

# System Obserwacji Sejsmologicznej SOS w ZG „Sobieski” (Komunikat)

Sejsmiczność w rejonie Zakładu Górniczego „Sobieski” do lat 70. nie była rejestrowana. Pierwsze zapisy zanotowano, gdy na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego Główny Instytut Górnictwa zainstalował regionalną sieć sejsmologiczną. Sieć ta umożliwiła nieco dokładniejszą obserwację sejsmiczności rejonu Jaworzno od roku 1978, tj. od momentu uruchomienia stanowisk sejsmologicznych w kopalniach „Staszic”, „Lenin” oraz „Piast”. W 1984 r. zainstalowano dwa rejestratory w obrębie obszaru górniczego kopalni „Jaworzno”, które umożliwiły lokalizację ogniska z dokładnością do rejonu kopalni. W roku tym zarejestrowano ok. 10 wstrząsów górotworu o energii przekraczającej  $10^5$  J. Od 1985 r. aktywność sejsmiczna wzrastała, by w 1987 r. osiągnąć bardzo wysoki poziom (ponad 100 silnych wstrząsów, z czego 17 osiągnęło energię  $10^7$  J, a 3 energię przekraczającą  $10^8$  J) [6].

Należy nadmienić, że Kopalnia Węgla Kamiennego „Jaworzno” nie eksploatowała pokładów zagrożonych tąpnięciami, niemniej jednak, istniało wyraźne zagrożenie sejsmiczne związane z występowaniem wstrząsów powodowanych robotami górniczymi.

W latach 1985–1990 rejestracja wstrząsów górotworu prowadzona była przez Górnośląską Regionalną Sieć Sejsmologiczną Głównego Instytutu Górnictwa. Natomiast w latach 1990–1994 aktywność sejsmiczna rejestrowana była przez Kopalnianą Sieć Sejsmologiczną KWK „Jaworzno” za pomocą aparatury LKZ produkcji GIG. Składała się ona z części dołowej (sieć sejsmometrów i nadajników), linii transmisyjnej oraz części powierzchniowej (część odbiorczo-

## TREŚĆ:

W artykule został przedstawiony opis systemu rejestracji wstrząsów górotworu prowadzonej przez Południowy Koncern Węglowy S.A. Zakład Górniczy „Sobieski”. Przedstawiono sejsmiczność towarzyszącą eksploatacji pokładów węgla w rejonie miasta Jaworzno w latach 1984-2009. Omówiono sposób obserwacji aktywności sejsmicznej przez Górnośląską Regionalną Sieć Sejsmologiczną Głównego Instytutu Górnictwa. Opisana została budowa Systemu Obserwacji Sejsmologicznej „SOS”. Przedstawiono programy wykorzystywane do analizy sygnałów sejsmicznych - Sejsgram i Multilok.

## SŁOWA KLUCZOWE:

sejsmiczność ZG „Sobieski”, budowa stacji geofizyki górniczej, geofonowe sondy pomiarowe DLM 2001 i DLM3D, aparatura sejsmologiczna AS, program Sejsgram, program Multilok

rejestracyjna i obliczeniowa). Aparatura LKZ pozwalała na dokładniejszą lokalizację ognisk oraz rejestrację słabszych energetycznie wstrząsów.

Od 1994 r. jest kontynuowana ciągła rejestracja aktywności sejsmicznej całego obszaru górniczego, początkowo KWK „Jaworzno”, następnie Zakładu Górniczo-Energetycznego „Sobieski Jaworzno III” Sp. z o.o., a obecnie Południowego Koncernu Węglowego S.A. Zakładu Górniczego „Sobieski” przez Górnośląską Regionalną Sieć Sejsmologiczną (GRSS) GIG. Na rysunku 1 przedstawiono lokalizację stanowisk pomiarowych GRSS na obszarze górniczym ZG „Sobieski” oraz w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Prowadzony monitoring aktywności sejsmicznej oparty jest na rejestracji wstrząsów górotworu przez trzy sejsmometry Willmore’a MK-2 zainstalowane w obiektach powierzchniowych:

