

## 49

# KORELACJA WYSTĘPOWANIA USZKODZEŃ OBIEKTÓW BUDOWLANYCH ZE WSTRZĄSAMI GÓRNICZYMI NA PRZYKŁADZIE KWK „PIAST”, W LATACH 2014-2015

### 49.1 WPROWADZENIE

Jednym z negatywnych aspektów działalności górniczej są powstające w jej wyniku wstrząsy górnicze, będące bardzo uciążliwym czynnikiem determinującym zachowania ludzkie, jak również stanowiące przyczynę uszkodzeń elementów budynków oraz mogące powodować przyspieszenie procesu ich naturalnego zużycia. Za obciążenia dynamiczne obiektów budowlanych odpowiadają wstrząsy eksploatacyjne oraz wstrząsy o charakterze tektonicznym zwane regionalnymi.

Wstrząsy regionalne generowane są poprzez naprężenia tektoniczne związane z budową geologiczną. Wstrząsy eksploatacyjne generowane są przez naprężenia eksploatacyjne i lokalizowane są w bliskim otoczeniu wyrobisk górniczych.

Nagłe odprężenie górotworu jest związane z wyzwoleniem energii w ognisku i powstaniem sprężystych fal sejsmicznych, dochodzących do powierzchni. W przypowierzchniowej warstwie górotworu tworzą się fale powierzchniowe: podłużne Rayleigh'a i poprzeczne Love'a [6]. Największą i decydującą rolę w problematyce wpływu wstrząsów górniczych na obiekty powierzchniowe odgrywają fale powierzchniowe a przede wszystkim ich składowa pozioma. Do oceny wpływu siły wstrząsów indukowanych eksploatacją górniczą i ich wpływu na obciążenia obiektów budowlanych, prowadzi się ciągłe obserwacje zjawisk sejsmicznych przy pomocy odpowiedniej aparatury pomiarowej.

### 49.2 REJON BADAŃ

Powierzchnia obszaru górniczego kopalni „Piast”, Ruch I wynosi obecnie 48,31 km<sup>2</sup>, obejmuje swoim zasięgiem gminy: Bieruń, Bojszowy, Chełm Śląski, Chełmek, Lędziny oraz Oświęcim.

#### **49.2.1 Zagospodarowanie powierzchni obszaru górniczego**

Przeważającą część obszaru górniczego kopalni „Piaś” zajmują obszary rolne – pola uprawne i łąki. Występują również obszary leśne, z których największe kompleksy położone są w odległości ok. 2 km na południowy zachód od kopalni, w rejonie rozciągającym się pomiędzy Bijasowicami, Bieruniem Starym i rzeką Gostynką. Zakład główny KWK „Piaś” wraz z szybami I, II, III zlokalizowany jest w centralnej części obszaru górniczego w miejscowości Bieruń Nowy. Oprócz zakładu głównego, w odległości ok. 4 km na południowy – zachód od niego w miejscowości Jajosty, znajduje się szyb wentylacyjny nr IV.

W rejonie zakładu głównego zlokalizowanych jest szereg obiektów, takich jak: budynki administracyjne, kotłownia, zespoły magazynów, place składowe, zakład przeróbki mechanicznej węgla, łaźnia, stacja ratownictwa górniczego, oczyszczalnia ścieków, bocznicza kolejowa, zwały węgla. Oprócz w/w obiektów przemysłowych związanych z działalnością KWK „Piaś” w części zachodniej obszaru górniczego „Bieruń II” zlokalizowane są m.in. Zakłady Tworzyw Sztucznych „Nitro-Erg” w Bieruniu Starym.

Zabudowa mieszkalna na terenie górniczym jest na ogół luźna. Większe skupiska zwartej zabudowy rozciągają się w szczególności w rejonie Bierunia Nowego i Bierunia Starego (z zabytkowym centrum) oraz Ścierni, Bijasowic, Chełmu Śląskiego i Chełmka. Przez teren górniczy przebiegają linie kolejowe relacji Tychy – Łędziny i Mysłowice – Oświęcim, liczne drogi (m. innymi Tychy – Oświęcim) linie energetyczne i gazociągi (w tym gazociągi wysokoprężne  $\varnothing$  200 i 500 mm w północno-wschodniej części obszaru). Na obszarze górniczym występuje także sieć hydrologiczna (rzeki, ciek, zbiorniki wodne).

#### **49.2.2 Charakterystyka zabudowy powierzchni**

Wpływami eksploatacji górniczej dokonanej jak i projektowanej objęty był zasadniczo teren gminy Bieruń i Gminy Chełm Śląski. Cały teren charakteryzuje się podobnym typem zabudowy i infrastruktury. Przeważa na nim zabudowa luźna i rozproszona o charakterze wiejskim i podmiejskim, usytuowana wzdłuż dróg i ulic. Tylko w centrum Bierunia Starego, Bierunia Nowego i Chełmu Śląskiego zabudowa ma częściowo charakter zwarty o charakterze podmiejskim i miejskim. Większość obiektów budowlanych to małe budynki mieszkalne, jednorodzinne, jedno lub dwu kondygnacyjne, wolnostojące, bliźniacze lokalnie szeregowe i towarzyszące im niewielkie budynki gospodarcze zabudowy zagrodowej (budynki inwentarskie, stodoły) i innej np. garaże. Obiekty te wzniesiono w technologii tradycyjnej lub tradycyjnej ulepszonej. Budynki mieszkalne jak i gospodarcze znajdują się przeważnie w co najmniej zadawalającym stanie technicznym. W rejonie zakładów Tworzyw Sztucznych w Bieruniu Starym oraz w rejonie Kopalni w Bieruniu Nowym istnieją osiedla mieszkaniowe z budynkami wielorodzinnymi, kilkukondygnacyjnymi o konstrukcji wielkopłytowej. Największa część wpływów eksploatacji górniczej zlokalizowana będzie na terenie gminy Bieruń i Chełm Śląski. Przed rozpoczęciem eksploatacji przez KWK „Piaś” były to tereny typowo rolnicze i do tego typu działalności były przystosowane

obiekty budowlane. W ciągu 40 lat istnienia Kopalni zdecydowanie zwiększyła się ilość zabudowy mieszkalnej jedno lub dwurodzinnej, oraz powstały osiedla mieszkaniowe z zabudową wielorodzinną. Budynki powstawały w okresie od końca XIX wieku do dziś i w zależności od czasu wzniesienia charakteryzuje się zróżnicowanymi rozwiązaniami konstrukcyjno materiałowymi. Budynki powstałe w okresie wiek XIX do lat 50 wieku XX posiadają fundamenty kamienne, ściany z cegły lub kamienia, stropy piwnic odcinkowe lub Kleina, na dźwigarach stalowych natomiast stropy kondygnacji nadziemnych w większości drewniane. Dachy o konstrukcji drewnianej kryte papą lub dachówką. Większość budynków położonych na Obszarze Górniczym została w późniejszym okresie zabezpieczona poprzez kotwienie na poziomie poszczególnych stropów lub dodatkowo poprzez wykonanie opaski żelbetowej na poziomie fundamentów. Budynki powstałe w latach 50-tych i 60-tych XX wieku posiadają najczęściej fundamenty z żużlobetonu, ściany z cegły lub z kamienia, stropy żelbetowe między dźwigarami stalowymi, dachy o konstrukcji drewnianej kryte papą lub stropodachy żużlobetonowe kryte papą. Część budynków z tego okresu została dodatkowo wzmocniona kotwami stalowymi i opaskami żelbetowymi. Obiekty budowane w latach 70-tych i 80-tych posiadają fundamenty żelbetowe, ściany piwniczne betonowe lub z bloczków betonowych. Ściany z cegły pustaków lub gazobetonów, stropy w formie monolitycznej płyty żelbetowej lub stropy gęstożebrowe DZ-3 lub względnie Ackermana. Stropodachy żelbetowe kryte papą lub dachy drewniane kryte dachówką lub blachą. Budynki z tego okresu zabezpieczono w czasie budowy na wpływy eksploatacji górniczej poprzez usztywnienie ław fundamentowych ściągami przekątniowymi lub posadowienie na płycie żelbetowej. Budynki te posiadają III i IV kategorie odporności. W rozpatrywanym obszarze występują również nieliczne obiekty użyteczności publicznej (budynki administracji samorządowej, ośrodki kultury oświaty, obiekty sportowe, służby zdrowia, handlu, gastronomii itp.) budowane przeważnie w konstrukcji tradycyjnej murowej o dobrym stanie technicznym. Ze względu na charakter użytkowania na szczególną uwagę zasługują obiekty sakralne – kościoły powstałe w różnych okresach w technologii tradycyjnej murowej oraz drewniany kościół pw. św. Walentego w Bieruniu Starym. Zostały one również zabezpieczone na wpływy górnicze III i IV kategorii i znajdują się, w co najmniej dobrym stanie technicznym. Analizowana zabudowa od lat 70-tych XX wieku poddawana jest wpływom eksploatacji górniczej. Dlatego wszystkie obiekty nowo wznoszone były profilaktycznie zabezpieczane przeciw szkodom górniczym na etapie projektowania, a obiekty wcześniej istniejące jeżeli nie posiadały wymaganej kategorii odporności na szkody górnicze są systematycznie zabezpieczane na wymaganą kategorię odporności.

