

**ANALIZA DRGAŃ GRUNTU EMITOWANYCH
W ZWIĄZKU Z DZIAŁALNOŚCIĄ KOPALNI GOLICE
(SKSM S.A.)**

Opracował: **dr Maciej Mendecki**

Lipiec 2015

1. Wstęp

Opracowanie dotyczy oceny szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na zabudowania i mieszkańców wsi Golice (gm. Cedynia, woj. zachodniopomorskie), związanych z działalnością urządzeń pracujących na kop. Golice (złoże Golice, OG Golice-1) oraz transportem samochodowym kruszywa przez wieś. Dokonano także prognozy oddziaływania drgań związanych z analogiczną działalnością po uruchomieniu wydobycia projektowanego przez Szczecińskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A. na sąsiednim złożu Golice E.

Badania drgań gruntu przeprowadzono w czterech miejscach pomiarowych w celu uzyskania przestrzennego obrazu zmian wpływu ww. drgań:



Lokalizacja punktów pomiarowych w sąsiedztwie kop. Golice.

1 – nr punktu pomiarowego, zakład przeróbczy: I – obecna lokalizacja, II – planowana lokalizacja

- Punkt pomiarowy nr 1 zlokalizowany był na terenie zakładu, przy budynku administracyjno-socjalnym. W czasie pomiaru prowadzone były roboty górnicze w odkrywce (do kilkuset metrów na południe i południowy wschód od ww. budynku), odbywał się ruch ciężkich pojazdów (ładowarki kołowe, spycharka gąsienicowa) oraz załadunek surowca i transport samochodami ciężarowymi; nie pracował natomiast zakład przeróbczy.
- Punkt pomiarowy nr 2 zlokalizowany był na terenie zakładu przeróbczego (kilkadziesiąt metrów na północ od ww. budynku, w pobliżu zestawu krusząco-przesiewającego). Pomiar

odbywał się w trakcie ruchu zakładu (pracujący zestaw krusząco-przesiewający, odwadniacz i taśmociągi), równoległe kontynuowane były (z większą intensywnością) wszystkie prace wymienione przy opisie punktu nr 1, w tym także transport samochodowy surowca.

- Punkt pomiarowy nr 3 zlokalizowany był na granicy obszaru górniczego, przy drodze dojazdowej utwardzonej kruszywem, w odległości ok. 670 m od najbliższych urządzeń zakładu przerobczego (zestaw krusząco-przesiewający). W trakcie pomiaru odbywały się wszystkie czynności opisane w punktach nr 1 i nr 2 (łącznie z transportem surowca ww. drogą).
- Punkt pomiarowy nr 4 zlokalizowano we wsi Golice, w piwnicy jednego z budynków mieszkalnych na przeciwko kościoła, w odległości ok. 1460 m od najbliższych urządzeń pracującego zakładu przerobczego (zestaw krusząco-przesiewający).

Drgania gruntu we wszystkich punktach zmierzone zostały z wykorzystaniem szerokopasmowego sejsmometru *RefTek Observer 130S-01/3 151-120* o zakresie częstotliwości pracy 0,008-100 Hz. Aparatura rejestrująca instalowana była każdorazowo na sztywnym podłożu przenoszącym drgania. Wyniki zostały zinterpretowane i przygotowane za pomocą oprogramowania *RefTek Compass* i *MatLab*. Pomiar wykonywany był zawsze w trzech kierunkach: dwóch poziomych (zorientowanych północ-południe i wschód-zachód) oraz w kierunku pionowym.



Aparatura sejsmiczna na poszczególnych stanowiskach pomiarowych

2. Metodyka analizy pomiarów

Pomiar wykonywany był w każdym z miejsc przez minimum 30 minut. Rejestracje drgań poddawane były zgodnie z normą PN-85/B-02170 odpowiedniemu filtrowaniu w celu uzyskania wpływów dynamicznych drgań podłoża na budynki i odniesieniu ich do skal wpływów dynamicznych SWD¹ zawartych w przedmiotowej normie. Skale SWD mają pięć stref (I, II, III, IV, V) oddzielonych czterema liniami granicznymi (A, B, C, D). Zgodnie z normą PN-85/B-02170 kryteria podziału na strefy szkodliwości są następujące:

- Strefa I – drgania nieodczuwalne; granica A to dolna granica odczuwalności drgań przez budynek i dolna granica uwzględnienia wpływów dynamicznych.
- Strefa II – drgania odczuwalne przez budynek ale nie szkodliwe dla konstrukcji, następuje tylko przyspieszone zużycie budynku, pierwsze rysy w wyprawach, tynkach itp.; granica B to dolna granica powstawania zarysowań i spękań konstrukcyjnych.
- Strefa III – drgania szkodliwe dla budynku, powodują lokalne zarysowania i spękania przez co osłabiają konstrukcję budynku.
- Strefa IV – drgania o dużej szkodliwości dla budynku, powodują lokalne zniszczenia.
- Strefa V – drgania powodują awarię całego budynku.

