

*Józef Wojtynek**, *Jacek Szuścik**,
*Zbigniew Kowalczyk**, *Mariusz Ptak**, *Adam Frej**

BADANIA SEJSMICZNE DLA OCENY ZAGROŻENIA TĄPANIAMI W NIEODPREŻONYM FILARZE W PARTII POŁUDNIOWEJ W KWK „MYSŁOWICE–WESOŁA” — RUCH „MYSŁOWICE”

1. Wprowadzenie

Eksploatacja pokładów warstw dolnorudzkich i siodłowych prowadzona przez kopalnię „Mysłowice” i „Wesoła”, a od roku 2007 przez ruch „Mysłowice” kopalni „Mysłowice–Wesoła”, spowodowała wytworzenie w górotworze nieodpreżonego filara, zawężającego się w miarę postępu frontów eksploatowanych ścian. Zaistniałe w filarze wstrząsy wysokoenergetyczne i ich skutki w czynnych wyrobiskach oraz konieczność zapewnienia zatrudnionej załodze bezpieczeństwa w trakcie dalszego prowadzenia robót górniczych wymagało przeprowadzenia szczegółowej analizy ich przyczyn oraz dokonania bieżącej oceny stanu zagrożenia tąpniętami w przedmiotowej partii złoża. Przy analizie stanu naprężeń i rozpoznaniu mechanizmu wstrząsów wykorzystano wyniki badań sejsmicznych wykonywanych metodą profilowania sejsmicznego oraz prześwietlenia międzypokładowego, co przedstawiono w niniejszym artykule.

2. Warunki górniczo–geologiczne w rejonie badań

W rejonie partii Południowej, między skrzydłami wschodnim i zachodnim w pokładzie 510 został pozostawiony filar, którego minimalne rozmiary wynoszą:

— ~380 m z północy na południe, od zrobów podsadzkowych wytworzonych przez KWK „Mysłowice” do zrobów zawałowych KWK „Wesoła”,

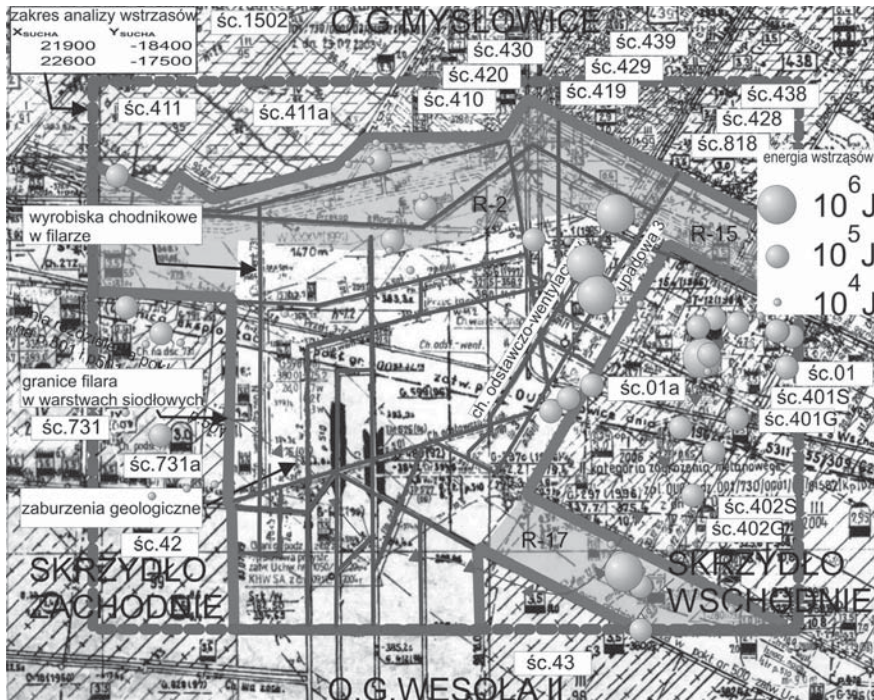
* Katowicki Holding Węglowy, Kopalnia Węgla Kamiennego „Mysłowice–Wesoła”, Mysłowice

— ~400m z zachodu na wschód, od linii zatrzymania ściany 731a w skrzydle Zachodnim partii Południowej do zrobów ściany 402G we wschodniej części tej partii.