#### 49.2.3 Infrastruktura techniczna

Przez teren górniczy kopalni KWK „Piast” przebiegają linie kolejowe PKP relacji Łędziny – Bieruń Stary, relacji Mysłowice – Oświęcim oraz tory kolejowe KW S.A. relacji Łędziny – Wola. Towarzyszą im obiekty i urządzenia własne związane z ich

działalnością. Przez obszar ten przebiegają drogi: krajowa nr 44, nr 86, wojewódzkie nr 931, nr 934, nr 780, powiatowe i gminne.

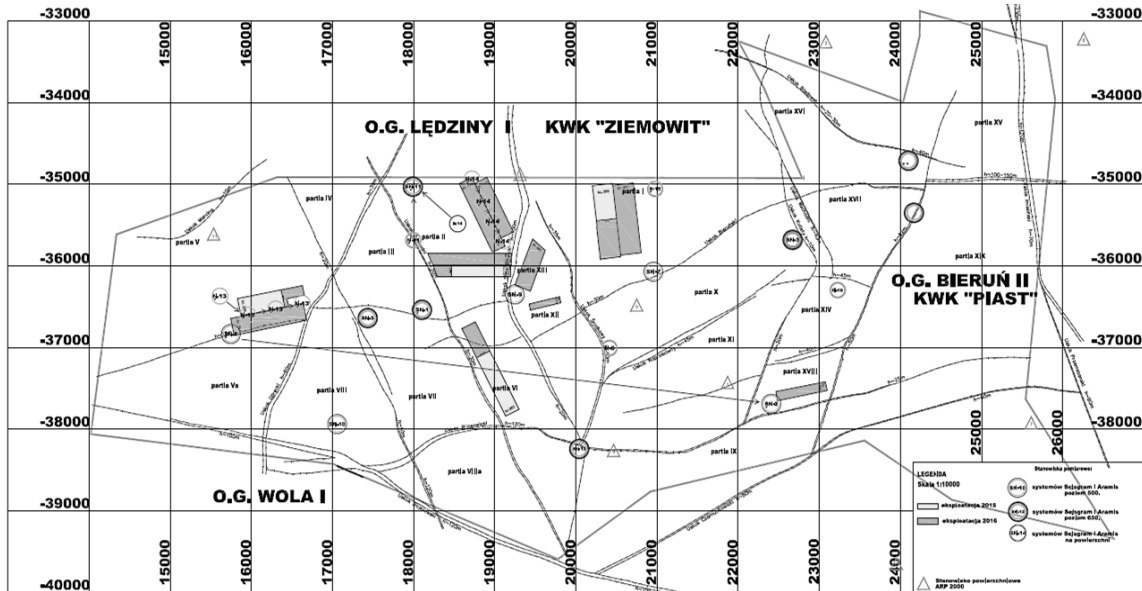
W zasięgu prowadzonej i projektowanej eksploatacji górniczej znajdują się ponadto następujące obiekty liniowe: sieć wodociągowa, kanalizacyjna, gazowa i elektroenergetyczna, gazociągi wysokoprężne o średnicy  $\varnothing 200\text{ mm}$  i  $\varnothing 500\text{ mm}$  relacji Oświęcim – Szopienice, magistrała wodna o średnicy  $3 \times \varnothing 1200\text{ mm}$  w rejonie zbiornika wody pitnej „Dzieńkowice”; urządzenia i obiekty melioracji podstawowej i szczegółowej.

### 49.3 OBSERWACJE SEISMOLOGICZNE

Obszar KWK „Piast” jest regionem, którego eksploatacji towarzyszy intensywna aktywność sejsmiczna indukowana działalnością górniczą. W trakcie eksploatacji pokładów: 205/1-2, 209 oraz 211/1-2, w latach 2014-2015, Kopalnia Stacja Geofizyki Górniczej zarejestrowała 6055 wstrząsów o energii rzędu od  $10^2\text{ J}$  do  $10^7\text{ J}$ , z czego 567 to zjawiska wysokoenergetyczne o energiach rzędu od  $10^5\text{ J}$  do  $10^7\text{ J}$ . Dane dotyczące ilości zarejestrowanych wstrząsów przedstawiono w tabeli 49.1.

Tabela 49.1 Zestawienie wstrząsów zarejestrowanych w latach 2014-2015

	E2	E3	E4	E5	E6	E7	suma
2014	809	1781	1066	294	72	14	4036
2015	563	846	423	139	44	4	2019
<b>suma</b>	<b>1372</b>	<b>2627</b>	<b>1489</b>	<b>433</b>	<b>116</b>	<b>18</b>	<b>6055</b>



Rys. 49.1 Rozmieszczenie stanowisk sejsmometrycznych systemów ARAMIS i AS-1 Seisgram

Jednym z ważniejszych elementów stosowania metody sejsmologicznej jest możliwość doboru geometrii bazy pomiarowej, zapewniającej odpowiednią obserwację rejonu potencjalnego występowania wstrząsów [2]. Sieci sejsmometryczne Kopalni „Piast” pokrywają cały obszar „Bieruń II” i są rozmieszczone tak, aby zapewnić obserwację i właściwą lokalizację zjawisk sejsmologicznych we wszystkich rejonach kopalni, gdzie prowadzi się eksploatację. W chwili obecnej kopalnia sieć sejsmologiczna systemu

ARAMIS w części dołowej składa się z 10 stanowisk dołowych rozmieszczonych na poziomie 650 m i 6 stanowisk na poziomie 500 m (łącznie 16 stanowisk). Kopalniana sieć sejsmologiczna systemu AS-1 Sejsgram w części dołowej składa się z 6 stanowisk dołowych umieszczonych na poziomie 650 m, 4 stanowisk na poziomie 500 m oraz 1 na powierzchni terenu. Na rysunku 49.1 zamieszczono schemat rozmieszczenia stanowisk pomiarowych dla obydwu systemów.

#### 49.4 MONITORING POWIERZCHNIOWY

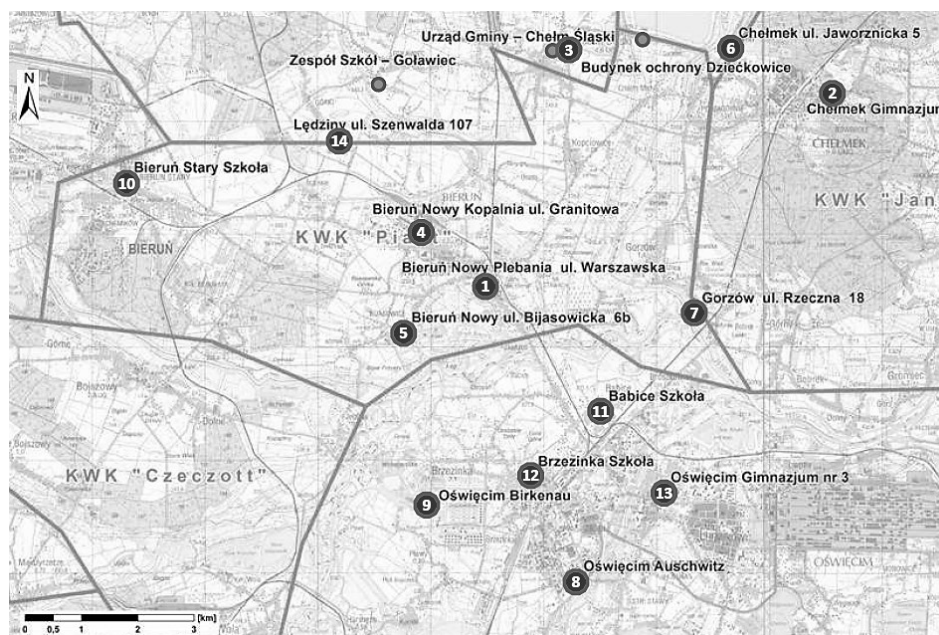
Z uwagi na występowanie licznych wstrząsów górotworu indukowanych eksploatacją górniczą Kopalnia „Piast” od połowy lat 90 poprzedniego wieku, prowadziła stały monitoring drgań gruntu spowodowanych tą działalnością. Sieć składała się wówczas z 12 stanowisk pomiarowych typu RCG-2 oraz 2 typu CRP-97 produkcji GIG Katowice. Rejestrowano trzy składowe przyspieszenia drgań gruntu. Programowanie pozwalało na odczyt parametrów – maksimum wypadkowej składowych poziomych i maksimum wypadkowej trzech składowych przyspieszenia drgań gruntu. Z powodu braku możliwości przeprowadzenia filtracji otrzymywanych przebiegów nie była możliwa właściwie interpretacja zapisów. Wskutek intensywnej działalności wstrząsy stawały się coraz bardziej odczuwalne na powierzchni terenu jak również stały się potencjalnym źródłem szkód w obiektach powierzchniowych. Wstrząsy górnicze powodowały niezadowolenie mieszkańców ze skutków eksploatacji oraz opór przed jej prowadzeniem. W celu zapewnienia lepszej obserwacji podjęto decyzję o zakupie nowoczesnego systemu do rejestracji i analizy przyspieszeń drgań niskoczęstotliwościowych gruntu i budowli – systemu ARP 2000P/E produkcji EMAG. Obecnie na obszarze górniczym KWK „Piast” oraz terenach przyległych zabudowanych jest 14 rejestratorów (rys. 49.2), których lokalizacja jest dostosowywana tak, by obserwacją objęty został obszar ze szczególnym uwzględnieniem rejonów potencjalnie najbardziej narażonych na wpływ wstrząsów górniczych ze względu na zabudowę powierzchniową.