Opis strefy III, IV i V uproszczono, a opis granic C i D pominięto, ponieważ otrzymane wyniki pomiarów nie mieszczą się w tych zakresach normy.

Wpływy dynamiczne oblicza się filtrując sygnał dla danej tercji ($1/3$ oktawy) i wybierając najwyższą wartość amplitudy – maksymalne wartości wypadkowe przyspieszenia. Następnie odnosi się wyniki obliczeń do nomogramów skali SWD, sprawdzając w której strefie znajdują się wartości maksymalnych wpływów dynamicznych dla danej tercji. Obliczenia wykonuje się dla dwóch skal: SWD-I oraz SWD-II:

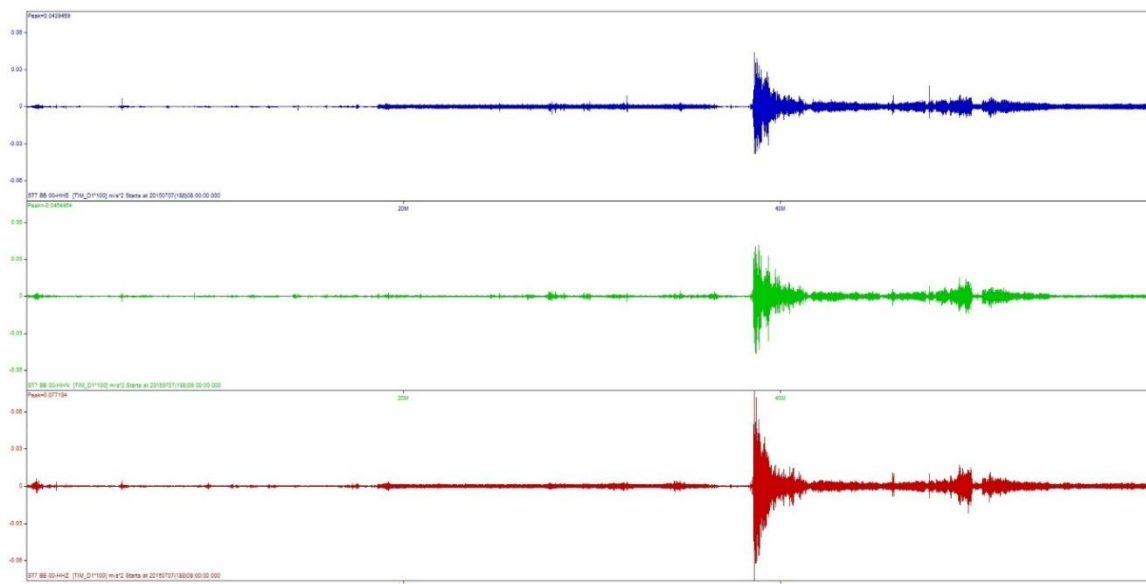
- Skala SWD-I odnosi się do budynków o kształcie zwartym, o małych wymiarach zewnętrznych rzutu poziomego (nie przekraczających 15 m), jedno- lub dwukondygnacyjnych i o wysokości nie przekraczającej żadnego z wymiarów rzutu poziomego.
- Skala SWD-II odnosi się do budynków nie wyższych niż pięć kondygnacji, których wysokość jest mniejsza od podwójnej najmniejszej szerokości budynku oraz do niskich budynków (do 2 kondygnacji) lecz nie spełniających warunków podanych w skali SWD-I.

¹ wartości SWD są przefiltrowanymi wartościami wypadkowymi dla kierunków X, Y i Z