- Stanowisko Jaworzno 1 (S1) – w centrum miasta Jaworzno – ul. Krzywa 4,
- Stanowisko Jaworzno 2 (S2) – szkoła podstawowa – Jaworzno – Byczyna,

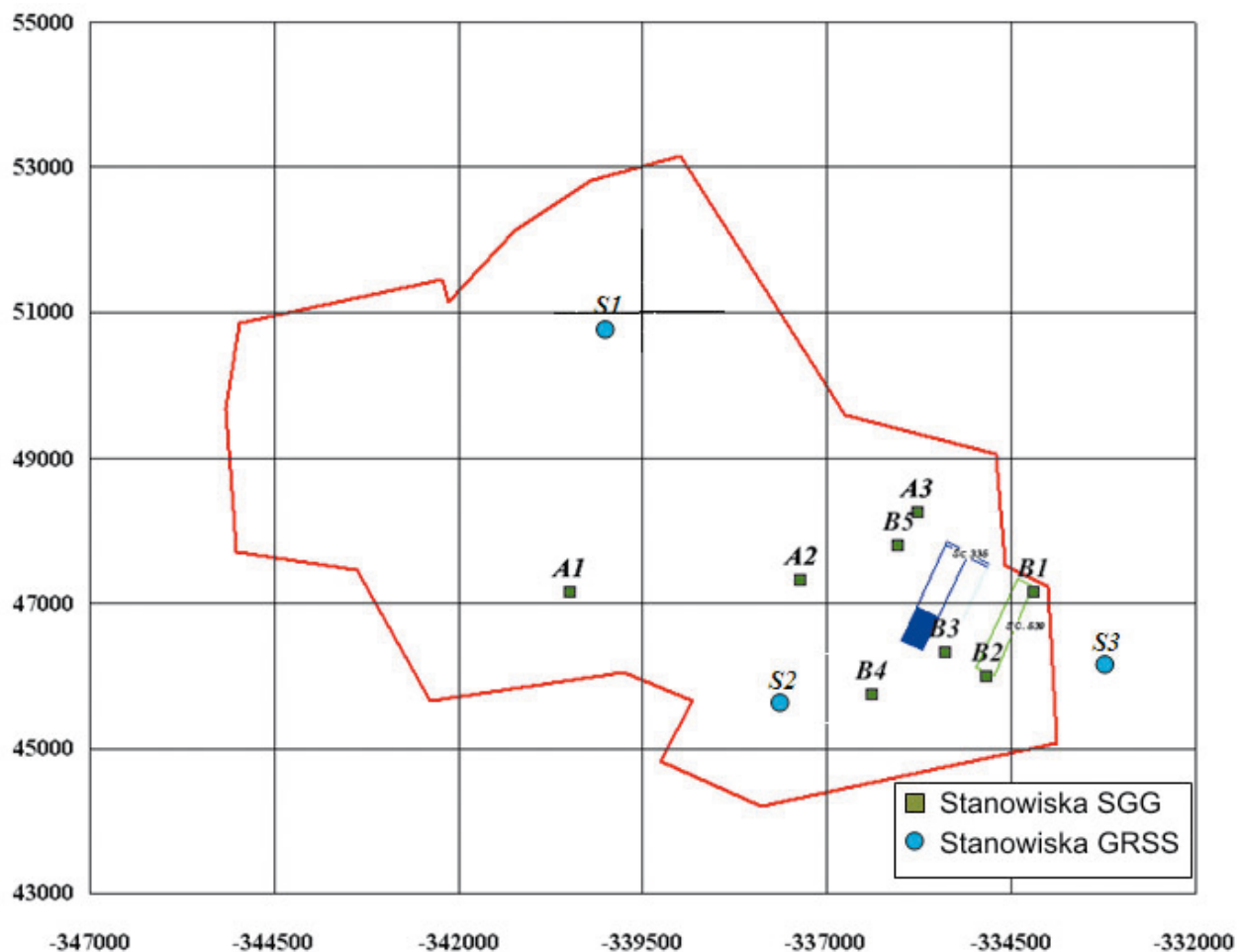
– Stanowisko Jaworzno 3 (S3) – w Balinie – Ochotnicza Straż Pożarna.