W filarze pokłady warstw siodłowych — 501/1, 501 i 510 zalegają na głębokości 600–680 metrów pod powierzchnią terenu. Pokład 510 zalegający najgłębiej i posiadający największą miąższość 10,8–11,2 m oddzielony jest od pokładu 501 o miąższości 2,8 m warstwą iłowca o grubości 0,4–1,5 m. Pokład 501/1 o zmiennej miąższości i nieregularnym zaleganiu w wyrobiskach eksploatacyjnych miał miąższość 2,8–5,5m. Jego odległość od pokładu 501 wynosi 0,4–1,5 m. Warstwy rudzkie tworzą pokłady 405 i 418. Pokład 418 o miąższości 1,9–2,8 m zalega w odległości 24–40 m nad pokładem 510. Pokład 405 o miąższości 2,2–2,5 m zalega 150–160 m nad pokładem 510. W pokładzie 501/1 i 501 występują zaburzenia w formie wymyć.

3. Eksploatacja w rejonie filara

Eksploatacja warstw rudzkich prowadzona była systemem ścianowym z zawalem stropu przez obie kopalnie w pokładzie 405 oraz przez KWK „Mysłowice” w pokładzie 418. W warstwach siodłowych KWK „Mysłowice” eksploatowała z zawalem stropu pokłady 501/1, 501 i 510 oraz z podsadzką hydrauliczną pokład 510. Od południowej strony filara KWK „Wesoła” wybrała przystropową warstwę pokładu 510 ścianami podłużnymi z zawalem stropu (rys. 1). Eksploatacji w rejonie filara towarzyszyła duża aktywność sejsmiczna (tabela 1).



Rys. 1. Eksploatacja i wstrząsy od $5 \cdot 10^4$ J w rejonie filara w partii południowej

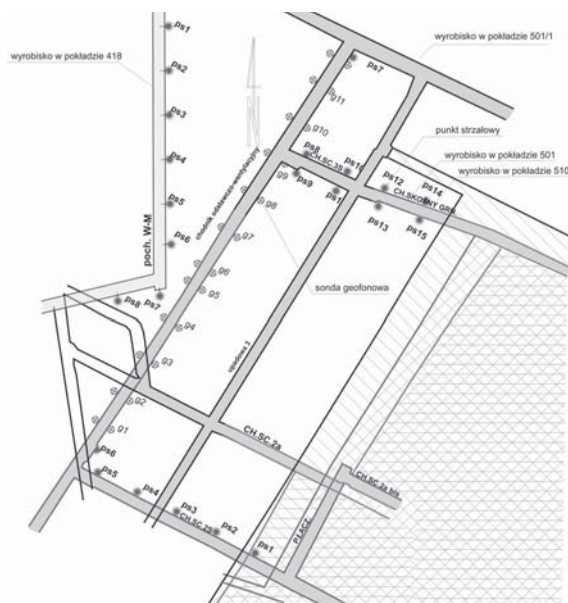
TABELA 1

Aktywność sejsmiczna w rejonie filara w partii południowej

Rejon	Pokład	E_{SR}	$\sum N$	10^2 [J]	10^3 [J]	10^4 [J]	10^5 [J]	10^6 [J]
Cały Filar	501,51	$5,3 \cdot 10^3$	6964	4329	2149	456	27	4
Śc.410, 411, 411A, 411B	510w1	$6,1 \cdot 10^3$	375	128	191	55	1	0
Up.3	501/1	$7,8 \cdot 10^4$	26	14	8	2	1	1
Śc.01	501	$7,7 \cdot 10^3$	368	257	76	28	7	0
Śc.402G	510w3	$4,0 \cdot 10^3$	711	436	234	37	4	0
Śc.731, 731A	510w3	$5,7 \cdot 10^3$	1292	632	513	144	3	0
Ch.OW — wstrząsy samoistne	501–510	$1,0 \cdot 10^4$	134	81	43	9	0	1
Ch.OW — wstrząsy sprowokowane	501–510	$2,5 \cdot 10^4$	43	27	10	5	0	1
Śc.402S	510w2	$1,1 \cdot 10^4$	456	255	176	21	3	1
R-17	510w3	$7,5 \cdot 10^4$	83	49	23	7	2	2
R-2	510w3	$2,7 \cdot 10^3$	390	255	113	21	1	0