3. Wyniki pomiarów – wpływ drgań na budynki

3.1. Pomiary w punkcie nr 1 (teren zakładu)

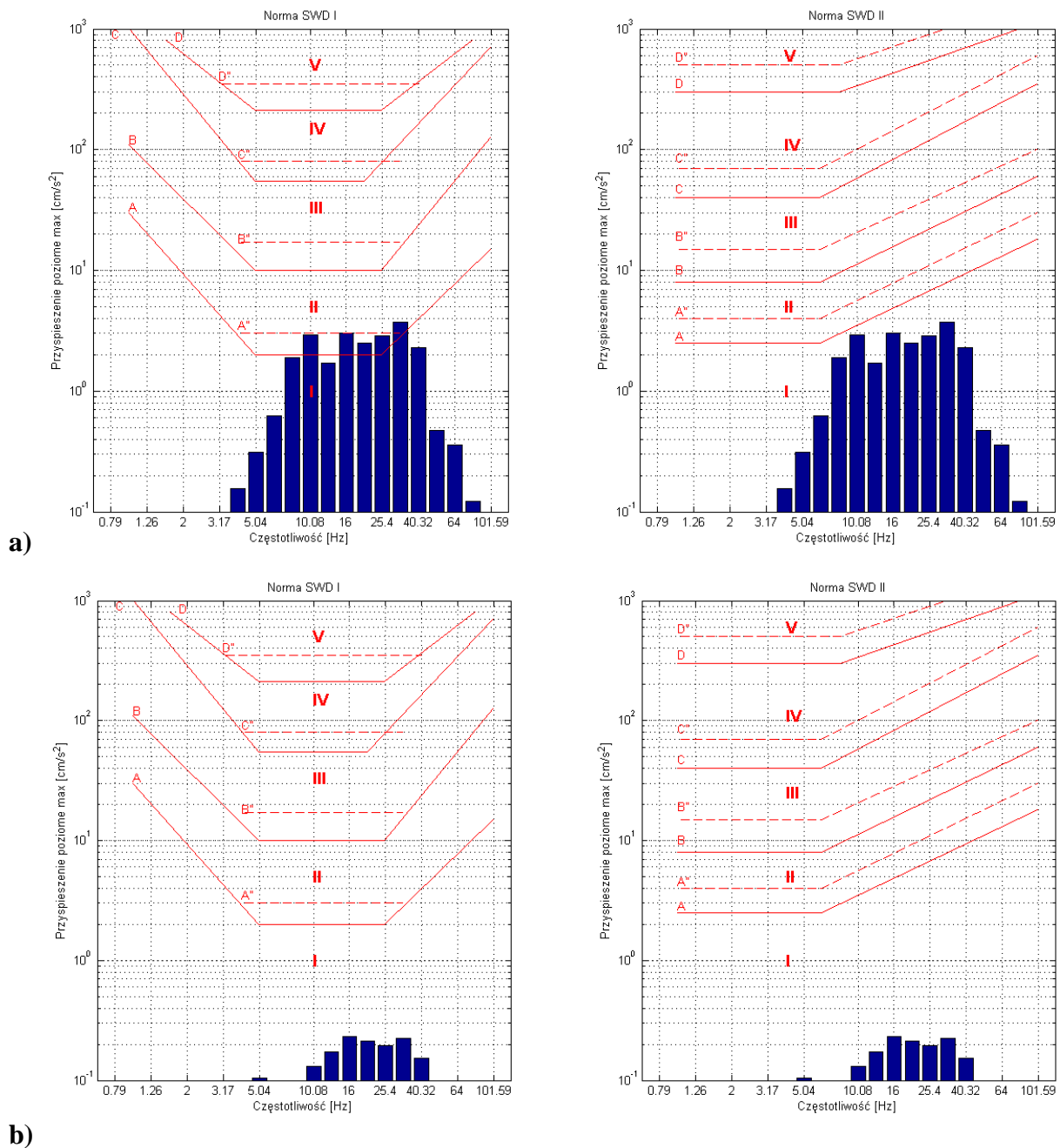
Ryc. 1 prezentuje zapis 60 min. obserwacji drgań pochodzących od robót górniczych na wyrobisku, przejazdów ładowarek, spycharki i samochodów ciężarowych, przy postoju zakładu przerobczego. Każdy przejazd maszyny lub pojazdu jest zapisany na trasach sejsmicznych (dla 3 składowych) jako wzrost amplitud przyspieszeń gruntu. Na zapisie wyraźnie zarysowuje się bardzo silny sygnał pochodzący od spycharki gąsienicowej, która przejechała w pobliżu stanowiska pomiarowego ok. 39 minuty pomiaru.



Ryc. 1. Rejestracja drgań w punkcie pomiarowym nr 1 (przy budynku administracyjno-socjalnym, w trakcie postoju zakładu przerobczego). Oś pionowa – amplitudy wyrażone w m/s^2 ; oś pozioma – czas pomiaru. Pierwsza trasa sejsmiczna reprezentuje kierunek wschód-zachód, druga trasa to kierunek północ-południe, trzecia trasa to zmiany drgań w czasie dla składowej pionowej.