Sygnaly drgań sejsmicznych przesyłane są drogą radiową, a rejestracja wstrząsów odbywa się w rejestratorze cyfrowym aparatury sejsmologicznej w budynku Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach. Informację o występujących wstrząsach GIG przekazuje do ZG „Sobieski” na bieżąco oraz w miesięcznych i rocznych zestawieniach.

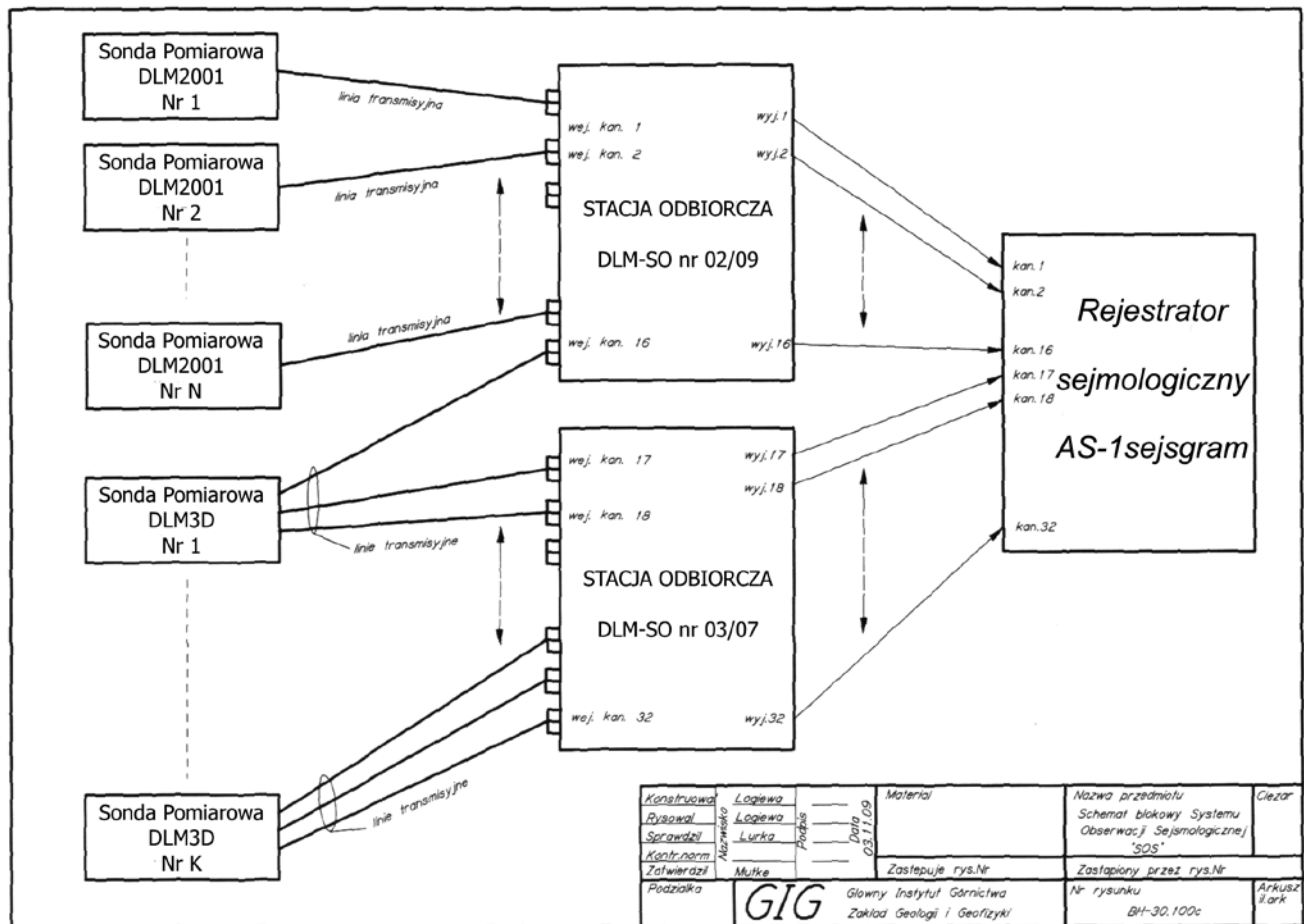
W związku z rejestracją zwiększonej aktywności sejsmicznej wybranego pokładu 209 oraz eksploatacją na coraz większych głębokościach, w celu poprawy oceny stanu zagrożenia sejsmicznego podjęto decyzję o budowie kopalnianej Stacji Geofizyki Górniczej (SGG) w ZG Sobieski. Decyzję tą podjęto na Nadzwyczajnym Posiedzeniu Poszerzonego Zespołu ds. Tapań w dniu 18 lipca 2006 r. W ZG „Sobieski” SGG została uruchomiona na początku 2010 r. Głównym projektantem i wykonawcą stacji był GIG oraz firma Sevitel. Od stycznia do marca 2010 roku prowadzona była rejestracja na ruchu próbnym, w tym czasie dobierano parametry prędkości oraz wielkości wzmocnień dla lepszej rejestracji i analizy wstrząsów. Od 1 kwietnia 2010 prowadzona jest już ciągła rejestracja wstrząsów górotworu przez kopalnianą SGG ZG „Sobieski”. Ma ona za zadanie monitorowanie aktywności sejsmicznej na obszarze górniczym ZG „Sobieski”.

