

Grzegorz MUTKE

Główny Instytut Górnictwa, Katowice

Sabina DENYSENKO

Urząd Miasta Katowice

Charakterystyka drgań powierzchni od wstrząsów górniczych: rejon Katowice-Ligota i Katowice-Panewniki

Streszczenie

Przedstawiono wyniki pomiarów sejsmometrycznych na poligonach w Katowicach Ligocie (szpital CSK) oraz w Katowicach Panewnikach. Wybór miejsc pomiarowych wynikał z licznych skarg do Urzędu Miasta Katowice i obaw mieszkańców Ligoty oraz Panewnik o bezpieczeństwo obiektów budowlanych z tej części miasta poddanych drganiom od wstrząsów górotworu. Przedstawione wyniki i analizy pomiarów drgań w dużej mierze pozwoliły na realną ocenę stopnia zagrożenia zabudowy powierzchniowej w badanych rejonach zjawiskami dynamicznymi.

1. Wprowadzenie

W grudniu 1999 roku Urząd Miasta Katowice zainstalował w budynku CSK w Katowicach Ligocie system do pomiaru drgań pochodzących od wstrząsów górotworu. System pomiarowy składał się z rejestratora AMAX-99 wraz z oprogramowaniem do analizy sygnałów SEJSGRAM oraz trójskładowego stanowiska akcelerometrycznego wraz ze wzmacniaczem. Akcelerometry były sztywno przymocowane do ściany nośnej budynku tuż nad fundamentem. Budynek szpitala CSK jest nietypowym dużym obiektem posadowionym na palach. Dyrekcja szpitala obawiała się wystąpienia szkód w budynkach i infrastrukturze szpitala CSK. W efekcie rocznych pomiarów utworzyła się baza akcelerogramów, składająca się z 94 zarejestrowanych wstrząsów. Każde zapisane zjawisko posiada zakodowaną datę i czas rejestracji. Ta informacja pozwala skorelować zarejestrowane akcelerogramy z konkretnymi wstrząsami górotworu znajdującymi się w bazie danych Górnośląskiej Regionalnej Sieci Sejsmologicznej GIG (GRSS). Dla najsilniejszych zapisów dokonano dodatkowo analizy spektralnej oraz obliczono maksymalne amplitudy prędkości drgań fundamentu budynku CSK. Wszystkie te informacje posłużyły do przybliżonej oceny skutków drgań wywołanych wstrząsami za okres 1 roku na budynek szpitala CSK. Do oceny tej wykorzystano normy DIN-4150/3 oraz ISO 4866.

Pod koniec listopada 2000r. aparaturę AMAX-99 przeniesiono do dzielnicy Panewniki w rejon oczyszczalni. Czujniki zamontowano w gruncie, bezpośrednio w rejonie uskoku Kłodnickiego. Mieszkańcy Panewniki często zgłaszają skargi i zapytania do UM Katowice i do GIG dotyczące silnych i niepokojących drgań wywołanych wstrząsami górotworu. Rejestracje w rejonie uskoku Kłodnickiego są prowadzone nadal. Dla usprawnienia obsługi i obniżenia kosztów eksploatacyjnych zainstalowano w aparaturze AMAX-99 połączenie modemowe z kompu-

terem w biurze UM Katowice. Konieczność dojazdów po zapisy wstrząsów do miejsca ich rejestracji prawie przez całe miasto została wyeliminowana. Obecnie zapisy są odczytywane bezpośrednio w biurze Urzędu Miasta.

2. Analiza drgań zarejestrowanych w budynku Centralnego Szpitala Klinicznego (CSK)

W pierwszym rzędzie dokonano korelacji zarejestrowanych w budynku CSK akcelero-gramów ze wstrząsami znajdującymi się w bazie danych Górnośląskiej Regionalnej Sieci Sejsmologicznej GIG. Wyniki tych analiz przedstawiono w tabeli 1 (data wystąpienia wstrząsu, kopalnia, energia sejsmiczna wstrząsu i współrzędne epicentrum wstrząsu). W ostatniej kolumnie zapisano maksymalne amplitudy przyspieszenia drgań fundamentu budynku CSK w kierunku poziomym.

Trzy najsilniejsze drgania w tabeli 2.1 zostały wytłuszczone. Przyspieszenia te osiągnęły maksymalnie 34 mm/s^2 , a więc były to drgania małe. Budynek przenosił je słabo, co mogło być wynikiem zarówno niskiej częstotliwości pierwszej harmonicznej drgań budynku szpitala jak i jednocześnie wysokich częstotliwości dominujących drgań gruntu wymuszających ruch fundamentu obiektu. Analizując dane z tabeli 2.1 można zauważyć, że najbliższe położone epicentra ognisk wstrząsów były odległe o ponad 1.9 km od budynku CSK, natomiast najdalsze około 6-7 km. Energie sejsmiczne zarejestrowanych wstrząsów mieściły się w zakresie od $1 \cdot 10^5 \text{ J}$ do $5 \cdot 10^7 \text{ J}$. Tylko 9 wstrząsów z 94 zarejestrowanych przekroczyło poziom przyspieszeń 10 mm/s^2 . Były to głównie wstrząsy z KWK Śląsk oraz z KWK Wujek, KWK Katowice-Kleofas i KWK Polska-Wirek.