Dla wszystkich rejestracji drgań w tym miejscu (uwzględniając wybitnie silny sygnał od spycharki) przeprowadzono analizę SWD. Ryc. 2a i 2b przedstawia obliczenia wpływów dynamicznych na budynek. Wyniki oceny dla całego zapisu uwzględniającego vibracje od spycharki (Ryc.1a) wskazują, że wartości maksymalnych wpływów dynamicznych na budynki między tercją 10 Hz a 40 Hz znajdują się w strefie II, pozostałe wartości ułożyły się w strefie I. Pojawienie się maksymalnych wartości wpływów dynamicznych w strefie II wskazuje na obecność drgań odczuwalnych przez budynek, ale nie szkodliwych dla konstrukcji. Te

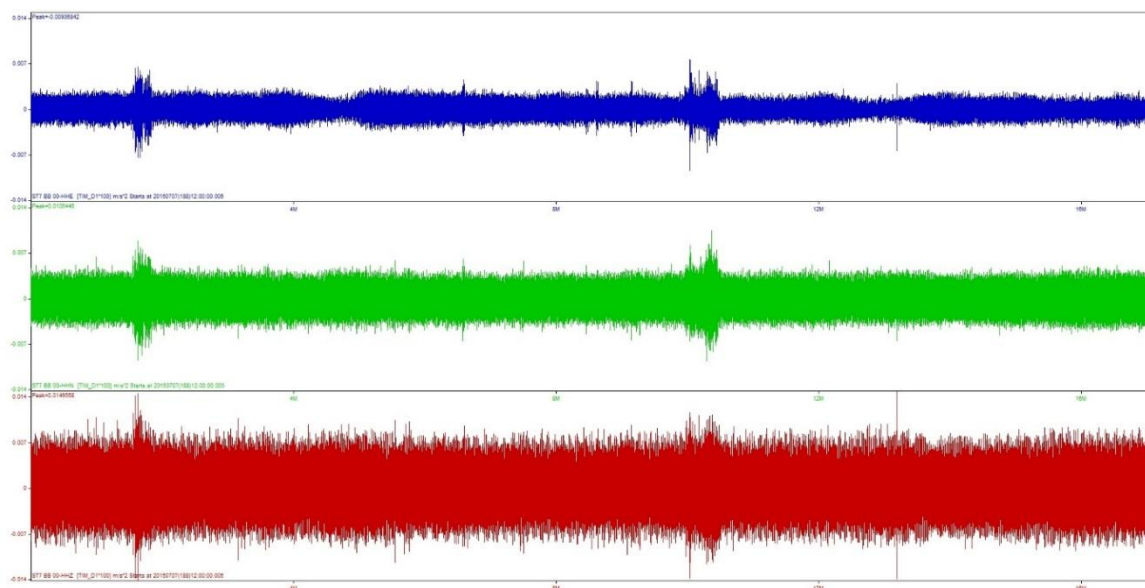
relatywnie wysokie wartości wpływów dynamicznych są wyłącznie rezultatem przejazdu spycharki gąsienicowej w pobliżu miejsca pomiaru. Natomiast praca urządzeń na wyrobisku, przejazdu innych maszyn oraz pojazdów samochodowych nie wywołują drgań odczuwalnych przez budynki (Ryc.1b).



Ryc. 2. Ocena wpływów dynamicznych na budynki w punkcie pomiarowym nr 1. Wykres: **a)** jest wynikiem normy SWD dla zapisu uwzględniającego przejazd spycharki; **b)** wynik normy SWD dla okresu nie uwzględniającego przejazdu spycharki (pierwsze 20 min zapisu). Linie ciągłe (A, B, C, D) – granice stref dla budynków starych, z uszkodzeniami, bez fundamentów itp.; linie przerywane (A', B', C', D') – granice stref dla budynków nieuszkodzonych, z fundamentami itp.