Kopalniana SGG pozwala na przestrzenną lokalizację ognisk wstrząsów górotworu. W lokalizacji wykorzystywane są rejestracje jednoskładowych i trójskładowych sond geofonowych, których układ zapewnia minimalny błąd obliczeń współrzędnych ogniska wstrząsu. W przypadku GRSS błąd lokalizacji jest o wiele większy. Na rysunku 1 przedstawione jest rozmieszczenie sond pomiarowych geofonowych trójskładowych DLM3D (A1–A3) oraz jednoskładowych DLM2001 (B1–B5) na mapie obszaru górniczego ZG „Sobieski”. W pokładzie 207 zainstalowano 4 sondy jednoskładowe (B1–B4), natomiast w pokładzie 209 – jedna sonda jednoskładowa (B5) poniżej poziomu 500 m. Czujniki A3 i A2 znajdują się na poziomie 500 m, a A1 na głębokości 125 m. Trzy sondy pomiarowe umieszczono w węglu (B2–B4), natomiast pozostałe sondy zabudowane są w piaskowcu (A1–A3, B1, B5).

W Stacji Geofizyki Górniczej ZG „Sobieski” została zabudowana aparatura sejsmologiczna o nazwie System Obserwacji Sejsmologicznej „SOS”. System ten obejmuje transmisję, rejestrację i analizę zjawisk sejsmicznych. Składa się on z części dołowej i powierzchniowej, połączonych liniami teletechnicznymi w postaci niezależnej magistrali sieci teletechnicznej (rys. 2). Instalacja telekomunikacyjna z powierzchni do sond pomiarowych A1–A3 wykonana jest z kabla YTKGXtlyn 56x2x0,8, natomiast do sond B1–B5 z kabla YTKGXtlyn 10x2x0,8.