Aparatura pomiarowa firmy EMAG jest wielokanałową cyfrową aparaturą sejsmometryczną do rejestracji prędkości i przyspieszeń drgań na powierzchni. Umożliwia detekcję drgań pochodzenia górniczego, wraz z synchroniczną w czasie rejestracją sygnałów z trójskładowych czujników akcelerometrycznych rozmieszczonych na określonym obszarze.

W systemie ARP 2000P/E sygnał analogowy z wyjścia czujnika akcelerometrycznego przetwarzany jest na postać cyfrową w bezpośredniej bliskości czujnika. Rezultat w postaci kodowanej przekazywany jest od czujnika do lokalnego koncentratora pomiarowego gdzie oznaczony jest sygnaturą czasu wystąpienia i magazynowany w postaci pliku-zdarzenia [4, 5].

Aparatura wyposażona jest w system automatycznego wyzwalania zapisów wstrząsów, pracuje w zakresie częstotliwości od 0,5 do 100 Hz. Rejestracja zjawisk odbywa się z dużą dynamiką przetwarzania i rejestracji – 90 dB, oraz pozwala rejestrować maksymalne amplitudy przyspieszeń do 3000 mm/s<sup>2</sup>. Centrala monitoringu

wyposażona jest w system pracujący w środowisku Windows XP [4]. Pakiet programowy POSEJDON umożliwia wygodną i szybką obsługę graficzną oraz bezpośrednią ich interpretację i ocenę wpływu wstrząsów na obiekty budowlane w oparciu o skalę  $GSI_{GZWKW-2012}$  (nowa skala górnicza opracowana i zweryfikowana dla wstrząsów z obszaru GZW na bazie rejestracji kopalń Kompanii Węglowej S.A. z lat 2006-2012).



Rys. 49.2 Sieć rejestratorów systemu powierzchniowego typu ARP-2000P/E

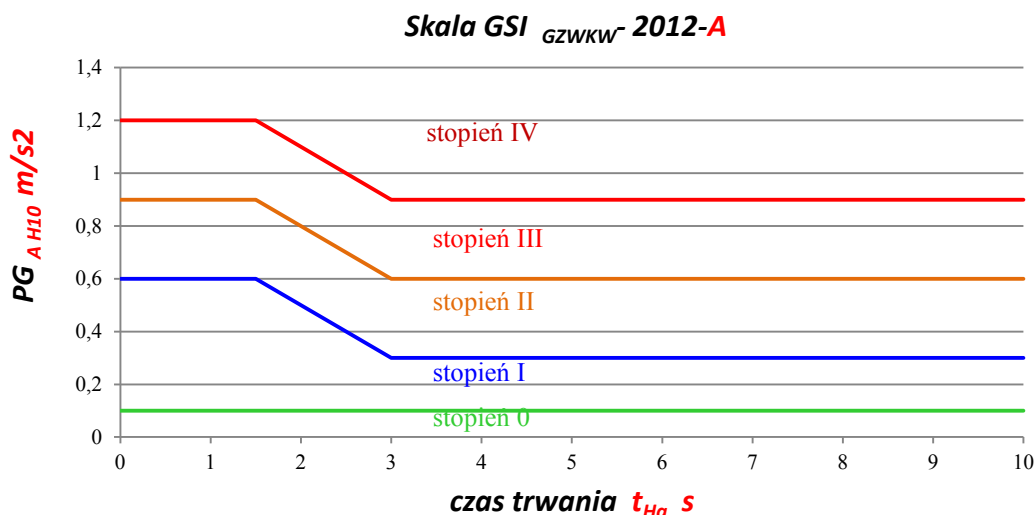
#### 49.5 GÓRNICZA SKALA INTENSYWNOŚCI DRGAŃ $GSI_{GZWKW-2012}$ A ODDZIAŁYWANIE WSTRZĄSÓW NA POWIERZCHNIĘ TERNU

Wstrząsy górotworu powodują drgania podłoża gruntowego w szerokim paśmie częstotliwości, od zbliżonych do okresu drgań własnych obiektów budowlanych (kilka Hz) do częstotliwości wielokrotnie wyższych. Skala  $GSI_{GZWKW-2012}$  jest empirycznie pomiarową skalą makrosejsmiczną pozwalającą na ocenę wpływu oddziaływania wstrząsów górniczych na budynki, infrastrukturę techniczną i na ludzi w zakresie od drgań nieszkodliwych, przez drgania powodujące uszkodzenie elementów wykończeniowych, aż do granicy powyżej której możliwe jest wystąpienie uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym [3, 7]. Skala odnosi się do budynków w dobrym i w złym stanie technicznym, o konstrukcji: tradycyjnej, murowej, szkieletowo-murowej, szkieletowej, wielkoblokowej, wielkopłytowej, o wysokości do 12-tu kondygnacji. W przypadku wstrząsów indukowanych eksploatacją górniczą pozwala na ocenę potencjalnych skutków aktualnej oraz projektowanej eksploatacji na powierzchnię.

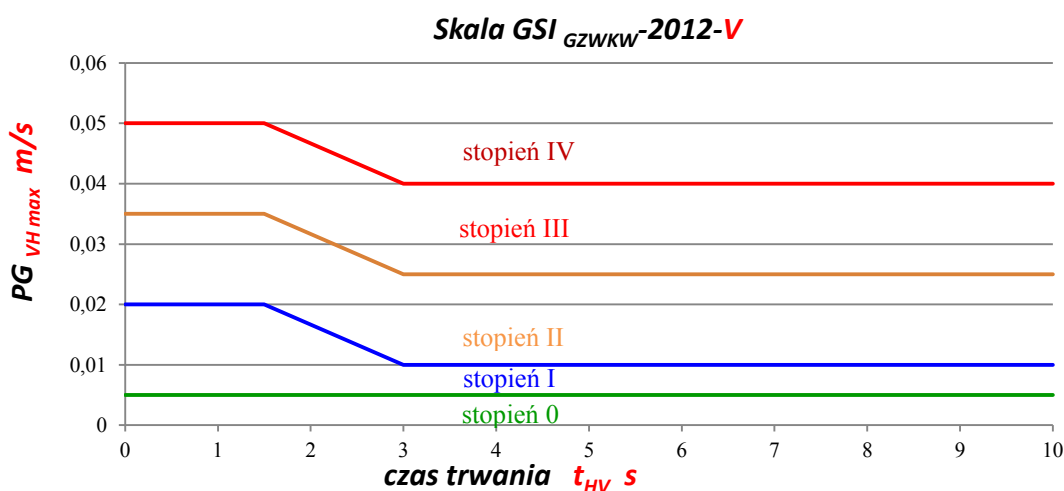
Skala  $GSI_{GZWKW-2012}$  oparta jest na dwóch podstawowych parametrach:

- maksymalnej amplitudzie prędkości lub przyspieszenia drgań poziomych  $PGV_{Hmax}$  lub  $PGA_{H10}$
- czasie trwania składowej poziomej prędkości lub przyspieszenia drgań  $t_{Hv}$  lub  $t_{Ha}$

Amplituda prędkości drgań, przy dodatkowym uwzględnieniu czasu trwania, dobrze koreluje ze skutkami drgań obserwowanymi w obiektach budowlanych na powierzchni terenu. Odształcenia i naprężenia występujące podczas wstrząsu w poszczególnych elementach budynku są proporcjonalne do amplitudy prędkości drgań, która w połączeniu z czasem trwania drgań, stanowi o ich intensywności. Wyniki w postaci zapisu prędkości drgań gruntu stanowią bazowy materiał do dalszych analiz i interpretacji.



Rys. 49.3 Skala intensywności GSI<sub>GZWKW</sub>-2012-A (skala pomocnicza)



Rys. 49.4 Skala intensywności GSI<sub>GZWKW</sub>-2012-V

Amplituda przyspieszenia drgań poziomych gruntu, w paśmie częstotliwości do 10 Hz jest drugim parametrem opisującym intensywność drgań. Trzeba jednak pamiętać, że skala przyspieszeniowa GSI<sub>GZWKW</sub>-2012-A (rys. 49.3) charakteryzuje się gorszą korelacją danych pomiarowych i makrosejsmicznych niż skala prędkościowa GSI<sub>GZWKW</sub>-2012-V (rys. 49.4) i dlatego też stosowana jest, jako skala pomocnicza [8].