Tabela 2.1

Zestawienie maksymalnych wartości parametrów sejsmologicznych wstrząsów górotworu zarejestrowanych przez stanowisko powierzchniowe w budynku CSK (od grudnia 1999 do listopada 2000r)

Table 2.1

Maximal values of tremors registered at CSK building (December 1999 – November 2000)

DATA	KOPALNIA	ENERGIA J	ODLEGŁOŚĆ m	a_{\max} poziome mm/s^2
99-12-18	KAT-KLE	1.0E+06	3595	5.0
99-12-18	ŚLĄSK	2.0E+06	1948	34.0
00-01-22	ŚLĄSK	1.0E+05	1908	5.5
00-01-29	ŚLĄSK	8.0E+07	3904	9.0
00-02-09	POL-WIREK	5.0E+07	5030	5.7
00-02-18	WUJEK	9.0E+04	2161	5.0
00-03-02	ŚLĄSK	2.0E+06	3425	3.9
00-03-08	WIECZOREK	8.0E+06	7642	6.6
00-03-28	WUJEK	5.0E+05	2611	4.0
00-03-29	WUJEK	9.0E+05	2359	15.0
00-04-06	ŚLĄSK	8.0E+05	3369	4.4
00-04-08	POL-WIREK	1.0E+07	4979	3.0
00-04-12	WUJEK	4.0E+05	2540	3.0
00-04-15	ŚLĄSK	6.0E+06	3189	12.0
00-04-20	ŚLĄSK	3.0E+06	3669	6.0
00-04-25	WUJEK	4.0E+05	2739	3.0
00-04-26	WUJEK	8.0E+05	2608	3.5
00-04-27	ŚLĄSK	2.0E+05	3276	4.3

00-04-27	ŚLĄSK	7.0E+06	3438	13.0
00-04-29	ŚLĄSK	4.0E+06	3164	9.0
00-05-08	ŚLĄSK	2.0E+05	3246	4.5
00-05-11	ŚLĄSK	5.E+05	3195	7
00-05-12	ŚLĄSK	4.0E+05	3236	5.9
00-05-14	POL-WIREK	4.0E+06	5039	5.4
00-05-17	ŚLĄSK	8.0E+05	2244	5.0
00-05-17	WUJEK	8.0E+05	2504	4.1
00-05-18	POL-WIREK	4.0E+07	5003	4.7
00-05-19	ŚLĄSK	3.0E+06	3302	5.0
00-05-21	WUJEK	2.0E+05	2271	5.0
00-05-23	WUJEK	3.0E+05	2600	2.0
00-05-26	ŚLĄSK	6.0E+06	3320	15.0
00-06-06	ŚLĄSK	1.0E+06	3146	5.6
00-06-08	ŚLĄSK	1.0E+06	2039	5.7
00-06-14	ŚLĄSK	9.0E+05	2270	3.7
00-06-15	ŚLĄSK	9.0E+04	3180	5.7
00-06-21	ŚLĄSK	9.0E+06	3121	8.8
00-06-28	KAT-KLE	9.0E+05	3705	4.3
00-06-28	WUJEK	1.0E+05	2269	5.2
00-07-03	ŚLĄSK	9.0E+05	3105	4.4
00-07-06	ŚLĄSK	4.0E+06	3081	7.2
00-07-27	ŚLĄSK	9.0E+06	3173	18.0
00-07-27	WUJEK	6.0E+05	3081	5.0
00-07-28	POL-WIREK	4.0E+07	5344	9.0
00-07-31	WUJEK	8.0E+05	2695	5.2
00-08-08	ŚLĄSK	8.0E+05	3164	6.1
00-08-11	ŚLĄSK	5.0E+06	3163	4.8
00-08-12	WUJEK	4.0E+05	2735	3.5
00-08-17	ŚLĄSK	9.E+05	2217	6
00-08-18	ŚLĄSK	9.0E+06	3189	22.0
00-08-18	WUJEK	5.0E+05	2683	4.8
00-08-28	WUJEK	1.0E+05	2686	4.6
00-08-29	ŚLĄSK	3.0E+06	3180	6.7
00-08-30	WUJEK	9.0E+04	2679	4.9
00-08-31	WUJEK	4.0E+05	3111	5.0
00-09-04	ŚLĄSK	5.0E+05	3088	6.0
00-09-07	ŚLĄSK	2.0E+06	3169	9.4
00-09-08	ŚLĄSK	5.0E+05	3095	4.3
00-09-20	ŚLĄSK	9.0E+05	2261	5.8
00-10-02	ŚLĄSK	8.0E+05	2093	8.7
00-10-04	ŚLĄSK	9.0E+06	1963	4.0
00-10-04	KAT-KLE	9.0E+06	3586	11.0
00-10-06	ŚLĄSK	9.0E+06	3824	13.0
00-10-12	POL-WIREK	6.0E+06	4290	3.7
00-10-13	ŚLĄSK	2.0E+05	2227	4.7