Rys. 1. Mapa z rozkładem czujników SGG i GRSS na obszarze górniczym ZG „Sobieski” we współrzędnych lwowskich



Rys. 2. Schemat blokowy Systemu Obserwacji Sejsmologicznej SOS w ZG „Sobieski” [6]

Geofonowe sondy pomiarowe jednoskładowe i trójskładowe łączą w sobie cechy czujnika i nadajnika. Transmisja informacji ma charakter prądowy. Takie sondy zastępują stosowane rozwiązania stanowisk sejsmometrów w kopalnianych sieciach sejsmologicznych (np. sejsmometr, nadajnik, skrzynia montażowa oraz betonowy postument). Mają one niewielkie gabaryty, montaż jest nieskomplikowany, są mobilne i łatwe w obsłudze [1, 3]. Technika zabudowy sondy oraz jej gabaryty mają znaczenie w miejscach, gdzie budowa klasycznego stanowiska sejsmometru pomiarowego jest utrudniona bądź wręcz niemożliwa [1].

Mając na uwadze podobieństwo charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej sondy geofonowej DLM 2001 do charakterystyki sejsmometru SPI-70 możliwe jest poprawne określenie parametrów ogniska również dla wstrząsów niskoenergetycznych rzędu  $10^1 - 10^2$  J [1]. Rysunek 3 przedstawia charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe sondy pomiarowej DLM 2001 jedno-składowej (rys. 3a) oraz trójskładowej (rys. 3b).

Zastosowanie sond trójskładowych pozwala na rozszerzenie interpretacji danych sejsmologicznych w zakresie lokalizacji ognisk wstrząsów, obliczania energii sejsmicznej oraz wyznaczenie parametrów źródła sejsmicznego. Sonda trójskładowa umożliwia w miarę dokładnie uwzględnić kierunki przyjscia fal sejsmicznych [3]. Stanowiska pomiarowe SGG ZG „Sobieski” zostały rozmieszczone w taki sposób, aby w rejonach prowadzonej eksploatacji zapewniony był pełny zapis wstrząsów od energii sejsmicznej  $10^2$  J.

Część powierzchniowa aparatury składa się z dwóch stacji odbiorczych oraz rejestratora sejsmologicznego

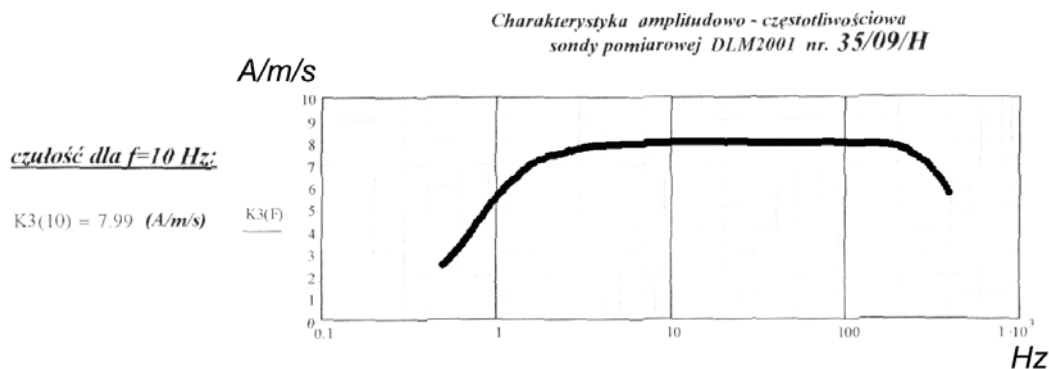
AS – 1 Sejsgram. Stacja odbiorcza służy do zbierania sygnałów sejsmologicznych z dołu kopalni i przekazywania ich do stacji rejestrującej. Zbudowana jest z 16 kanałów „OS” (odbiorników sejsmicznych). Czternaście kanałów połączonych jest z 5 sondami jednoskładowymi oraz 3 z sondami trójskładowymi, pozostała część kanałów przeznaczona jest do rozbudowy sieci pomiarowej Stacji Geofizyki Górniczej ZG „Sobieski”. Zmodulowany prądowo sygnał w sondzie pomiarowej odbierany jest na wejściu odbiornika, gdzie w układzie bariery optoizolacyjnej zostaje wydzielony w układzie detekcji prądu, który ma przetworzyć go na proporcjonalny sygnał napięciowy. Poziom prądu w linii transmisyjnej jest kontrolowany za pomocą diody zamontowanej na płycie czołowej panelu odbiornika [2].