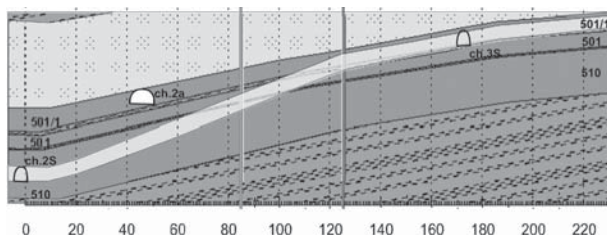
4. Badania geofizyczne

Po zaistnieniu w dniu 21.10.2007 r. o godzinie 930 wstrząsie o energii $1 \cdot 10^6$ [J] wykonano w listopadzie 2007r. badania sejsmiczne w pokładach 510, 501 i 501/1 w KWK „Mysłowice–Wesoła” — ruch „Mysłowice”. Pomiedzy chodnikiem odstawczo–wentylacyjnym a chodnikami 2S, 3S i skośnym górnym oraz przecinką łączącą (rys. 2), pomiary wykonano prześwietlania sejsmicznego górotworu a w samym chodniku metodą profilowania [1].

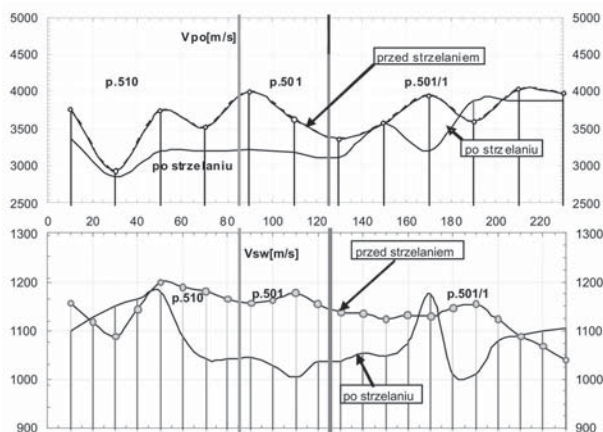


Rys. 2. Lokalizacja geofonów i punktów wzbudzenia drgań sejsmicznych

Na podstawie pomiarów dokonano oceny zdolności skał stropowych do generowania wstrząsów. W pokładach 510, 501, 501/1, które przecina chodnik odstawczo-wentylacyjny, (rys. 3) rozpoznano stan naprężeń i aktualne zagrożenie tapaniami pokładowymi. Wyniki wykorzystano do zaplanowania strzelań wstrząsowo odprężających w pokładzie, które wykonano w dniu 2.12.2007 r. w upadowej 3 ładunkiem 120 kg MW oraz w chodniku odstawczo-wentylacyjnym ładunkiem 90 kg MW. Ponadto wykonano strzelania torpedującego skał stropowych nad pokładem 501/1 ładunkiem 288 kg MW, po którym zarejestrowano wstrząs o energii $3 \cdot 10^4$ J. Po przeprowadzonych strzelaniach, w grudniu 2007 r. wykonano drugą serię pomiarów geofizycznych (rys. 4, rys. 5) [2].

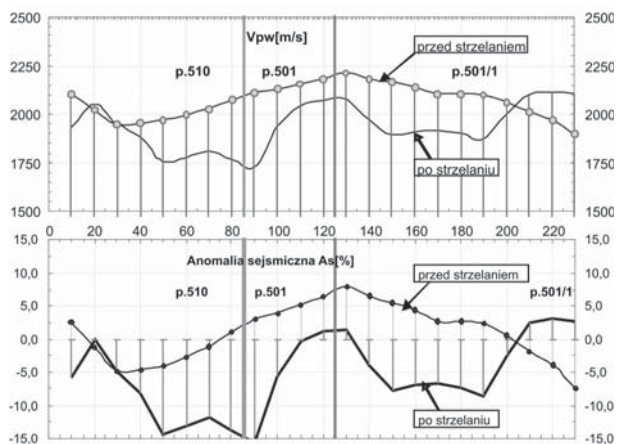


Rys. 3. Przekrój poprzeczny wzdłuż chodnika odstawczo-wentylacyjnego



Rys. 4. Wyniki profilowania sejsmicznego. Wykres prędkości fali podłużnej w stropie i fali poprzecznej w pokładzie w chodniku odstawczo-wentylacyjnym