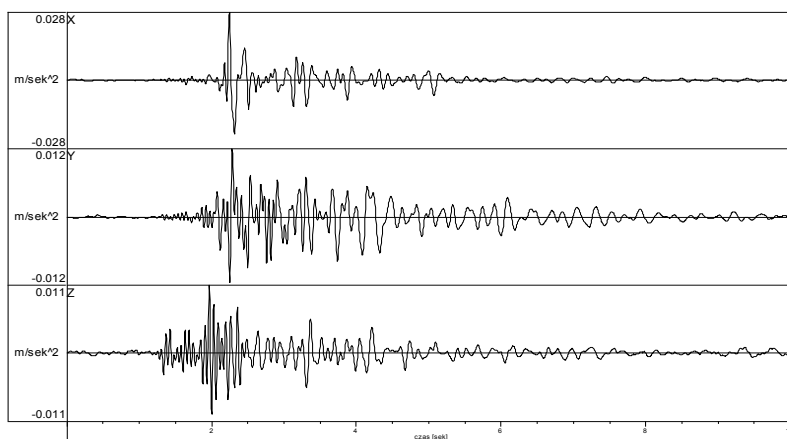
a_{max} - oznacza maksymalne przyspieszenia drgań fundamentu budynku CSK w kierunku poziomym.

Rysunki 2.2 i 2.3 pokazują sposób analizy zarejestrowanych drgań na stanowisku sejsmometrycznym w CSK. Rys. 2.1 to akcelerogram drgań po odfiltrowaniu szumów o częstotliwo-

ści powyżej 20 Hz, rys. 2.2 przedstawia charakterystykę częstotliwościową drgań, natomiast rys. 2.3 przedstawia wynik całkowania zarejestrowanych przyspieszeń drgań fundamentu obiektu na amplitudy prędkości. Ten parametr służył bowiem głównie do dokonywania oceny skutków drgań.

Maksymalne amplitudy przyspieszenia drgań na fundamencie budynku CSK nie przekroczyły 34 mm/s^2 , natomiast amplitudy prędkości drgań fundamentu budynku CSK osiągnęły wartości z zakresu 0.25 do 0.68 mm/s (dla 10 najsilniejszych rejestracji). Najwyższa wartość prędkości drgań miała miejsce dla wstrząsu z dnia 18.12.1999r z KWK Śląsk o energii $2 \cdot 10^6 \text{ J}$ i z odległości epicentralnej 1.95 km (rys. 2.3).

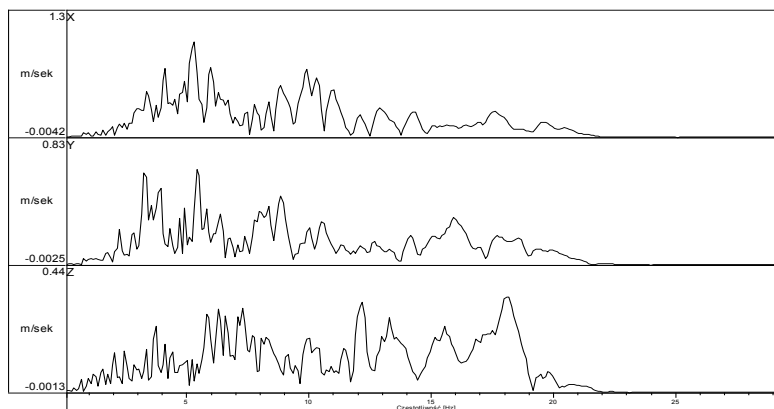
Przybliżona analiza skutków drgań polega na porównaniu czy nie zostały podczas wstrząsu przekroczone poziomy drgań krytycznych. Oceny nie można było przeprowadzić przy użyciu skali MSK (nie dysponowano drganiami gruntu a jedynie fundamentu obiektu) jak również przy pomocy skali SWD (budynek szpitala CSK nie mieścił się w klasie budynków, do których można stosować te skale oceny).



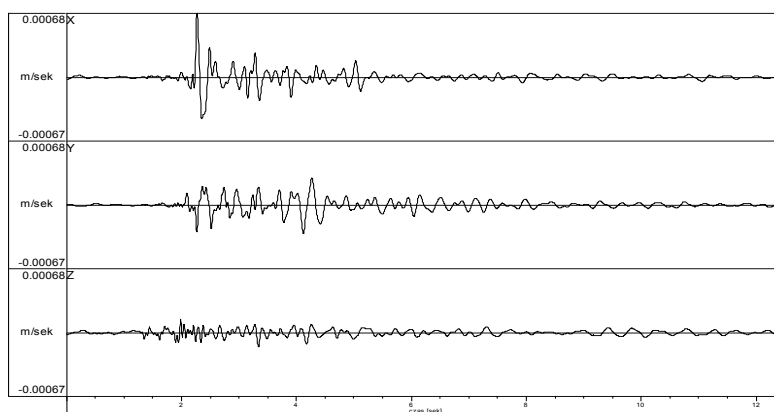
Rys. 2.1 Akcelerogram wstrząsu z dnia 18.12.1999r. z KWK „Śląsk” o energii $2 \cdot 10^6 \text{ J}$, zarejestrowany na fundamencie budynku CSK (po odfiltrowaniu szumów powyżej 20 Hz)

Fig. 2.1 Acceleration for a tremor of seismic energy $E=2 \cdot 10^6 \text{ J}$ (foundation vibration). Frequency bandwidth filter from 1 to 20 Hz