Aparatura rejestrująca AS – Sejsgram jest oparta na architekturze sieciowej wszystkich odmian systemu Windows. Składa się ona z komputera i zintegrowanej z nim karty przetwornika A/C. Podstawową zaletą aparatury rejestrującej AS – Sejsgram jest oprogramowanie do analizy sygnałów sejsmicznych – Sejsgram oraz oprogramowanie do analizy parametrów wstrząsów – Multilok [4].

W aparaturze AS – Sejsgram wydzielenie sygnałów użytecznych, wizualizacja zapisów sejsmicznych i ich analiza prowadzona jest w programie Sejsgram. Program Sejsgram służy do wszechstronnej analizy sejsmogramów cyfrowych, a także do sterowania procesem rejestracji i detekcji zjawisk sejsmologicznych [4].

Obliczenia dotyczące parametrów wstrząsów górotworu są wykonywane w programie Multilok. Lokalizację ognisk wstrząsów wykonuje się metodą pierwszych wejść

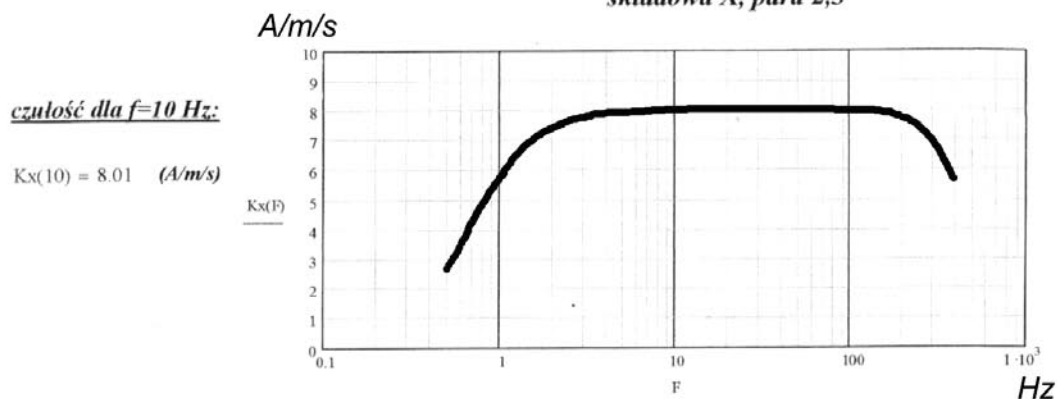
a)



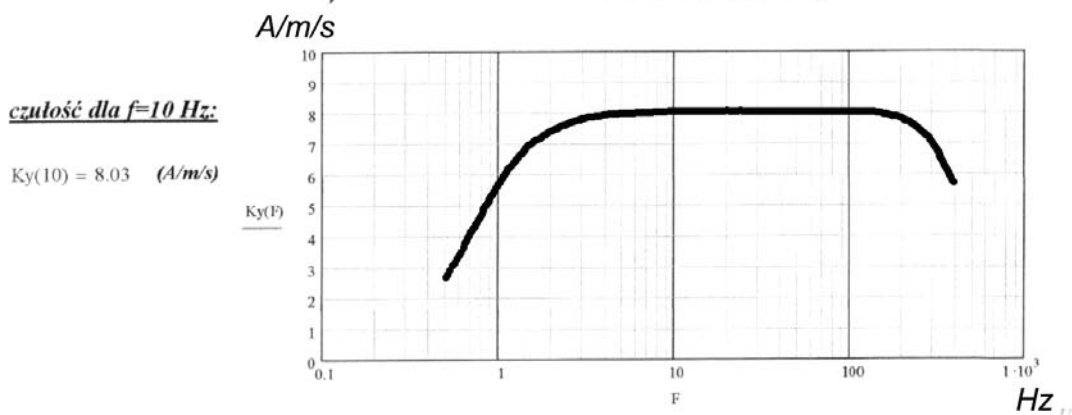
b)

