyki dla ściany 2. Przewidziano wykonywanie ewentualnych strzelań torpedujących w rejonie tego zaburzenia, w trakcie mijania go przez front ściany. Jednak z uwagi na lokalizację rejestrowanych w tym okresie wstrząsów wysokoenergetycznych, brak widocznych skutków wzmożonych naprężeń w chodniku ścianowym 3 oraz względy związane z zagrożeniem metanowym, odstąpiono od wykonywania ww. strzelań w chodniku ścianowym 3.

W ramach aktywnej profilaktyki tapaniowej prowadzonej w rejonie ściany 2 wykonano w sumie 41 strzelań, w wyniku których zarejestrowano 41 wstrząsów o energiach rzędu $10^3 - 10^4$ J.

6. Podsumowanie

Wykonane przez kopalnię analizy rozkładu gęstości energii wstrząsów występujących w trakcie eksploatacji pokładów 506 i 507 wykazały istnienie w rejonie pola ściany 2 w pokładzie 502wg w partii „H” kilku stref podwyższonej aktywności sejsmicznej. Umiejscowione one zostały w następujących rejonach:

- skrzyżowanie przecinki 2 z chodnikiem ścianowym 2,
- pomiędzy ww. skrzyżowaniem a linią zrobów ściany 1 w pokładzie 502wg w partii „H”,
- pomiędzy linią obcinki ściany 1a lokalną strefą uskokową,
- na końcowym odcinku wybiegu ściany w sąsiedztwie krawędzi pokładów 506 i 507.

Większość rejestrowanych w trakcie eksploatacji ściany 2 w pokładzie 502wg wstrząsów wysokoenergetycznych lokalizowana była w miejscach wskazanych przez wykonane uprzednio analizy, co świadczyć może o wytworzeniu się w tych miejscach stref koncentracji naprężeń, mogących mieć wpływ na projektowaną w tym rejonie dalszą eksploatację.

Zaprojektowana przez kopalnię, w oparciu o wcześniejsze doświadczenia i wykonane interpretacje, aktywna profilaktyka przed uruchomieniem ściany 2, pozwoliła na obniżenie zagrożenia sejsmicznego w okresie rozruchu tej ściany, prowadzonego w rejonie wysokiego prawdopodobieństwa występowania wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu.

Niska aktywność w obrębie pola ściany, w trakcie eksploatacji jej odcinka bezpośrednio przyległego do wytwarzanej resztki pokładu 502wg, może świadczyć o skuteczności wykonywanych strzelań w celu zminimalizowania naprężeń w obszarze pozostawianej resztki oraz krawędzi pokładów 506 i 507.

Pojawiające się w polu ściany 2 wysokoenergetyczne wstrząsy górotworu, potwierdzają wnioski uzyskane z przeprowadzonych analiz aktywności sejsmicznej o istnieniu strefy podwyższonego ryzyka wystąpienia zjawisk wysokoenergetycznych, w okresie zbliżania się do uskoków znajdujących

cego się w tym rejonie. Doświadczenia kopalni oraz wyniki tej analizy związane z występowaniem ww. strefy również w polu ściany 3 w pokładzie 502wg, uwzględniono przy projektowaniu jej eksploatacji.

Występowanie dużej aktywności sejsmicznej w rejonie wytwarzanej resztki pokładu 502, w porównaniu do wcześniejszej eksploatacji w pokładach 506 i 507, świadczyć może o zmianie stanu naprężeń w górotworze spowodowanej dokonaną eksploatacją. Przemieszczanie się potencjalnych stref podwyższonych wartości rejestrowanych energii w kierunku wytworzonych wcześniej w tym rejonie resztek, stanowić może największe zagrożenie dla prowadzonej i projektowanej w tym obszarze eksploatacji. Powyższe uwzględnić należy przy planowaniu robót górniczych w dolnej warstwie pokładu 502.

Zgromadzone przez kopalnię doświadczenia oraz wykonane w ich oparciu prognozy, a także prowadzony ciągły mo-

nitoring stanu zagrożenia tapaniami i wynikające z tego kroki podjęte przez kopalnię, pozwoliły na dobór odpowiedniej profilaktyki tapaniowej, a przez to zapewnienie bezpieczeństwa pracującej załogi, podczas eksploatacji ścianą 2 pokładu 502wg w partii „H”.

Literatura

1. *Dubiński J., Konopko W.*: Tapania – ocena – prognoza – zwalczanie. Wydawnictwo GIG, Katowice 2000.
2. *Goszcz A.*: Wybrane problemy zagrożenia sejsmicznego i zagrożenia tapaniami w kopalniach podziemnych. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2004.
3. Kompleksowy projekt eksploatacji pokładów zagrożonych tapaniami w KWK Halemba-Wirek na lata 2013-2016, Ruda Śląska 2013 r, dokumentacja niepublikowana.

Zwiększajmy prenumeratę najstarszego – czołowego miesięcznika Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa!

Liczba zamawianych egzemplarzy określa zaangażowanie jednostki gospodarczej w procesie podnoszenia kwalifikacji swoich kadr!