W analizowanym przypadku wystąpiła sytuacja, w której mierzono amplitudy przyspieszenia i prędkości drgań ściany nośnej bezpośrednio nad fundamentem. Należało, więc zastosować takie skale oceny, które korzystają z drgań budynku a nie drgań gruntu. Dla takich danych pomiarowych można było zastosować normę niemiecką DIN 4150-3 lub analogiczną do niej w kwantyfikacji poziomów szkodliwości - międzynarodową normę ISO 4866. Wymienione normy generalnie odnoszą się do budowli, które nie są specjalnie projektowane na wstrząsy i nie są w związku z tym specjalnie wzmacniane. Norma DIN 4150-3 oraz ISO 4688 mówią o granicznych poziomach drgań budynków (amplitudach prędkości), dla których nie występują szkody w sensie zmniejszenia wartości użytkowej budowli. Dopiero przekroczenie tych progów pozwala na przyjęcie tezy, że drgania mogły być, (choć nie musiały) przyczyną uszkodzeń. Normy te były opracowywane na bazie doświadczeń i obserwacji z wielu lat. Tabela 2.2 przedstawia główne granice drgań informujące o ewentualnej ich szkodliwości wg normy DIN 4150-3.



Rys. 2.2 Spektrum FFT dla wstrząsu z rysunku 2.1
Fig. 2.2 FFT spectrum for a tremor from figure 2.1



Rys. 2.3 Sejsmogram wstrząsu z dnia 18.12.1999r. z KWK „Śląsk” o energii $2 \cdot 10^6$ J, zarejestrowany na fundamencie budynku CSK (otrzymany po scałkowaniu przebiegu przyspieszeniowego)
Fig. 2.3 Velocity for a tremor of seismic energy $E=2 \cdot 10^6$ J (foundation vibration)

Tabela 2.2

Wartości podstawowych progów amplitud prędkości drgań dla oceny wpływu krótkotrwałych wstrząsów na budowle

Table 2.2

Values of basic limits for velocity amplitude for influence estimation of short lasting tremors on buildings

Rodzaj budynku	Częstotliwość drgań fundamentu 1Hz-10Hz (PPV – mm/s)	Częstotliwość drgań fundamentu 10Hz-50Hz (PPV – mm/s)	Częstotliwość drgań fundamentu 50Hz-100Hz (PPV – mm/s)
Budowle przemysłowe	20	20 do 40	40 do 50
Budynki mieszkalne	5	5 do 15	15 do 20
Budynki zabytkowe	3	3 do 8	8 do 10

Tak, więc norma DIN 4150-3 ustala, że drgania fundamentu budynku mieszkalnego do 5 mm/s nie mogą być przyczyną jakichkolwiek jego uszkodzeń (nawet elementów wykończeniowych). Analogiczny poziom drgań, do którego nie obserwuje się żadnych szkód w budynkach mieszkalnych ustala międzynarodowa norma ISO 4866. Zarejestrowane amplitudy prędkości drgań fundamentu w budynku szpitala CSK w Katowicach-Ligocie w okresie czasu grudzień 1999 - listopad 2000 nie przekroczyły 1 mm/s (najwyższe osiągnęły wartość 0.68 mm/s – patrz rys. 2.3). Były to więc wartości nieszkodliwe wg normy DIN 4150/3 dla wszelkiego typu obiektów budowlanych, nawet dla budynków zabytkowych. Roczna obserwacja drgań w budynku Centralnego Szpitala Klinicznego w Katowicach Ligocie pozwoliła na ustalenie, że wstrząsy górnicze nie stanowią zagrożenia dla obiektów CSK.

3. Przykłady rejestracji i analizy wstrząsów zarejestrowanych na poligonie Panewniki

Od grudnia 2000 roku pracuje stanowisko pomiarowe sejsmometryczne zainstalowane przez UM Katowice w Panewnikach przy ulicy Panewnickiej – stanowisko zlokalizowane na terenie Oczyszczalni. Rejestracje te pozwalają obecnie na weryfikację prognoz sejsmometrycznych dla rejonu Panewnik oraz ocenę zagrożenia sejsmicznego na zabudowę rejonu (tabela 3.1). Mieszkańcy Panewnik wielokrotnie zgłaszali bowiem skargi do Urzędu Miasta Katowice o występowaniu bardzo silnych drgań od wstrząsów górniczych.

Pierwsze zarejestrowane na tym poligonie wstrząsy wykazują, że w zapisach wstrząsów oprócz mody drgań niskoczęstotliwościowych (do 10 Hz), występuje tutaj również moda drgania wysokoczęstotliwościowego (powyżej 10 Hz). Przyczyną zaistnienia wysokoczęstotliwościowej mody drgań mogą być fale refleksyjne i refrakcyjne związane z lokalną topografią terenu (stanowisko usytuowane na uskoku Kłodnickim). Drgania wysokoczęstotliwościowe są szczególnie intensywnie odczuwane przez ludzi. Człowiek i jego narządy są szczególnie predysponowane do odbioru takich drgań, w przeciwieństwie do budynków, które dużo silniej reagują na drgania poniżej 10 Hz.