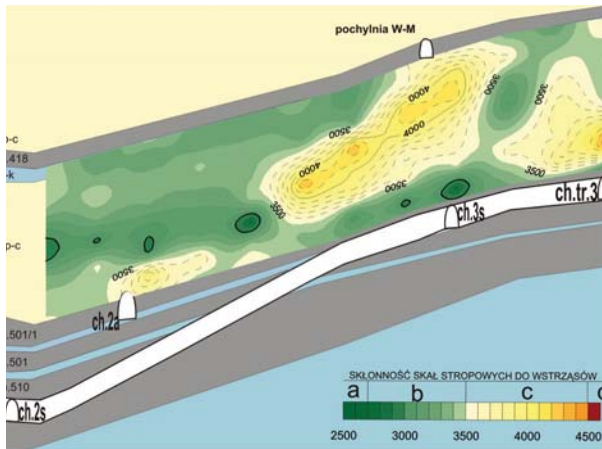
W wyniku kontrolnych badań określono, że strzelanie wstrząsowo-odprężające w pokładzie 501 i 501/1 w upadowej 3 i w chodniku skośnym górnym było skuteczne i spowodowało odprężenie pokładu. Zasięg strefy odprężonej wynosił nie mniej niż 8 m a lokalnie sięgał ponad 20 m od ociosów wyrobisk. W otoczeniu upadowej 3, strzelanie wstrząsowo-odprężające w pokładzie wpłynęły na obniżenie prędkości w stropie pokładu. Na odcinku 75 m powyżej chodnika ścianowego 2a nastąpił ponad 5% spadek prędkości, co potwierdziło skuteczność profilaktyki. Strzelanie wstrząsowo-odprężające w chodniku ścianowym 3



Rys. 5. Wykres prędkości fali podłużnej oraz anomalii sejsmicznej w węglu w pokładach 510, 501 i 501/1 w chodniku odstawczo-wentylacyjnym

i w chodniku odstawczo-wentylacyjnym było skuteczne — w otoczeniu chodników stwierdzono odprężenie pokładu. W chodniku odstawczo-wentylacyjnym na odcinku 50–70m poniżej chodnika ścianowego 3S efekt odprężenia był ograniczony. Na tym odcinku do wschodniego ociosu chodnika dochodziła strefa słabego przyrostu naprężeń. W wyniku strzelania strefa ta została zlikwidowana, jednak pokład nie został odprężony. Strzelania torpedujące spowodowały ponad 5% spadek prędkości w stropie w rejonie chodnika odstawczo-wentylacyjnego i chodnika ścianowego 3s. Strzelanie w stropie było skuteczne — lokalnie skuteczność strzelania była duża. Ograniczoną skuteczność strzelania na odcinku 20–40m poniżej chodnika ścianowego 3s stwierdzono w zidentyfikowanej uprzednio strefie spękań w stropie (ujemnej anomalii prędkości). Strzelania torpedujące w chodniku odstawczo-wentylacyjnym i chodniku ścianowym 3s wpłynęły także na mocną warstwę zalegającą do ok. 20 m nad stropem pokładu 501/1. Spowodowały one powstanie strefy spękań wzdłuż chodnika odstawczo-wentylacyjnego na odcinku od 20m powyżej chodnika ścianowego 2a do chodnika ścianowego 3s. Względna anomalia sejsmiczna o wartości poniżej -5% , potwierdziła skuteczność profilaktyki [2].