Skala GSI<sub>GZWKW</sub>-2012 wyróżnia 5 stopni intensywności drgań dla których opisano wpływ oddziaływania wstrząsów i przypisano dla każdego z nich określone skutki mogące wystąpić w obiektach budowlanych, w zależności od stanu technicznego zabudowy powierzchniowej oraz intensywność odczuwania drgań przez ludzi i uciążliwość użytkowania obiektów budowlanych, w korelacji z parametrami drgań.

*Drgania gruntu w 0 stopniu intensywności oznaczają:*

- dla budynków zarówno o złym jak i dobrym stanie technicznym: drgania są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich elementów konstrukcyjnych oraz niekonstrukcyjnych budynków. Drgania nie powodują powiększenia się uszkodzeń istniejących w budynkach. Wstrząsy lokalizujące się w górnej strefie stopnia 0 są słabo odczuwalne przez ludzi znajdujących się w budynkach.

*Drgania gruntu w I stopniu intensywności oznaczają:*

- dla budynków o złym stanie technicznym: drgania są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich elementów konstrukcyjnych. Drgania w górnym zakresie stopnia I, w pojedynczych przypadkach mogą powodować nieznaczne powiększenie się (przyrost), już istniejących w tych budynkach, uszkodzeń elementów niekonstrukcyjnych.

- dla budynków będących w dobrym stanie technicznym: drgania są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich elementów konstrukcyjnych oraz niekonstrukcyjnych budynków. Wstrząsy mogą być silnie odczuwalne, przez ludzi znajdujących się w czasie wstrząsu w budynkach na wyższych piętrach oraz średnio odczuwalne gdy wstrząs mieści się w dolnych wartościach stopnia I. Leżące drobne przedmioty użytku domowego mogą drgać, wiszące mogą się kołysać.

*Drgania gruntu w II stopniu intensywności oznaczają:*

- dla budynków o złym stanie technicznym: są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich nieuszkodzonych elementów konstrukcyjnych budynków, aczkolwiek mogą powodować dalszą intensyfikację istniejących uszkodzeń elementów niekonstrukcyjnych. Drgania w górnym zakresie stopnia II, w pojedynczych przypadkach, mogą powodować pierwsze (nowe) uszkodzenia elementów (pojedynczych) niekonstrukcyjnych budynków. Drgania w górnym zakresie stopnia II, mogą powodować zwiększenie (przyrost) istniejących uszkodzeń konstrukcyjnych.

- dla budynków będących w dobrym stanie technicznym: drgania są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich elementów konstrukcyjnych oraz nieuszkodzonych elementów niekonstrukcyjnych budynków. Drgania (w górnym zakresie stopnia II) w pojedynczych przypadkach mogą powodować nieznaczne powiększenie się (przyrost) już istniejących w budynkach uszkodzeń elementów niekonstrukcyjnych. Wstrząsy mogą być silnie odczuwalne na powierzchni, zarówno w budynkach jak i na zewnątrz. W budynkach może być słyszeć trzeszczenie ścian, odczuwać drganie lub kołysanie całego budynku.

*Drgania gruntu w III stopniu intensywności oznaczają:*

- dla budynków o złym stanie technicznym: drgania mogą powodować rozległe zwiększenie istniejących uszkodzeń elementów niekonstrukcyjnych – opisane w II stopniu intensywności, rozległe zarysowania i wykruszenia tynków zewnętrznych i



wewnętrznych, duże zarysowania i pęknięcia w narożnikach ścian i w fasetach, odspojenia i odpadanie większych fragmentów tynków wewnętrznych i zewnętrznych, pęknięcia i ubytki zaprawy na stykach elementów, zwłaszcza wykonanych z różnych materiałów budowlanych, mogą powodować pierwsze uszkodzenia elementów konstrukcyjnych budynków, nie stwarzając zagrożenia dla bezpieczeństwa budynków.

- dla budynków będących w dobrym stanie technicznym: drgania są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich elementów konstrukcyjnych budynków. Drgania mogą powodować dalsze zwiększanie istniejących uszkodzeń elementów niekonstrukcyjnych - opisane w II stopniu intensywności, mogą również powodować pierwsze uszkodzenia elementów niekonstrukcyjnych. Wstrząsy są silnie odczuwalne przez wszystkie osoby wewnątrz i na zewnątrz budynków.

*Drgania gruntu w IV stopniu intensywności oznaczają:*

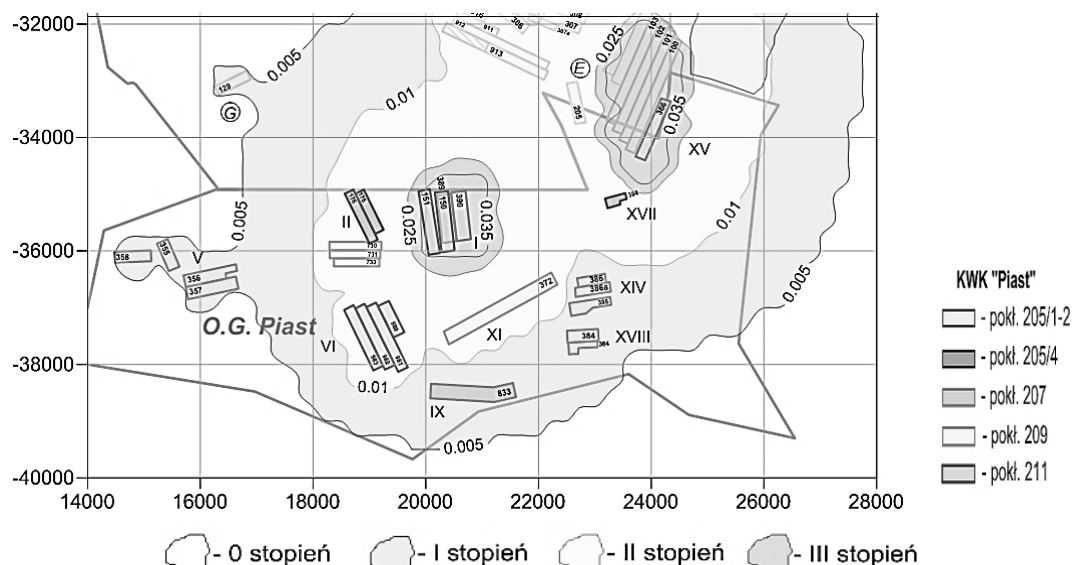
- dla budynków o złym stanie technicznym: drgania mogą powodować zniszczenia elementów niekonstrukcyjnych budynków, powodować relatywnie duże uszkodzenia konstrukcyjne ustrojów nośnych i usztywniających budynków.

- dla budynków będących w dobrym stanie technicznym: drgania mogą powodować znaczne uszkodzenia elementów niekonstrukcyjnych budynków, mogą powodować pierwsze uszkodzenia pojedynczych elementów konstrukcyjnych – ustroju nośnego lub usztywniającego budynków, nie zagrażające jednak stateczności całego ustroju nośnego budynku. Wstrząsy są bardzo silnie odczuwalne przez wszystkie osoby wewnątrz i na zewnątrz budynków [8].

#### **49.5.1 Oddziaływanie wstrząsów na powierzchnię na przykładzie KWK „Piast”**

Prowadzona eksploatacja górnicza generuje na powierzchni terenu dwa rodzaje wpływów. Jedne z nich spowodowane są przemieszczającym się frontem wybierania, są to deformacje ciągłe oraz drgania, będące skutkiem wstrząsów górotworu, towarzyszącym eksploatacji. Na potrzeby prowadzenia eksploatacji, KWK Piast w roku 2013 zleciła wykonanie „Analizy stanu naprężeń i zagrożenia tąpnięciami dla eksploatacji objętej kompleksowym projektem eksploatacji pokładów zagrożonych tąpnięciami na lata 2014-2016 wraz z opracowaniem tego projektu dla KW S.A. Oddział „Piast”. W ww. pracy autor zawarł prognozę deformacji wykonanej przy użyciu programu EDBJ autorstwa J. Białka bazującego na teorii Budryka-Knothe'go, opisującej przebieg deformacji występujących na powierzchni terenu spowodowanych eksploatacją górniczą. Prócz odpowiednio przyjętych współczynników w obliczeniach uwzględniono eksploatację projektowaną w latach 2014-2019, jak i zakończoną w roku 2013, której wpływy nie zostały jeszcze uwidocznione, ale będą miały znaczenie dla kształtowania się deformacji. Z zawartych analiz wynika że w skutek działalności KWK „Piast” na obszarze górniczym powstanie 7 niecek. Obniżenie terenu osiągnie maksymalną wartość 4 m w terenie niezabudowanym a 2 m w terenie zabudowanym. Wartości wskaźników deformacji powierzchni terenu, jak podaje autor dr inż. P. Kołodziejczyk, będą się mieścić w granicach wielkości dopuszczalnych dla III kategorii terenu górniczego.