Na rys 3.1 przedstawiono akcelerogram wstrząsu zarejestrowanego na stanowisku w Panewnikach dnia 08.12.2000 r. o godz. 02:51. Wstrząs ten miał miejsce w KWK Śląsk i energię sejsmiczną $E=8 \cdot 10^5$ J. Wyraźnie można zauważyć, że przyspieszenia drgań są dość wysokie jak na wstrząs o tej energii i wynoszą około 100 mm/s² na składowej poziomej. Jednak jeśli przypatrzymy się na kształt spektrum FFT to wyraźnie zauważymy, że w obrazie dominują drgania o częstotliwościach powyżej 10 Hz, z zakresu 10-20 Hz. Przyspieszenia o wysokich częstotliwościach nie stanowią istotnego zagrożenia dla budynków. Wynika to ze spektrów odpowiedzi budynków na takie drgania. Przykładowo z obliczeń przyspieszeniowego spektrum odpowiedzi wynika, że reakcja (odpowiedź) budynku o okresie 7 Hz (typowy domek) jest prawie 3-krotnie mniejsza niż maksymalna odpowiedź na drgania wymuszające, które mogłyby zaistnieć w budynku o okresie drgań własnych 14 Hz.

Wyniki dotychczasowych rejestracji wykazują, że maksymalne amplitudy drgań gruntu zarejestrowano od wstrząsu o energii $3 \cdot 10^6$ J z odległości 1180 m od ogniska i wyniosły 2.2 mm/s. Natomiast maksymalne zarejestrowane przyspieszenia drgań do oszacowań wg skali MSK-64 wyniosły $a_{MSK}=71$ mm/s².

Stosowane skale do oceny skutków drgań muszą być odpowiednio dobrane do danych pomiarowych, jakimi dysponujemy w analizowanym przypadku. Stanowisko pomiarowe w Panewnikach rejestruje drgania gruntu. Dodatkowo można zauważyć na analizowanych zapisach, że w widmie występują dwie mody częstotliwościowe drgań gruntu. W takim przypadku najbardziej odpowiednie będzie wykorzystanie do oceny skutków drgań na budynki skali BOM RI

8507 lub MSK (ale po odfiltrowaniu drgań powyżej 10 Hz).

Wykaz silniejszych wstrząsów zarejestrowanych na stanowisku sejsmometrycznym w Panewnikach (drżania gruntu)

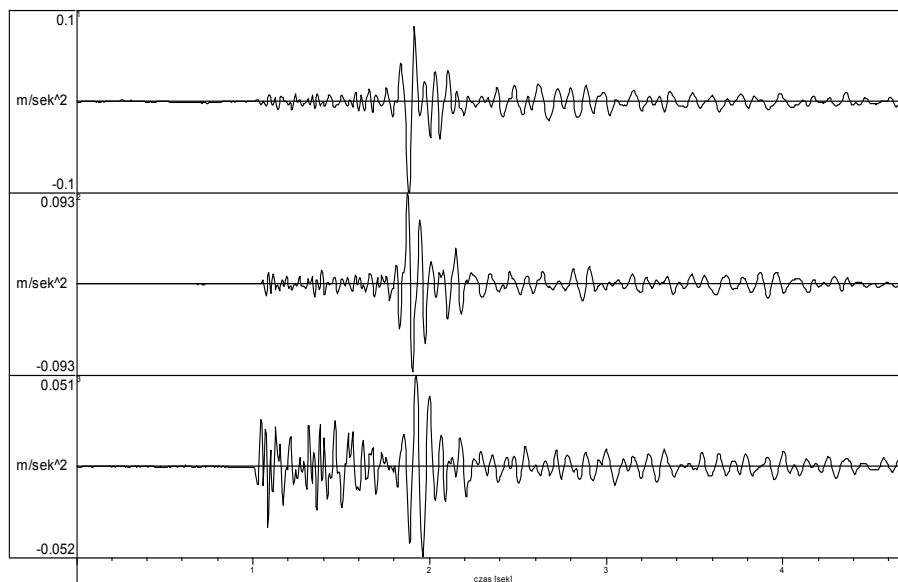
Tabela 3.1

Table 3.1

The stronger tremors registered in Panewniki (ground motion)