W dniu 13.05.2009r. w rejonie upadowej 3 w pokładzie 501/1 w partii Południowej KWK „Mysłowice-Wesoła” — ruch „Mysłowice” zarejestrowano wstrząs o energii $1 \cdot 10^6$ J, po którym w lipcu 2009r. wykonano międzypokładowe prześwietlenie sejsmiczne pomiędzy pochylnią W–M w pokł.418 a chodnikiem odstawczo-wentylacyjnym wykonanym w pokładach 501/1, 501 i 510 (rys. 6.). Na podstawie pomiarów dokonano oceny zdolności skał stropowych do generowania wstrząsów i zagrożenie tąpnięciami pokładowymi, stwierdzając, że strop bezpośredni pokładu 501/1 tworzy warstwa o słabej i średniej zdolności do generowania wstrząsów [3]. W przekroju pomiędzy pokładem 418 a pokładem 501/1 lokalnie występują piaskowce o średniej zdolności do generowania wstrząsów — w pobliżu chodnika transportowego 3 oraz do 100m poniżej chodnika 3S. Stwierdzona strefa osłabienia stropu mogła stwarzać zagrożenie wstrząsami i koncentracja naprężeń w pokładzie.



Rys. 6. Międzypokładowe prześwietlenie pomiędzy pokładami 418 i 501/1.
Mapa skłonności skał stropowych do wstrząsów

W związku z występowaniem w spągu pokładu 418 masywnych piaskowców zdolnych do generowania wstrząsów oraz potencjalnego zagrożenia wstrząsami opracowano projekt profilaktyki aktywnej. Zakładał on wykonanie strzelania torpedującego z pochylni W–M w pokładzie 418 w piaskowcach zalegających nad pokładem 501/1, w strefie stwierdzonych tym prześwietleniem podwyższonych wartości prędkości fali podłużnej w stropie. Strzelania torpedujące wykonano 6.09.2009 r. ładunkiem 144 kg MW prowokując wstrząs o energii $5 \cdot 10^3$ J.

TABELA 2

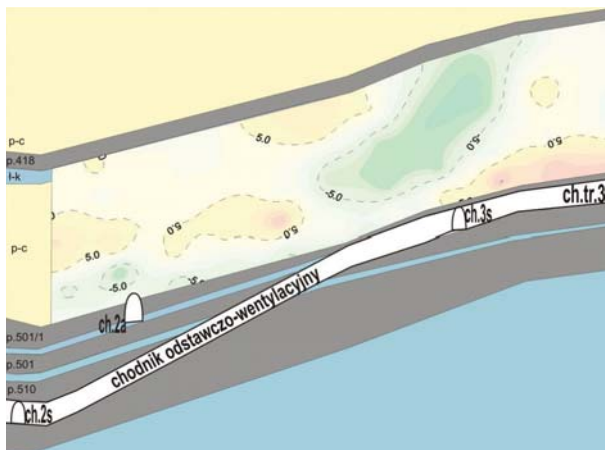
Porównanie prędkości fal sejsmicznych przed i po strzelaniu torpedującym [4]

Parametr		V_{\min} [m/s]	V_{\max} [m/s]	$V_{\dot{\epsilon}}$ [m/s]	dV [m/s]	$dV/V_{\dot{\epsilon}}$ [%]
Prędkość fali podłużnej między pokładami V_{pp}	Przed strzelaniem	2516	4420	3430	373	11
	Po strzelaniu	2556	4538	3463	313	9
Prędkość fali podłużnej w otoczeniu pokładu V_{po1}	Przed strzelaniem	2492	4236	3256	496	15
	Po strzelaniu	2392	4317	3276	406	12
Prędkość fali podłużnej w pokładzie	Przed strzelaniem	1529	2112	1896	178	9
	Po strzelaniu	1509	2235	1816	124	9
Prędkość fali poprzecznej w pokładzie	Przed strzelaniem	688	1141	933	99	10
	Po strzelaniu	703	1151	940	77	8

Po strzelaniu, we wrześniu 2009 r. wykonano międzypokładowe prześwietlenie górotworu, w zakresie identycznym jak pomiar lipcowy — pomiędzy pochylnią W–M w pokładzie 418 i chodnikiem odstawczo wentylacyjnym.