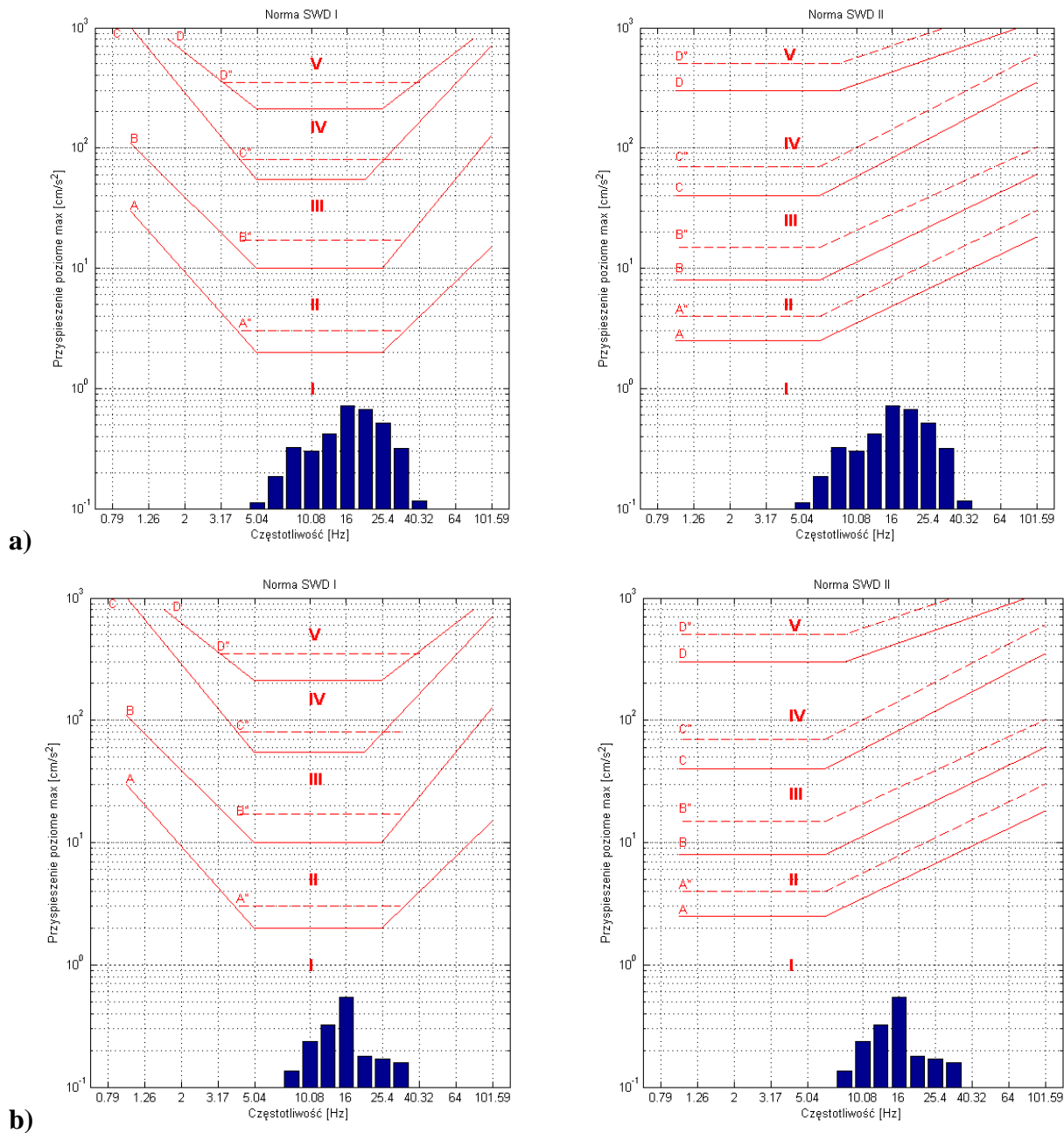
3.2. Pomiary w punkcie nr 2 (teren zakładu).

Wyniki rejestracji przyspieszeń podłoża w pobliżu zakładu przerobczego zaprezentowano na Ryc. 3. Podczas 30 minut obserwacji zmierzono drgania związane głównie z pracą zakładu przerobczego, a także przejazdami maszyn i samochodów ciężarowych. Każdy przejazd jest zapisany na trasach sejsmicznych (dla 3 składowych) jako wzrost amplitud drgań gruntu. Pomiedzy przejazdami maszyn amplitudy drgań są niższe i względnie stabilne.



Ryc. 3. Rejestracja drgań w punkcie pomiarowym nr 2 (zakład przerobczy w trakcie pracy). Objasnienia jak dla Ryc. 1.