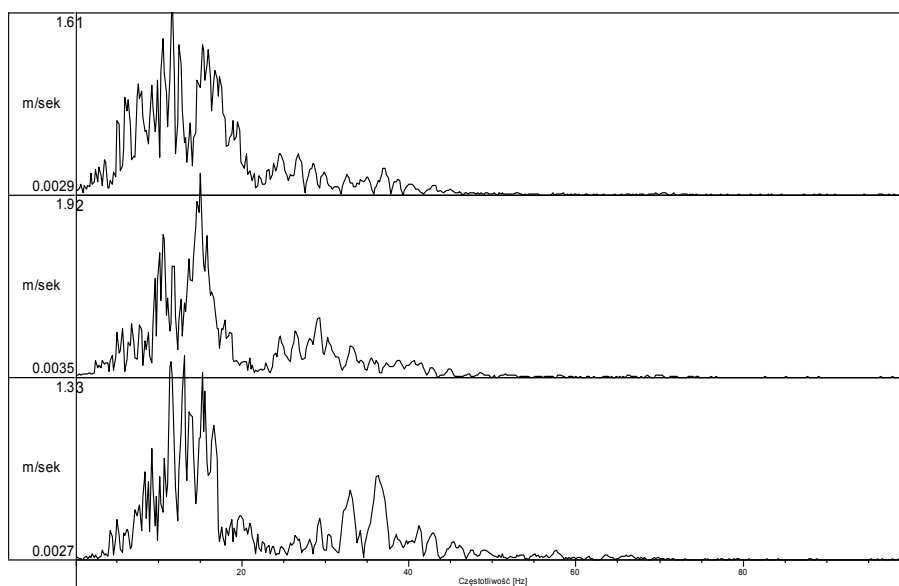
DATA	E(GIG)	KOPALNIA	a (pik)	odległość	a ₁ (MSK)	a ₂ (AMAX)	a ₂ -a ₁
	[J]		[mm/s ²]	m	mm/s ²	[mm/s ²]	[mm/s ²]
00-12-07	5E+05	ŚLĄSK	62	1172	44.8	39.3	-5.50
00-12-08	8E+05	ŚLĄSK	77	1541	37.8	41.46	3.66
00-12-13	3E+06	ŚLĄSK	136	1188	70.50	84.63	14.13
00-12-14	2E+06	HALEMBA	26	4882	4.9	9.8	4.90
00-12-21	2E+05	KLEOFAS	34	3808	6.9	4.66	-2.24
00-12-22	3E+07	HALEMBA	45	5269	14.7	17.28	2.58
00-12-28	8E+05	ŚLĄSK	78	1481	22.7	42.97	20.27
00-12-29	1E+05	ŚLĄSK	17	1252	32.3	10.84	-21.46
00-12-30	3E+05	WUJEK	61	4230	7.1	5.28	-1.82
01-01-06	8E+05	ŚLĄSK	77	1462	20.8	43.41	22.61
01-01-08	6E+05	ŚLĄSK	66	1311	33.6	40.45	6.85
01-01-11	8E+05	KLEOFAS	89	3868	5.1	11.68	6.58
01-01-12	9E+05	POLSKA- WIREK	53	2499	5.1	26.41	21.31
01-01-12	3E+05	ŚLĄSK	41	1356	47.4	25.4	-22.00
01-01-12	2E+05	ŚLĄSK	30	1504	5.4	16.39	10.99
01-01-16	9E+05	ŚLĄSK	79	1476	25.8	45.33	19.53
01-01-16	5E+05	KLEOFAS	71	3942	8.4	8.74	0.34
01-01-17	3E+05	?ŚLĄSK	43	1443	32.7	24.16	-8.54
01-01-19	1E+07	KLEOFAS	210	3724	21.5	30.3	8.80
01-01-19	3E+05	HALEMBA	43	1503	11.5	23.55	12.05
01-01-20	1E+05	ŚLĄSK	17	1482	9.4	9.61	0.21
01-01-20	2E+06	ŚLĄSK	105	1192	69.2	72.94	3.74
01-01-22	2E+05	ŚLĄSK	30	1377	7	17.47	10.47
01-01-23	9E+06	HALEMBA	40	4932	5	15.98	10.98
01-01-24	1E+05	ŚLĄSK	17	1404	29.8	10	-19.80
01-01-24	2E+05	ŚLĄSK	29	1325	24.4	17.94	-6.46
01-01-25	2E+06	HALEMBA	25	4921	4.5	9.6	5.10
01-01-25	3E+06	HALEMBA	33	4678	4.4	12.58	8.18
01-01-26	9E+05	ŚLĄSK	77	1238	31.6	51.38	19.78
01-01-26	6E+05	ŚLĄSK	66	1375	14.7	39.19	24.49
01-01-29	2E+06	ŚLĄSK	103	1301	46.3	69.24	22.94
01-01-30	5E+05	ŚLĄSK	58	1482	36.7	33.54	-3.16
01-01-30	3E+06	POKÓJ	35	4575	6.6	13.31	6.71
01-02-02	5E+07	HALEMBA	122	3663	42.2	45.77	3.57
01-02-15	2E+07	KLEOFAS	250	3832	47.2	32.91	-14.29

a (pik) – drżania pikowe z całego zakresu częstotliwości (do 100Hz), a₁(MSK) – maksymalne przyspieszenia wypadkowe w chwili czasu w zakresie częstotliwości do 10Hz, a₂(AMAX) – przyspieszenia wypadkowe do 10 Hz wyznaczone wg wzorów (Mutke 1991) z uwzględnieniem amplifikacji przy użyciu programu AMAX.