Badania wykazały, że w wyniku wykonania strzelania zanikła strefa podwyższonych prędkości nad chodnikiem 2a oraz nad chodnikiem odstawczo-wentylacyjnym poniżej

chodnika 3s (rys. 7.) [5]. Kolejne prześwietlenie między pokładami 418 i 501/1 dla oceny stanu zagrożenia tąpnięciami na obrzeżu filara, po zakończeniu eksploatacji ścianą 401S (rys. 8), wykonano w maju 2010r. Wyniki wskazują, że po stronie chodnika 3s utrzymuje się podwyższony gradient prędkości, nie stwierdzono jednak wzrostu zagrożenia sejsmicznego [6].



Rys. 7. Względna zmiana prędkości fali podłużnej między pokładami 418 i 501/1 po wykonanych strzelaninach torpedujących (czwarta seria pomiarowa, wrzesień 2009)



Rys. 8. Względne zmiany prędkości fali podłużnej pomiędzy pokładami 418 i 501/1 w okresie między czwartą (wrzesień 2009) a piątą serią pomiarową (maj 2010)

5. Wnioski

Przeprowadzone badania geofizyczne pozwoliły na określenie kształtowania się zagrożenia wstrząsami wysokoenergetycznymi w filarze południowym oraz jego otoczeniu.

Badania wykazały, że w rejonie znajduje się kilka stref koncentracji naprężeń. Wytworzone strefy niebezpiecznych koncentracji naprężeń są efektem stosunkowo intensywnej eksploatacji pokładów 501/1, 501 i 510 z pozostawieniem sumujących się wpływów krawędzi eksploatacji w sąsiedztwie filara oraz wzdłuż chodnika nadścianowego ściany 401S w pokładzie 510 warstwa 2.

Rozwój stref koncentracji naprężeń śledzono metodą sejsmiczną, zarówno w płaszczynie pokładu jak i w piaskowcu pomiędzy pokładami 418 i 501/1 stosując innowacyjną metodę prześwietlania międzypokładowego. W oparciu o wyniki pomiarów projektowano i realizowano aktywną profilaktykę tąpniową. Kolejne serie pomiarów oceniały skuteczność prowadzonej profilaktyki i migrację stref naprężeń.

LITERATURA

- [1] Badania geofizyczne dla oceny stanu naprężeń i zagrożenia tąpniętami w rejonie chodnika odstawczo-wentylacyjnego i upadowej 3, chodnika ścianowego 2S, chodnika ścianowego 3S w KWK „Wesoła-Mysłowice” — ruch „Mysłowice”. Seria I, Mysłowice, styczeń 2008
- [2] Badania geofizyczne dla oceny stanu naprężeń i zagrożenia tąpniętami w rejonie chodnika odstawczo-wentylacyjnego i upadowej 3, chodnika ścianowego 2S, chodnika ścianowego 3S w KWK „Wesoła-Mysłowice” — ruch „Mysłowice”. Seria II, Mysłowice, styczeń 2008
- [3] Badania geofizyczne dla oceny stanu naprężeń i zagrożenia tąpniętami w rejonie chodnika odstawczo-wentylacyjnego w pokładzie 501/510 w KWK „Wesoła-Mysłowice” — ruch „Mysłowice”. Katowice, lipiec 2009
- [4] Badania geofizyczne dla oceny stanu naprężeń i zagrożenia tąpniętami w rejonie chodnika odstawczo-wentylacyjnego w pokładzie 501/510 w KWK „Wesoła-Mysłowice” — ruch „Mysłowice”. Katowice, wrzesień 2009
- [5] Badania sejsmiczne metodą geotomografii pomiędzy pokładami 418 i 510 w rejonie chodnika odstawczo-wentylacyjnego dla KHW SA, KWK „Mysłowice-Wesoła” — ruch „Mysłowice”, Mysłowice, czerwiec 2010
- [6] Ocena zagrożenia sejsmicznego na przedpolu ściany 401S na podstawie analizy modelu geomechanicznego i wyników prześwietlania międzypokładowego dla KHW SA, KWK „Mysłowice-Wesoła” — ruch „Mysłowice”, Mysłowice, grudzień 2010