*Charakterystyka amplitudowo - częstotliwościowa sondy pomiarowej DLM3D Nr 02/09*

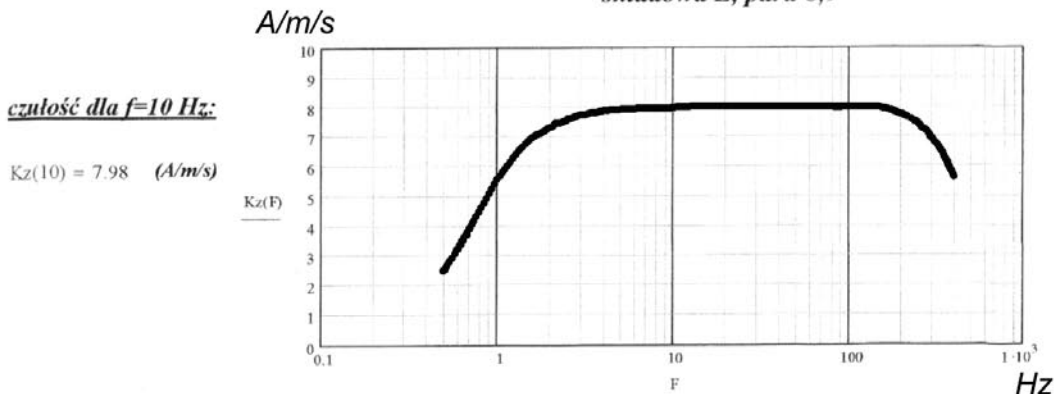
*składowa X, para 2,3*



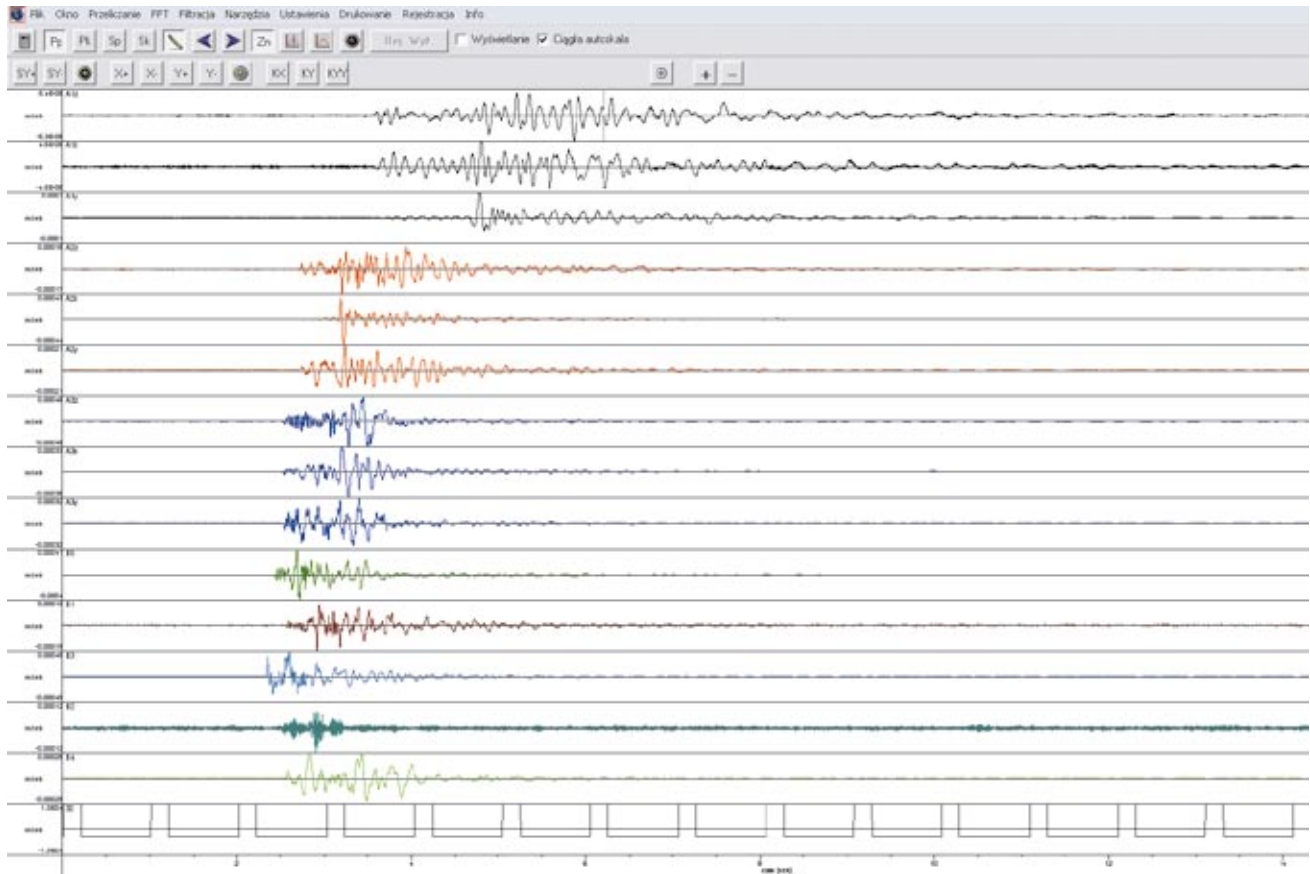
*składowa Y, para 5,6*



*składowa Z, para 8,9*



Rys. 3. Charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe sond geofonowych DLM 2001 i DLM3D systemu SOS:  
a - sonda geofonowa jednoskładowa, b - sonda geofonowa trójskładowa [4]



Rys. 4. Przykładowy wydruk rejestracji sejsmicznej wstrząsu z obszaru górniczego ZG „Sobieski”

fali podłużnych P. W oparciu o całkowite amplitudy fali P i S wykonywane są obliczenia energii sejsmicznej. Wyniki obliczeń prezentowane są na mapie kopalni widocznej na ekranie wraz z możliwością jej wydruku. Na rysunku 4 przedstawiono przykład wydruku rejestracji sejsmicznej dla wstrząsu z OG ZG „Sobieski”.

Zainstalowany system „SOS” w Stacji Geofizyki Górniczej ZG „Sobieski” istotnie rozszerzył informacje o zagrożeniu sejsmicznym w poszczególnych rejonach zakładu górniczego.

*Artykuł (komunikat) recenzował  
dr inż. Jacek JAROSZ*

## Literatura

- [1] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa sondy pomiarowej typu DLM2001, H. Logiewa, GIG, Katowice 2009, (praca niepublikowana).
- [2] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa stacji odbiorczej DLM-SO, H. Logiewa, GIG, Katowice 2009, (praca niepublikowana).
- [3] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa sondy pomiarowej typu DLM3D, H. Logiewa, GIG, Katowice 2009, (praca niepublikowana).
- [4] Charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe Systemu Obserwacji Sejsmologicznej „SOS” pracującej w ZG „Sobieski”, GIG, Katowice 2009, (praca niepublikowana).
- [5] Instrukcja obsługi programu „Multilok” i „Sejsgram” stosowanych w zmodernizowanej aparaturze sejsmologicznej SOS, Laboratorium Geofizyki Górniczej, (praca niepublikowana).
- [6] Założenia projektowe instalacji sejsmologicznej w KWK „Jaworzno” niezbędnej do uruchomienia stacji obserwacji sejsmologicznej, Przedsiębiorstwo Doradztwa i Wdrożeń Techniczno-Organizacyjnych „Konsultant” przy GIG, Katowice 1990, (praca niepublikowana).