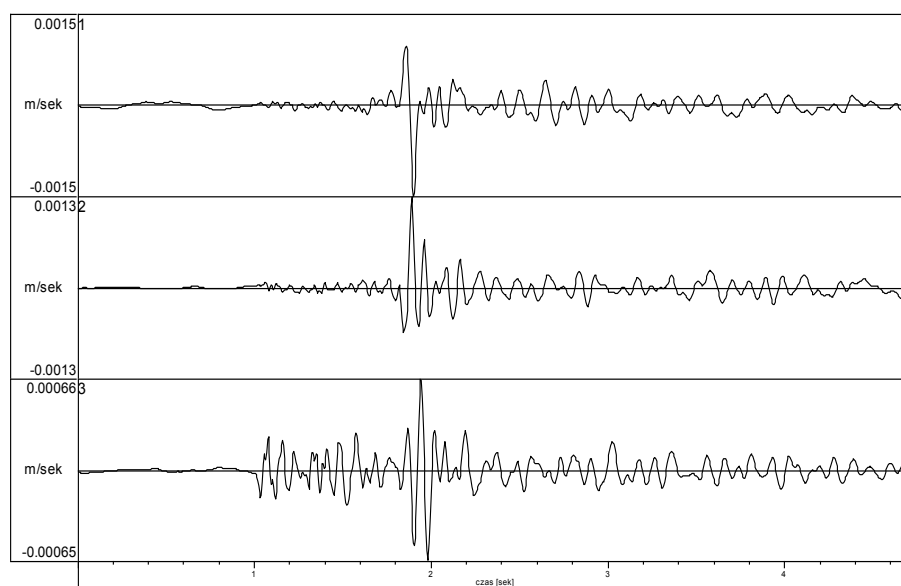
Rys. 3.1 Wstrząs z dnia 08.12.2000 o godz. 02:51 o energii sejsmicznej $8 \cdot 10^5$ J (drgania gruntu). Amplitudy przyspieszenia drgań w całym zakresie częstotliwościowym do 100 Hz

Fig. 3.1 Acceleration for a tremor of seismic energy $E=8 \cdot 10^5$ J (ground vibration). Frequency bandwidth from 1 to 100 Hz



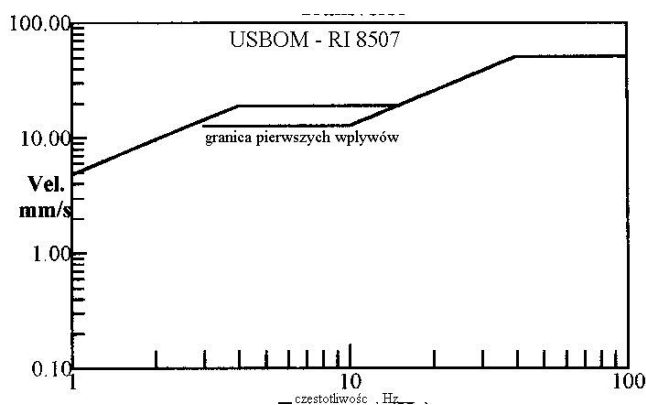
Rys. 3.2 Spektrum FFT wstrząsu z rysunku 3.1 (dominują w zapisie drgania powyżej 10 Hz)

Fig. 3.2 FFT spectrum for a tremor from figure 3.1 (note that prevail frequency is more than 10 Hz)



Rys. 3.3 Sejsmogram prędkościowy wstrząsu z rysunku 3.1 (drżania gruntu)
 Fig. 3.3 Velocity for a tremor of seismic energy $E=8 \cdot 10^5$ J (ground vibration)

Skala RI 8507 została opracowana do oceny skutków drgań od wstrząsów i strzelań pochodzenia górniczego. Informuje nas, do jakiego poziomu amplitud prędkości drgań gruntu nie obserwuje się żadnych uszkodzeń, nawet rys w tynkach. Na podstawie licznych i długoletnich badań wykreślono poziom amplitud prędkości drgań gruntu nieszkodliwych dla zabudowy mieszkalnej i równocześnie jest to wartość powyżej poziomu drgań jakie w budynku wywołuje jego codzienne użytkowanie przez mieszkańców i czynniki zewnętrzne. Wykres tej skali przedstawiono na rysunku 3.4.

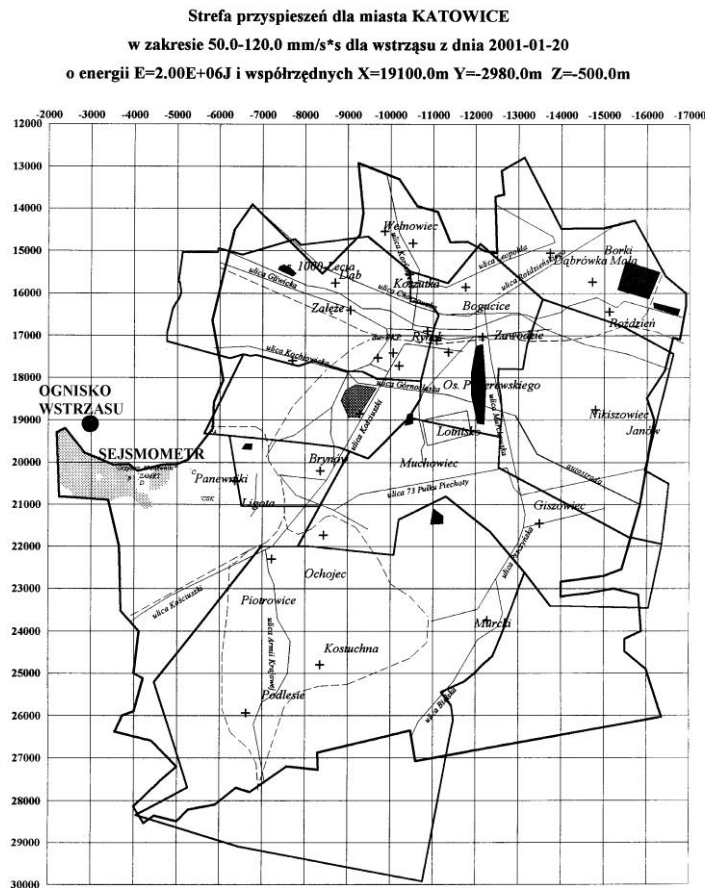


Rys. 3.4 Skala oceny skutków drgań od wstrząsów i strzelań w górnictwie opracowana w USA (United States Bureau of Mines - RI 8507). Skala oparta jest na parametrze maksymalnej amplitudy prędkości drgań w gruncie i dominującej częstotliwości drgań