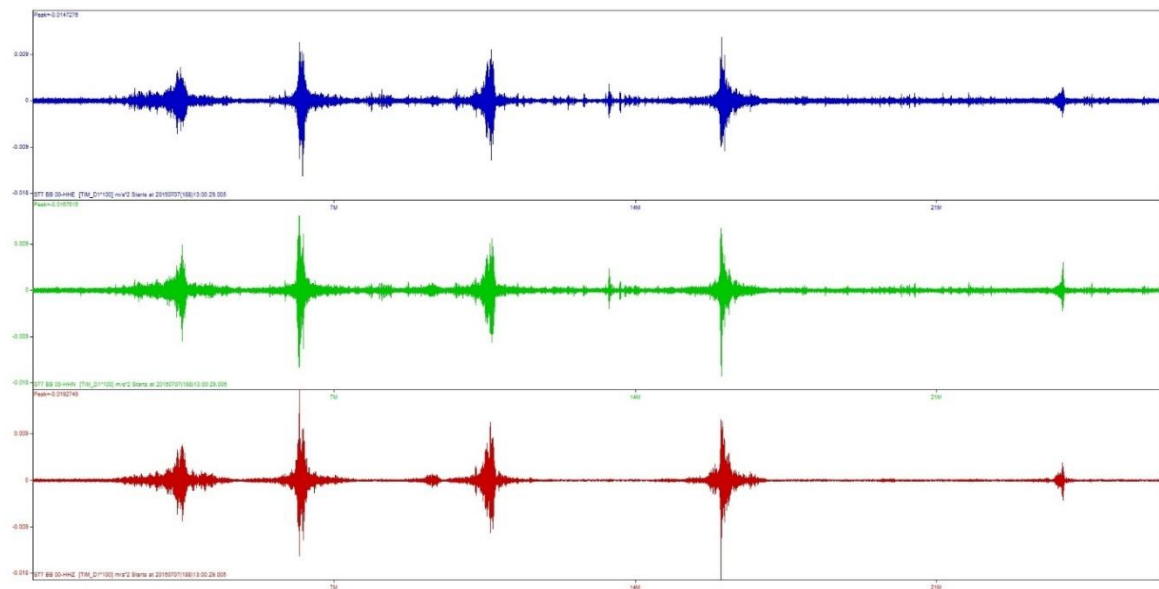
Dla tych zapisów przeprowadzono analizę SWD. Ryc. 4a i 4b przedstawia obliczenia wpływów dynamicznych na budynek. Wyniki oceny wskazują, że wartości maksymalnych wpływów dynamicznych na budynki dla pomiarów uwzględniających przejazdy samochodów (Ryc.4a) i przedstawiających tylko pracę zakładu przerobczego (Ryc.4b) znajdują się w strefie I. Są one bardzo niskie, tak więc żadne drgania nie są przez budynki odczuwalne. Porównując otrzymane widma przyspieszeniowe widać spadek amplitud wysokoczęstotliwościowych związanych z przejeżdżającymi samochodami ciężarowymi.



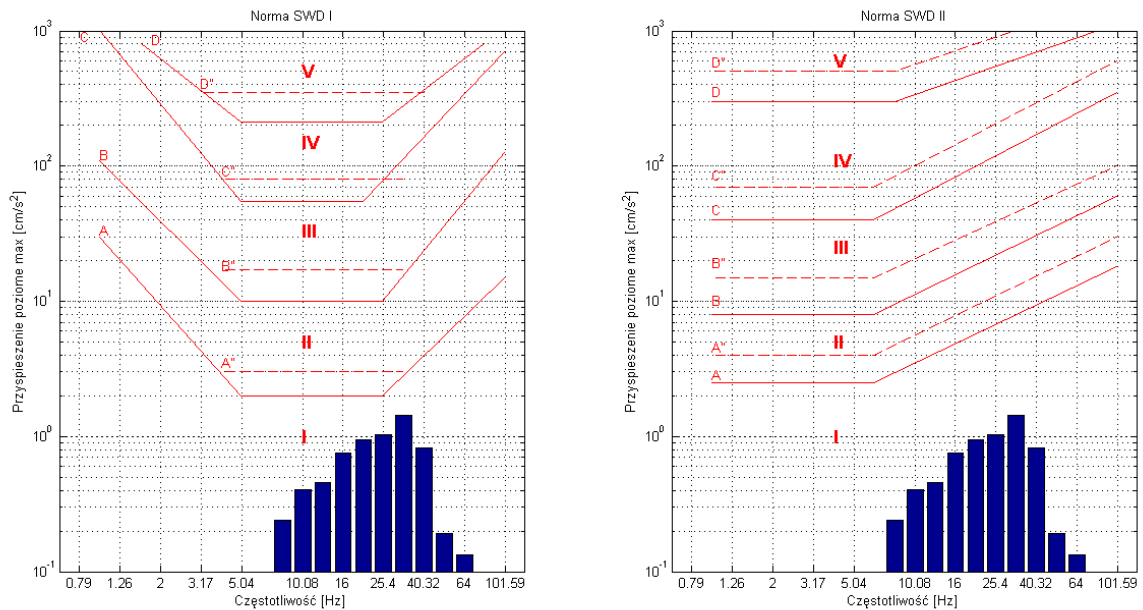
Ryc. 4. Ocena wpływów dynamicznych na budynki w punkcie pomiarowym nr 2. Wykres: **a)** jest wynikiem normy SWD dla zapisu uwzględniającego przejazdy ładowarek i samochodów po terenie zakładu; **b)** wynik normy SWD dla okresu uwzględniającego tylko pracę zakładu przerobczego (wybrane 20 min. zapisu). Objasnienia jak dla Ryc. 2.