Na podstawie analizy wpływów dotychczasowej eksploatacji na powierzchnię, mając do dyspozycji zbiór parametrów drgań gruntu z obszaru KWK „Piast” możliwe było wyznaczenie modelu regresji przyśpieszeń i prędkości drgań względem energii sejsmicznych i odległości hipocentralnych wstrząsów towarzyszących eksploatacji [1]. Wykorzystując opracowane i zawarte w „Zasadach stosowania zweryfikowanej górniczej skali intensywności drgań GSI<sub>GZWKW-2012</sub>(...) wzory lokalne określające zależność pomiędzy parametrami prędkości oraz przyśpieszenia drgań gruntu a energią sejsmiczną i odległością epicentralną przy uwzględnieniu czasu trwania otrzymano prognozę prędkości drgań gruntu i intensywności dla czasów trwania w przedziałach 0-1,5 s, 1,5-3 s i powyżej 3 s (rys. 49.5).



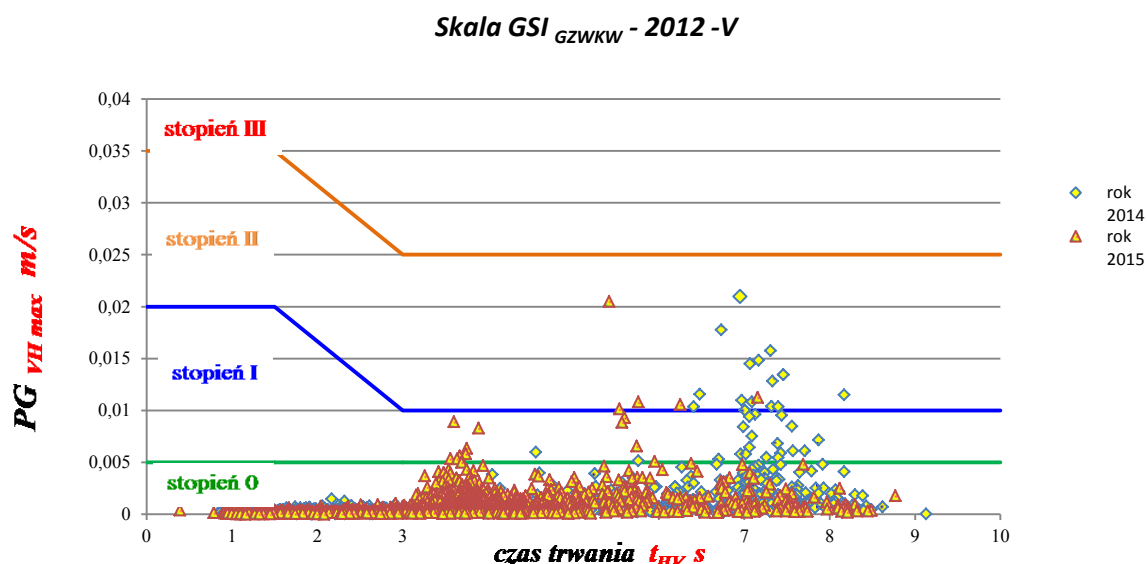
**Rys. 49.5 Prognoza prędkości drgań gruntu i intensywności dla czasów trwania w przedziałach 0-1,5 s, 1,5-3 s i powyżej 3 s**

Istota prognozowania oddziaływań sejsmicznych dla projektowanej lub prowadzonej eksploatacji górniczej polega na określeniu rozkładów wartości parametrów drgań gruntu, jakie mogą być wywołane przez wstrząsy górotworu prognozowane dla określonej eksploatacji. Wyliczone rozkłady wartości parametrów drgań gruntu stanowią podstawę do sporządzenia rozkładów intensywności drgań, które na mapach powierzchni terenu nanoszone są jako izolinie prognozowanych stopni intensywności drgań.

Znajomość zasięgu poszczególnych stopni intensywności drgań przed rozpoczęciem eksploatacji ma podstawowe znaczenie dla podejmowania wyprzedzających działań mających na celu zapewnienie przez zakład górniczy należytej ochrony powierzchni terenu, a w szczególności bezpieczeństwa obiektów budowlanych i bezpieczeństwa ich użytkowników [8].

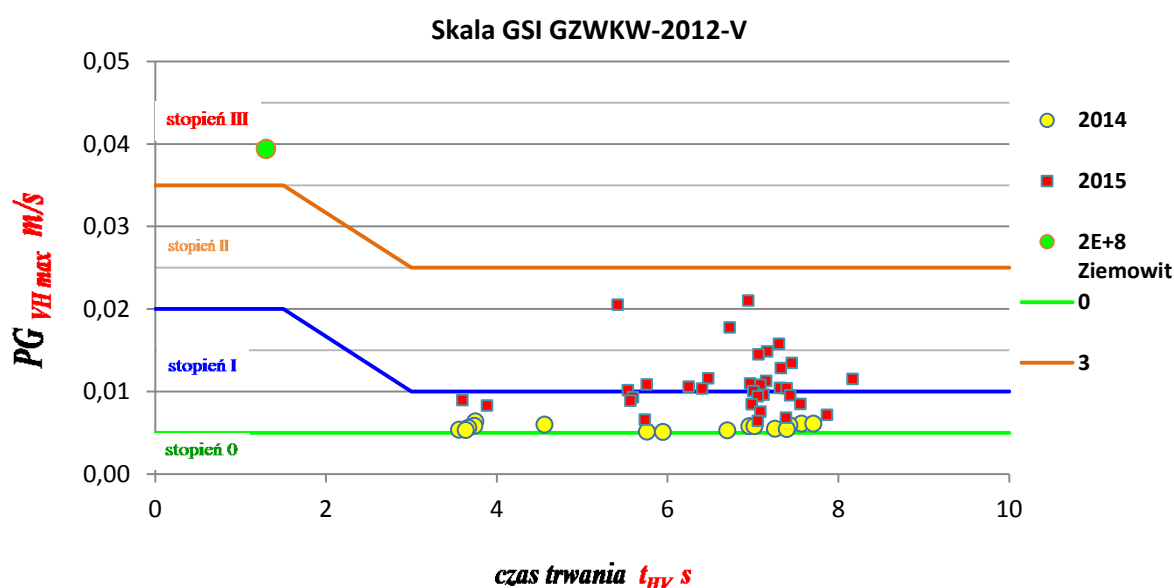
Do przeprowadzenia korelacji występowania uszkodzeń obiektów budowlanych ze wstrząsami górniczymi wykorzystano bazę rejestracji obejmującą lata 2014-2015 r. W tym okresie zarejestrowano 567 wstrząsów wysokoenergetycznych i około 2500

zapisów drgań (rys. 49.6) na 14 stanowiskach powierzchniowych, spośród których tylko nieznaczna część wygenerowała prędkości drgań gruntu na poziomie mogącym mieć wpływ na obiekty budowlane. Decydujące znaczenie mają wstrząsy silne, gdyż tylko one mogą powodować oddziaływania zbliżone, czy przekraczające wartości oddziaływań uznanych za szkodliwe.



Rys. 49.6 Wyniki rejestracji prędkości drgań gruntu na stanowiskach powierzchniowych ( $PG_{VHmax}$ ), w latach 2014-2015 r

Do przeprowadzenia analizy wybrano wyniki, których maksymalne amplitudy prędkości drgań gruntu przekroczyły 5 mm/s i zakwalifikowano je co najmniej do I stopnia intensywności drgań wg skali GSI<sub>GZWKW</sub>-2012-V (rys. 49.7).



Rys. 49.7 Wyniki rejestracji prędkości drgań gruntu na stanowiskach powierzchniowych ( $PG_{VHmax}$ ), stopień I i II

Spośród ogromnej bazy rejestracji powierzchniowych w badanym oknie czasowym tylko 30 zapisów drgań zakwalifikowało się ponad dolną granicę I stopnia, 20 rejestracji zakwalifikowano do II stopnia oddziaływania na obiekty powierzchniowe. Z przedstawionych zapisów wyników pomiarów parametrów drgań gruntu wywołanych wstrząsami górniczymi wynika, że maksymalne amplitudy składowej poziomej prędkości drgań gruntu w analizowanym obszarze wynoszą 20,98 mm/s. Wystąpiły one 11 czerwca 2015 r. po wstrząsie o energii  $3 \times 10^7$  J, w odległości około 1300 m na stanowisku zamontowanym w Łędzinach. Maksymalne zarejestrowane wartości przyspieszenia drgań gruntu wyniosły 555,85 mm/s<sup>2</sup>. Wystąpiły one 24 października 2015 r. po wstrząsie o energii  $3 \times 10^6$  J, w odległości około 1330 m na stanowisku zamontowanym w Łędzinach. Zestawienie największych zaobserwowanych wartości prędkości i przyspieszeń drgań gruntu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych podano w tabeli 49.2.