Fig. 3.4 USBOM RI 8507 scale for assessment damaging effect in the building after tremors and blasts

Analizując skalę RI 8507 można zauważyć, że dla częstotliwości drgań dominujących typowych dla wstrząsów górniczych rejestrowanych w Katowicach-Panewnikach, drgania do 12 mm/s nie są szkodliwe dla budynków mieszkalnych. Analiza sejsmogramów prędkościowych dla wstrząsów wymienionych w tabeli 3.1 wykazała, że drgania nie przekraczały $PPV=2.2$ mm/s. Jest to więc kilkukrotnie mniej od progu potencjalnie możliwych wpływów wynoszących w tej skali $PPV=12$ mm/s.

Zarejestrowane maksymalne przyspieszenie drgań gruntu dla wstrząsów z tabeli 3.1 wyniosło $PPA=250$ mm/s² gdy uwzględni się całe spektrum częstotliwościowe (moda nisko - i wysokoczęstotliwościowa) oraz $a_{MSK}=71$ mm/s² dla drgań w modzie niskoczęstotliwościowej do 10 Hz (takiej jaka jest stosowana w skali MSK-64). Przyspieszenie $a_{MSK}=71$ mm/s² zaliczane jest do dolnego progu intensywności drgań w stopniu IV. Jest to, podobnie jak w przypadku oceny dokonywanej wg skali RI 8507, kilkukrotnie mniej niż potencjalny poziom progowy pierwszych uszkodzeń w budynkach.



Rys. 3.5 Mapa zagrożenia sejsmicznego od wstrząsu o energii sejsmicznej $E=2*10^6$ J z KWK Śląsk obliczona dla miasta Katowice wg programu komputerowego AMAX
Fig. 3.5 Map of seismic risk for the tremor of energy $E=2*10^6$ J calculated in area of Katowice City

Należy tutaj podkreślić dużą zgodność pomierzonych przyspieszeń wg skali MSK z prognozowanymi (obliczanymi) w programie AMAX, z którego korzysta Urząd Miasta Katowice. Program AMAX wykorzystuje do obliczania izolinii przyspieszeń informacje o energii zaistniałego lub prognozowanego zjawiska, współrzędnych epicentrum i informacji o budowie warstw nadkładu (amplifikacja drgań). W UM Katowice prognozy z programu AMAX są wykorzystywane w mapach GIS opracowywanych dla potrzeb miasta. Przykładowy wydruk izolinii przyspieszeń 60-120 mm/s² od jednego z zaistniałych wstrząsów przedstawia rysunek 3.5.

Warto zwrócić uwagę, że w tabeli 3.1 w ostatniej kolumnie przedstawiono różnicę w wartości pomierzonych przyspieszeń MSK z wartościami przyspieszeń obliczonych przy pomocy programu AMAX dla miejsca posadowienia aparatury rejestrującej. Odchyłki nie przekraczają 25 mm/s², co pozwala uznać prognozę za wiarygodną i przydatną do prognozy zagrożenia sejsmicznego w obszarze miasta Katowice.

Monitoring wstrząsów w Katowicach-Panewnikach jest w dalszym ciągu prowadzony przez Urząd Miasta Katowice. Zebrane w bazie danych rejestracje pozwolą z pewnością na rozstrzygnięcie problemu wpływu (lub jego braku) wstrząsów górniczych na zabudowę powierzchniową tej dzielnicy Katowic.

Literatura

- [1] Dubiński J. i Mutke G. 1998: Wstrząsy górnicze: w Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych pod redakcją J. Kwiatka, GIG Katowice, 533-581.
- [2] Mutke G. 1991: Metoda prognozowania parametrów drgań podłoża generowanych wstrząsami górniczymi w obszarze GZW. Rozprawa doktorska, Główny Instytut Górnictwa - Katowice.
- [3] Mutke G., Dworak J. 1992: Czynniki warunkujące efekt sejsmiczny wstrząsów górniczych na powierzchniowe obiekty budowlane w obszarze GZW. *Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc. M-16* (245).

The characteristics of ground motion caused by mine tremors: Katowice – Ligota and Katowice – Panewniki regions

The results of seismic surveys conducted at Katowice Ligota (CSK hospital) and Katowice Panewniki test sites are presented. The test sites were chosen based on numerous complaints the residents of Ligota and Panewniki have lodged at Katowice City authorities for fear that mine tremor – related ground motions in the afore-mentioned areas might expose structures to danger. The presented results of ground motions measurement analysis allowed us, to a greater extent, to really assess the dynamic phenomena hazard degree for the surface development in the areas of interest.

Przekazano: 30 marca 2001