3.3. Pomiary w punkcie nr 3 (granica OG).

Wyniki rejestracji drgań na wschodniej granicy OG Golice-1 zaprezentowano na Ryc. 5. Podczas 40 min. obserwacji zmierzono drgania pochodzące od przejazdu samochodów ciężarowych (zarówno załadowanych urobkiem, jak i pustych) oraz pracy zakładu przerobczego. Każdy przejazd samochodu jest zapisany na trasach sejsmicznych (dla 3 składowych) jako wzrost amplitud drgań gruntu. Pomiędzy przejazdami samochodów ciężarowych drgania są niższe i względnie stabilne – ich źródłem jest głównie praca zakładu przerobczego, a także roboty górnicze na wyrobisku. Dla tych zapisów przeprowadzono analizę SWD. Ryc. 6 przedstawia obliczenia wpływów dynamicznych na budynek (z uwzględnieniem drgań wywołanych przejazdem pojazdów).



Ryc. 5. Rejestracja drgań w punkcie pomiarowym nr 3 (granica OG). Objaśnienia jak dla Ryc. 1.



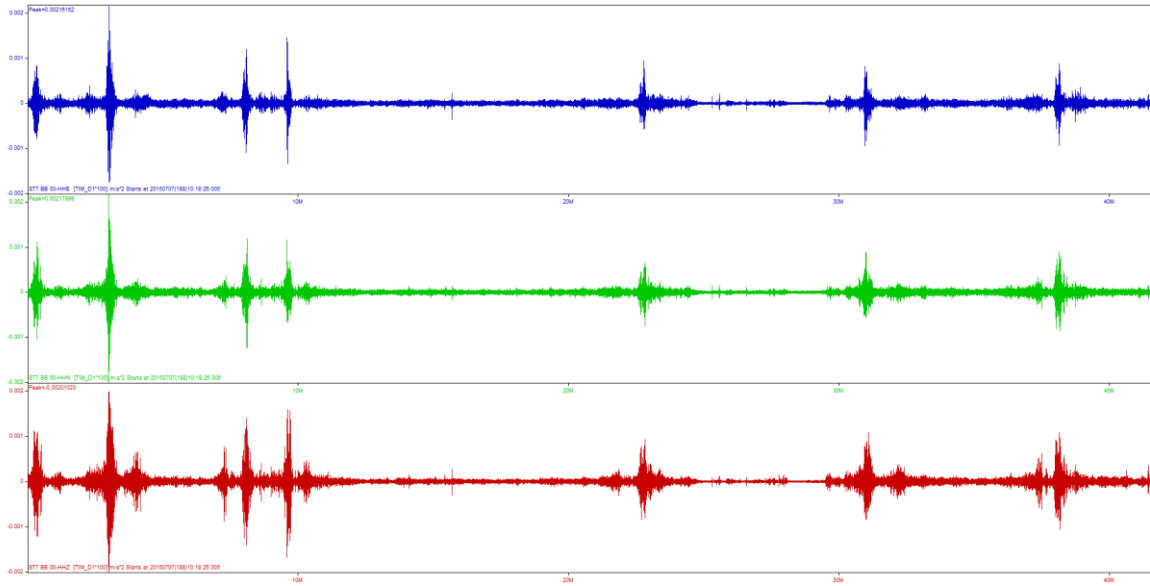
Ryc. 6. Ocena wpływów dynamicznych na budynki w punkcie pomiarowym nr 3. Objasnienia jak dla Ryc. 2.

Wyniki oceny wskazują, że wartości maksymalnych wpływów dynamicznych na budynki znajdują się w strefie I i dodatkowo są bardzo niskie, tak więc drgania nie są odczuwalne przez budynki.