**Tabela 49.2 Wartości prędkości i przyspieszeń drgań gruntu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych**

Nr	Data	Energia	Stanowisko	Odległość epicentralna	a mm/s <sup>2</sup>	a GSI	V mm/s	TV s	V GSI
1	11-06-2015	3E+7	L. Szenwalda	1,29	472,96	II	<b>20,98</b>	6,95	II
2	15-12-2014	3E+7	Chełm Śląski	1,90	404,55	II	<b>20,48</b>	5,42	II
3	24-10-2015	3E+6	L. Szenwalda	1,33	<b>555,85</b>	II	<b>17,74</b>	6,73	II
4	06-11-2015	5E+6	L. Szenwalda	1,18	473,07	II	<b>15,75</b>	7,31	II
5	17-10-2015	3E+6	L. Szenwalda	1,15	441,72	II	<b>14,82</b>	7,17	II
6	06-10-2015	3E+6	L. Szenwalda	1,22	431,88	II	<b>14,49</b>	7,07	II
7	22-12-2015	1E+7	L. Szenwalda	1,22	325,6	II	<b>13,44</b>	7,46	II
8	27-10-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,23	377,33	II	<b>12,83</b>	7,33	II
9	10-06-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,22	293,8	I	<b>11,57</b>	6,48	II
10	20-06-2015	2E+7	L. Szenwalda	0,86	339,92	II	<b>11,49</b>	8,17	II
11	12-12-2014	5E+6	Kopalnia	0,80	347,26	II	<b>11,26</b>	7,16	II
12	22-09-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,19	320,6	II	<b>10,96</b>	6,97	II
13	19-12-2014	2E+7	Jaworznicka	2,50	328,70	II	<b>10,82</b>	5,76	II
14	20-06-2015	2E+7	Kopalnia	1,54	205,15	I	<b>10,81</b>	7,09	II
15	15-11-2014	5E+6	Chełm Śląski	1,20	272,42	I	<b>10,56</b>	6,25	II
16	18-12-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,34	310,74	II	<b>10,39</b>	7,32	II
17	22-11-2015	7E+6	L. Szenwalda	1,16	266,55	I	<b>10,37</b>	7,4	II
18	08-06-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,24	245,62	I	<b>10,34</b>	6,41	II
19	28-12-2014	2E+6	Kopalnia	0,70	278,50	I	<b>10,14</b>	5,54	II
20	15-06-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,24	272,1	I	<b>10,02</b>	7,01	II
21	10-10-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,12	295,19	I	9,61	7,13	I
22	02-06-2015	9E+6	L. Szenwalda	1,06	144,52	0	9,51	7,44	I
23	04-06-2015	2E+6	Kopalnia	0,67	307,37	II	9,4	7,06	I
24	21-11-2014	9E+6	Jaworznicka	2,60	275,07	I	9,30	5,60	I
25	23-06-2014	3E+7	Jaworznicka	2,50	293,58	I	8,92	3,60	I
26	15-11-2014	5E+6	Jaworznicka	2,60	286,54	I	8,84	5,57	I
27	01-12-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,23	221,74	I	8,46	7,56	I
28	11-06-2015	3E+7	Kopalnia	1,05	179,3	I	8,41	6,99	I
29	29-08-2014	5E+7	Plebania	0,90	302,45	II	8,29	3,89	I
30	25-11-2015	3E+6	L. Szenwalda	1,34	213,75	I	7,53	7,09	I
31	25-02-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,03	219,3	I	7,15	7,87	I
32	30-10-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,15	183,37	I	6,8	7,39	I
33	22-11-2014	2E+6	Chełm Śląski	1,30	167,52	I	6,56	5,74	I
34	17-06-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,30	193,63	I	6,43	7,06	I
35	05-04-2014	6E+7	Jaworznicka	2,10	292,43	I	6,36	3,75	I
36	30-05-2015	4E+6	L. Szenwalda	1,03	119,42	0	6,1	7,57	I
37	12-11-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,08	135,62	0	6,09	7,71	I

38	20-01-2015	4E+6	Jaworznicka	2,53	183,15	I	5,99	4,56	I
39	03-11-2015	8E+5	L. Szenwalda	1,15	165,87	I	5,89	7,43	I
40	24-07-2014	2E+6	L. Szenwalda	1,00	266,72	I	5,83	3,74	I
41	10-11-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,25	185,42	I	5,79	6,96	I
42	08-10-2015	3E+6	L. Szenwalda	1,29	117,8	0	5,78	7,02	I
43	10-02-2014	6E+6	Jaworznicka	2,00	240,94	I	5,60	3,67	I
44	01-12-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,29	158,74	I	5,47	7,26	I
45	22-10-2015	2E+6	L. Szenwalda	1,17	170	I	5,44	7,4	I
46	20-08-2014	2E+6	Chełm Śląski	1,20	223,33	I	5,36	3,56	I
47	15-10-2014	4E+7	Jaworznicka	2,30	238,50	I	5,32	3,64	I
48	30-05-2015	4E+6	Kopalnia	1,30	107,78	0	5,29	6,7	I
49	04-02-2015	5E+6	Jaworznicka	2,60	158,83	I	5,14	5,76	I
50	23-10-2014	3E+6	Chełm Śląski	1,20	217,32	I	5,08	5,95	I

Po zaistniałych wstrząsach do Działu Geologii i Miernictwa wpłynęły ogółem 502 wnioski dotyczące szkód wynikających z działalności kopalni. Po odebraniu zgłoszeń służby techniczne kopalni dokonały przeglądów stanu technicznego zgłoszonych obiektów budowlanych. W trzech przypadkach zgłoszone szkody powiązano z zaistniałymi wstrząsami wykazując zależność przyczynowo-skutkową, tj. wstrząs – uszkodzenie.

W wyniku oględzin stwierdzono pojawienie się uszkodzeń niekonstrukcyjnych: zarysowania na styku ościeżnic ze ścianą, zarysowania na tynkach wewnętrznych i na płytach gipsowo-kartonowych, zarysowania stropu w garażu, zarysowanie tynków na ścianach wewnętrznych, pęknięcie pionowe okładziny z płytek, deformacja drzwi balkonowych.

W analizie oddziaływania wstrząsów górniczych na powierzchnię należy uwzględnić również wstrząs wywołany działalnością górniczą sąsiedniej Kopalni „Ziemowit”. Wstrząs zarejestrowano 15.09.2015 r. o godz.: 5:14, energię wstrząsu oszacowano na 2E+8 J. Na podstawie skali GSI<sub>GZWKW-2012-V</sub> wstrząs ten zakwalifikowano do III stopnia intensywności oddziaływania wstrząsu w rejonie epicentrum. Po zaistniałym wstrząsie odnotowano 18 zgłoszeń telefonicznych z obszaru KWK „Piast” i „Ziemowit”, informujących o odczuwaniu wstrząsu. W wyniku wstrząsu służby techniczne Kopalni „Piast”, po wizjach lokalnych uznały w 5 przypadkach szkody, jako efekt oddziaływania wstrząsu na budowlę. W tabeli 49.3 zawarto informacje o uszkodzeniach budynków powstałych w wyniku wstrząsów, będących skutkiem eksploatacji KWK „Piast” i KWK „Ziemowit”.

Na rysunku 49.8 przedstawiono lokalizację budynków dla których jako przyczynę zaistniałych szkód, uznano wystąpienie wstrząsu wysokoenergetycznego.

Drgania wywołane wstrząsami w obszarze Kopalni „Piast” powodują przede wszystkim negatywne odczucia psychiczne i związany z tym znaczny dyskomfort dla mieszkańców terenów objętych wpływami górniczymi. Bezpośrednio po zaistniałych wstrząsach nie rejestruje się generalnie żadnych uszkodzeń zabudowy powierzchniowej. Jednak przy dłuższym okresie eksploatacji w danym rejonie, może dojść do uwidocznienia uszkodzeń w postaci niewielkich zarysowań tynku. Zgodnie ze skalą GSI<sub>GZWKW-2012</sub> zwłaszcza w przypadku budynków o złym stanie technicznym

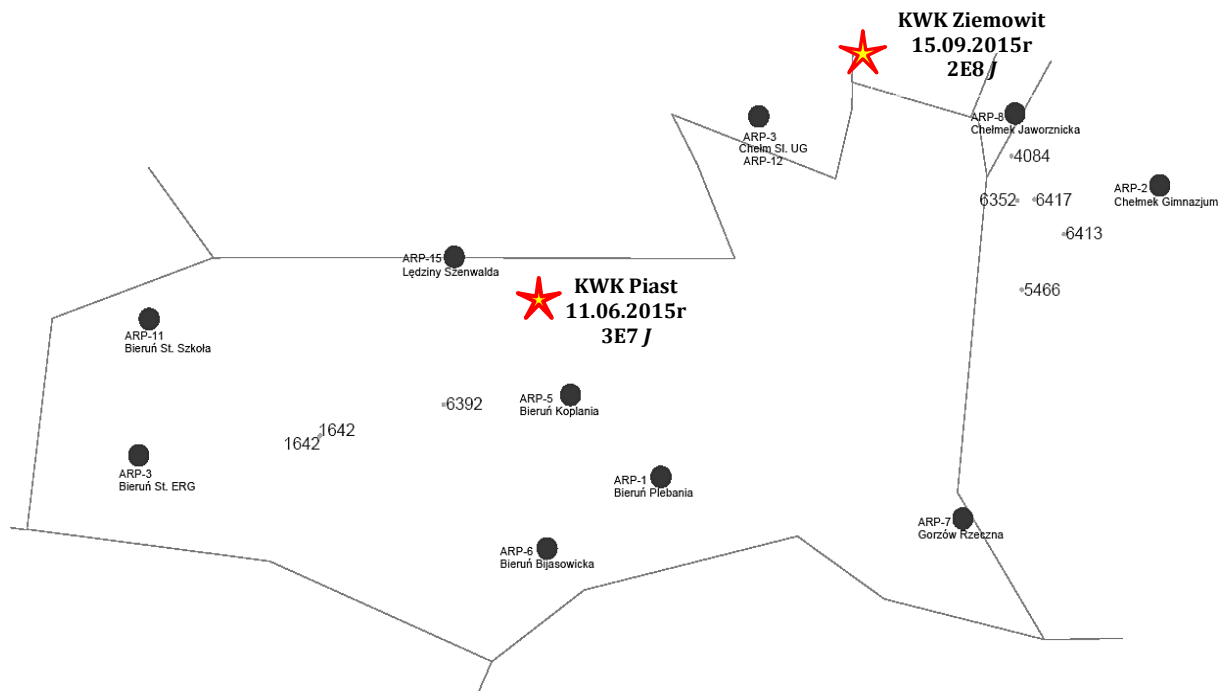
może dojść do dalszej intensyfikacji istniejących uszkodzeń elementów niekonstrukcyjnych.

Tabela 49.3 Informacja o uszkodzeniu budynku-uszkodzenia budynku powstałe w wyniku wstrząsu

Indywidualny numer identyfikacyjny budynku (lub nr wniosku - sprawy)	Elementy niekonstrukcyjne *			Elementy konstrukcyjne *			Stwierdzenie uszkodzenia wg skali GSIczKW-2012	stan techniczny budynku przed wstrząsem
	powiększenie się uszkodzeń istniejących (opis)	nowe uszkodzenia (opis)	zniszczenia elementów (jakich, ilu, opis)	uszkodzenia duże ** wynikające z uszkodzeń powst. zarówno w wyniku powst. się uszk. istniejących, jak również powst. jako nowe (opis)	zniszczenia elementów (jakich, ilu, opis)	uszkodzenia duże ** wynikające z uszkodzeń powst. zarówno w wyniku powst. się uszk. istniejących, jak również powst. jako nowe (opis)		
6352	zarysowania na łączeniu przybudówki z budynkiem mieszkalnym	deformacja drzwi balkonowych	brak	brak	brak	brak	brak	były już pełnienia
4084	zarysowania na tynkach wewnętrznych i na płytach gipsowo-karton	zarysowania na styku ościeżnic ze ścianą, zarysowania na tynkach wewnętrznych i na płytach gipsowo-karton, zarysowania stropu w garażu	brak	brak	brak	brak	brak	były już wcześniejsze
5466	brak	zarysowanie tynków na ścianach wewnętrznych, pęknięcie pionowe okładziny z płytek, deformacja drzwi balkonowych	brak	brak	brak	brak	brak	dobry
6413	zarysowanie na ścianach wewnętrznych, miejscowe pęknięcia okładziny z płytek	brak	brak	brak	brak	brak	brak	dobry
6417	brak	zarysowanie tynków cienkowarstwowych na zewnątrz budynku	brak	brak	brak	brak	brak	dobry
1642		zarysowania w fasetach, zarysowania tynków ścian wewnętrznych i na elewacji	brak	brak	brak	brak	brak	dobry
1642		zarysowania tynków na elewacji	brak	brak	brak	brak	brak	dobry
6392		zarysowania w fasetach, zarysowania tynków ścian wewnętrznych	brak	brak	brak	brak	brak	dobry

15.09.2015r. KWK Ziemowit

11.06.2015r.  
KWK Piast



**Rys. 49.8 Lokalizacja budynków dla których jako przyczynę zaistniałych szkód, uznano wystąpienie wstrząsu wysokoenergetycznego**

Drgania w górnym zakresie stopnia II, w pojedynczych przypadkach, mogą powodować pierwsze (nowe) uszkodzenia elementów (pojedynczych) niekonstrukcyjnych budynków, natomiast dla budynków będących w dobrym stanie technicznym drgania są całkowicie nieszkodliwe dla wszystkich elementów konstrukcyjnych oraz nieuszkodzonych elementów niekonstrukcyjnych budynków.

W celu przeprowadzenia próby korelacji wpływu zaistniałych wstrząsów na infrastrukturę powierzchniową wykorzystano 8 obiektów, w których zgłoszono szkody na skutek eksploatacji górniczej (tabela 49.4).

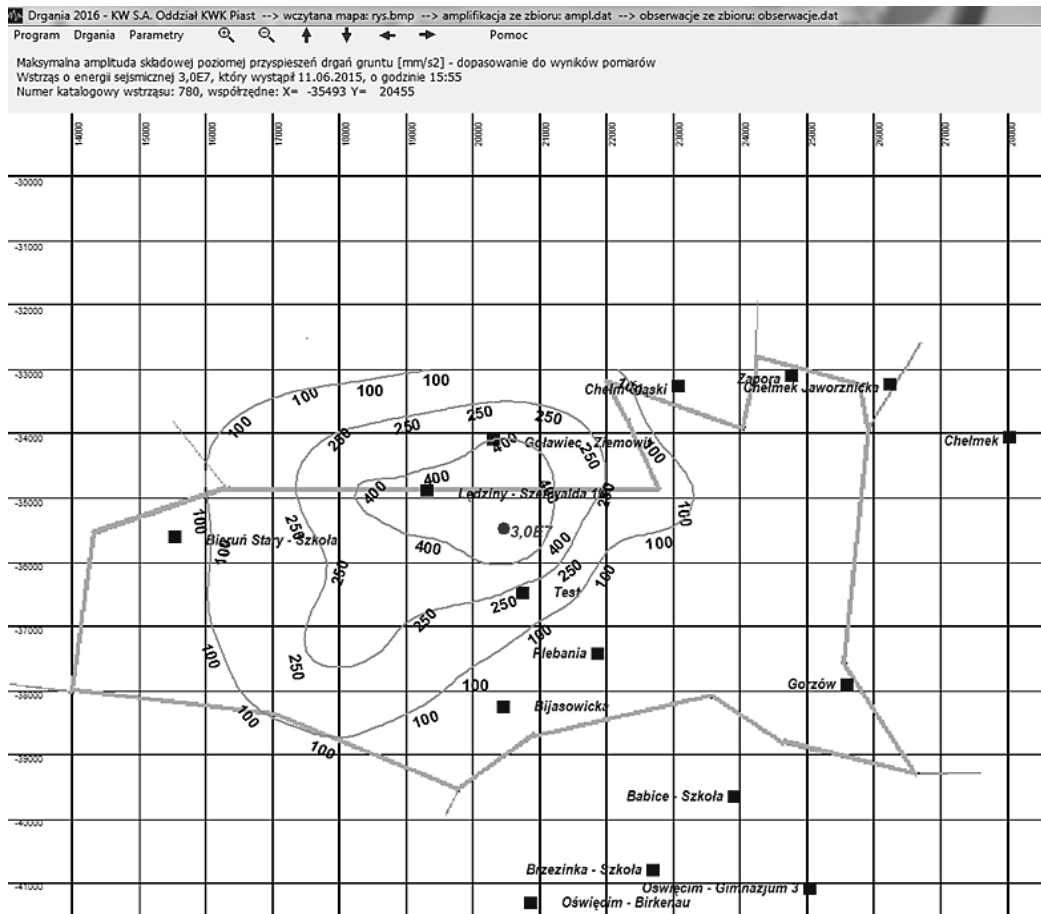
Przy wykorzystaniu programu „Drgania” służącego do określania parametrów drgań gruntu wywołanych wstrząsami możliwe jest obliczenie maksymalnych amplitud przyspieszeń i prędkości drgań oraz stopnia intensywności wg skali GSIGZWKW-2012-V-A. Program pozwala na wykorzystanie regionalnych bądź lokalnych zależności wiążących zarejestrowaną energię sejsmiczną wstrząsu i odległość epicentralną z parametrami drgań powierzchni [1]. Przy pomocy tego programu obliczono wartości maksymalnych amplitud prędkości i przyspieszeń mogących oddziaływać na wskazany obiekt powierzchniowy, analizując wstrząsy z rejonu kopalni „Piast” po których odnotowano największe wartości prędkości i przyspieszeń. Poniżej zamieszczono przykładową mapę rozkładu maksymalnych przyspieszeń drgań gruntu (rys. 49.9).