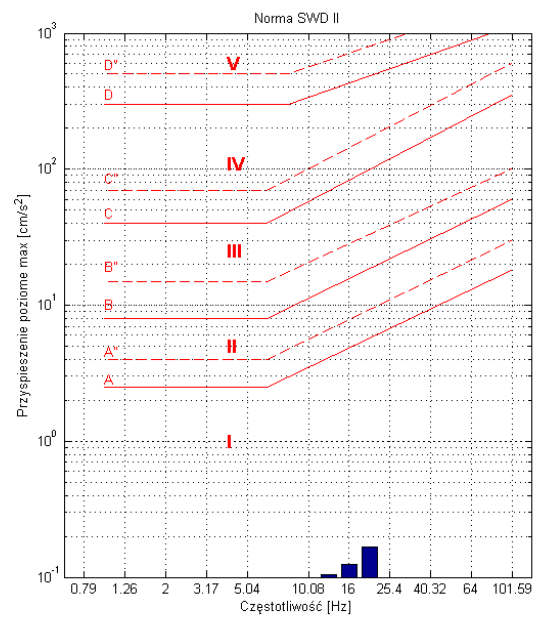
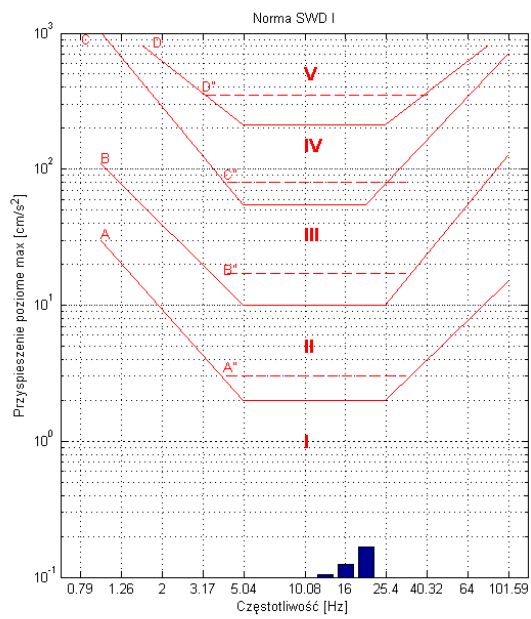
3.4. Pomiary w punkcie nr 4 (budynek we wsi Golice).

Podczas rejestracji drgań w piwnicy wytypowanego domu zmierzono drgania wywołane przez przejazdy samochodów ciężarowych (zarówno załadowanych urobkiem, jak i pustych). Przejazdy te w zapisie sejsmometru obrazują skoki amplitud drgań na trzech składowych (Ryc. 7). Podczas pomiaru czynny był także zakład przeróbczy, który obok różnych prac prowadzonych we wsi (niezwiązanych z działalnością kopalni) jest prawdopodobnie jednym ze źródeł drgań zarejestrowanych pomiędzy przejazdami samochodów ciężarowych.

Natomiast Ryc. 8 przedstawia obliczenia wpływów dynamicznych na budynek (z uwzględnieniem drgań wywołanych przejazdem samochodów ciężarowych). Wyniki oceny wskazują, że wartości maksymalnych wpływów dynamicznych na budynki znajdują się w strefie I i dodatkowo są bardzo niskie, tak więc drgania nie są odczuwalne przez budynki.



Ryc. 7. Rejestracja drgań w punkcie pomiarowym nr 4 (budynek we wsi Golice). Objaśnienia jak dla Ryc. 1.



Ryc. 8. Ocena wpływów dynamicznych na budynki w punkcie pomiarowym nr 4. Objaśnienia jak dla Ryc. 2.

4. Podsumowanie i prognoza drgań.

Wyniki przeprowadzonych badań, zinterpretowane zgodnie z normą PN-85/B-02170, wskazują na brak istotnego wpływu drgań pochodzących od pracy zakładu przeróbczego oraz przejeżdżających samochodowych ciężarowych na zabudowania wsi Golice. Dowodzą tego pomiary wykonane na terenie kop. Golice oraz miejscowości Golice, gdzie nawet w pobliżu pracujących urządzeń i przejeżdżających pojazdów nie zostały przekroczone normy dla drgań, mogących powodować lokalne zarysowania i spękania, zniszczenia pojedynczych elementów, czy też awarię całych budynków. Otrzymane wartości wpływów dynamicznych jednoznacznie wskazują, że także przeniesienie prac wydobywczych i zakładu przeróbczego w kierunku wschodnim, bliżej zabudowań wiejskich, nie będzie skutkowało przekroczeniem przedmiotowych norm, a tym samym drgania związane z działalnością kopalni bezpośrednio (wydobycie i przeróbka kopaliny) lub pośrednio (transport surowca) nie będą szkodliwe dla budynków wsi Golice.