Tabela 49.4 Informacja o uszkodzeniu budynku - oddziaływania wstrząsów na budynek

8.2.2.		Oddziaływania wstrząsów na budynek																									
Indywidualny numer identyfikacyjny budynku (lub nr wniosku - sprawy)	data wstrząsu	godzina i minuta (sekunda)	energia wstrząsu [J]	Współrzędne budynku (obiektu)		Współrzędne ogniska (epicentrum) wstrząsu		Dane stanowiska najbliższego od analizowanego budynku		Odległości		Parametry drgań zarejestrowane na najbliższym położonym od budynku stanowisku sejsmometrycznym*)					Parametry wstrząsu wyliczone dla współrzędnych budynku**), w którym wystąpiły uszkodzenia po wstrząsie										
				X <sub>b</sub>	Y <sub>b</sub>	X <sub>w</sub>	Y <sub>w</sub>	Z <sub>w</sub>	Nr stanowiska	X <sub>s</sub>	Y <sub>s</sub>	Z <sub>s</sub>	t <sub>e-b</sub> [km]	t <sub>f-b</sub> [km]	t <sub>e-s</sub> [km]	PGV <sub>Hmax</sub> [mm/s]	t <sub>HV</sub> [s]	IGSR-V [stop.]	PG AH10 [mm/s <sup>2</sup> ]	t <sub>H</sub> [s]	IGSR-A [stop.]	t <sub>HA</sub> [s]	PG AH10 [mm/s <sup>2</sup> ]	t <sub>HA</sub> [s]	IGSR-A [stop.]		
1'	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
6352	15.09.2015	05:14:00	2,00E+08	-34 245	26 285	-32 610	24 130	-435	8	-33 238	26 257	231	2,71	1,01	2,22	4,86	7,30	0	153,70	7,10	0	2,98	2	79,37	0	0	
4084	15.09.2015	05:14:00	2,00E+08	-33 730	26 212	-32 610	24 130	-435	8	-33 238	26 257	231	2,36	0,49	2,22	4,86	7,30	0	153,70	7,10	0	3,63	2	96,83	0	0	
5466	15.09.2015	05:14:00	2,00E+08	-35 282	26 340	-32 610	24 130	-435	8	-33 238	26 257	231	3,47	2,05	2,22	4,86	7,30	0	153,70	7,10	0	2,98	2	78,94	0	0	
6413	15.09.2015	05:14:00	2,00E+08	-34 637	26 863	-32 610	24 130	-435	2	-34 070	28 050	237	3,40	1,32	4,18	3,36	7,90	0	76,94	8,00	0	2,92	2	77,66	0	0	
6417	15.09.2015	05:14:00	2,00E+08	-34 230	26 498	-32 610	24 130	-435	8	-33 238	26 257	231	2,87	1,02	2,22	4,86	7,30	0	153,70	7,10	0	3,30	2	87,71	0	0	
1642	11.06.2015	15:55:00	3,00E+07	-36 970	17 650	-35 493	20 455	-808	15	-34 900	19 310	243	3,17	2,65	1,29	20,98	6,95	2	472,90	6,27	2	3,20	2	92,97	0	0	
1642	11.06.2015	15:55:00	3,00E+07	-36 980	17 640	-35 493	20 455	-808	15	-34 900	19 310	243	3,18	2,67	1,29	20,98	6,95	2	472,90	6,27	2	3,19	2	92,49	0	0	
6392	11.06.2015	15:55:00	3,00E+07	-36 610	19 180	-35 493	20 455	-808	15	-34 900	19 310	243	1,70	1,71	1,29	20,98	6,95	2	472,90	6,27	2	4,25	2	123,90	0	0	

\*) t<sub>e-b</sub> - odległość: epicentrum - budynek  
t<sub>f-b</sub> - odległość: budynek - stanowisko rejestracji parametrów położone najbliżej uszkodzonego obiektu  
t<sub>e-s</sub> - odległość: epicentrum - stanowisko rejestracji parametrów  
PGV<sub>Hmax</sub> - maksymalna amplituda prędkości drgań poziomych  
t<sub>HV</sub> - czas trwania składowych poziomych drgań głównych na sejsmogramie  
IGSR-V - Intensywność drgań w skali GSI (ENSKW - 2012V)  
PG AH10 - maksymalne przyspieszenie drgań poziomych w pasmie częstotliwości 10 Hz  
t<sub>H</sub> - czas trwania składowych poziomych przyspieszeń drgań głównych na akcelogramie  
IGSR-A - Intensywność drgań w skali GSI (ENSKW - 2012A)  
t<sub>HA</sub> - wypełnia służba geologiczna (szkody)  
t<sub>HA</sub> - wypełnia służba ds. tapai  
- wypełnia służba ds. tapai





Rys. 49.9 Rozkład maksymalnych przyspieszeń drgań gruntu po wstrząsie o energii  $3E+7 J$

#### 49.6 PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych obserwacji oddziaływania wstrząsów wywoływanych podziemną eksploatacją złóż węgla na zabudowę na powierzchni terenu wynika, że pomimo dużej aktywności sejsmicznej obserwowanej na obszarze górniczym KWK Piast oddziaływanie wstrząsów na obiekty budowlane zlokalizowane na powierzchni terenu jest niewielkie.

Po zarejestrowanych wstrząsach w latach 2014-2015, złożono 502 wnioski odnośnie wystąpienia szkód. W 266 przypadkach szkód nie powiązano z sejsmicznością, wykazując że przyczyną ich powstania były wpływy bezpośrednie. Tylko w 8 przypadkach zgłoszone szkody powiązano z występowaniem wstrząsów wysokoenergetycznych i uznano, że jedynie wstrząsy były powodem ich powstania. W pozostałych przypadkach roszczenia oddalono ze względu na brak zależności przyczynowo skutkowej pomiędzy wstrząsem a zgłoszonymi uszkodzeniami.

W większości przypadków wstrząsy wysokoenergetyczne są odczuwalne przez mieszkańców lecz nie powodują uszkodzeń w budynkach. Okresowo, przy rejestrowanych aktywnościach kilkunastu do około trzydziestu wstrząsów wysokoenergetycznych miesięcznie, mogą powodować dyskomfort w użytkowaniu obiektów mieszkalnych i niezadowolenie mieszkańców niektórych osiedli. W rejonie obiektów, wstrząsy były odczuwalne, ale ich wpływ na zabudowę powierzchniową był

znikomy, z uwagi na niskie wartości parametrów drgań gruntu w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań.

## LITERATURA

- 1 P. Bańka, Program Drgania, instrukcja obsługi. Rybnik 2015.
- 2 B. Drzęźła, Zasady Projektowania Konfiguracji Sieci Sejsmometrów. Przegląd Górniczy Nr 11/1994.
- 3 J. Dubiński i zespół, Zasady stosowania zweryfikowanej górniczej skali intensywności drgań  $G_{SI_{GZWKW}}-2012$  do prognozy i oceny skutków oddziaływania wstrząsów indukowanych eksploatacją złóż węgla kamiennego w zakładach górniczych Kompanii Węglowej S.A. na obiekty powierzchniowe i na ludzi. Katowice. 2013.
- 4 I. Kuciara, A. Mencil, A. Pysik, System Arp 2000 P/E monitoring drgań gruntu i budynków dla obszarów zagrożonych wstrząsami górotworu. Instrukcja Obsługi Instytut Technik Innowacyjnych Emag, Katowice 2014.
- 5 I. Kuciara, A. Mencil, A. Pysik, System Arp 2000p/E system do rejestracji i analizy przyspieszeń drgań niskoczęstotliwościowych gruntu i budowli. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa Instytut Technik Innowacyjnych Emag. Katowice, 2014.
- 6 J. Kwiatek, Obiekty budowlane na terenach górniczych. 2007.
- 7 K. Stec, J. Chodacki, Ocena intensywności drgań gruntu spowodowanych wstrząsem pochodzenia górniczego z 11.02.2014 r. z uwzględnieniem typu gruntów przyjmowanych w normie Eurocode 8. Przegląd Górniczy Nr6/2014 tom 70.
- 8 A. Tor, A. Barański, T. Kowal, Standaryzacja dokumentowania skutków wstrząsów górniczych w budynkach i obiektach infrastruktury technicznej warunkiem rozwoju skali intensywności drgań  $G_{SI_{GZWKW}}$  Centrala Kompanii Węglowej S.A., Katowice. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Materiały Konferencyjne. 2016.

*Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2016*  
*Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2016*

mgr inż. Adam Barański  
Kompania Węglowa S.A.  
ul. Powstańców 30, 40-039 Katowice, Polska  
e-mail: a.baranski@kwsa.pl

inż. Jolanta Bolczyk, mgr inż. Kazimierz Olearczyk  
Kompania Węglowa S.A., Oddział KWK „Piast”  
ul. Granitowa, 43-155 Bieruń, Polska  
e-mail: jbolczyk@kwsa.pl; k.olearczyk@kwsa.pl

**KORELACJA WYSTĘPOWANIA USZKODZEŃ OBIEKTÓW BUDOWLANYCH  
ZE WSTRZĄSAMI GÓRNICZYMI NA PRZYKŁADZIE KWK „PIAST”,  
W LATACH 2014-2015**

**Streszczenie:** *Wstrząsy górnicze są jednym z istotnych objawów eksploatacji górniczej z punktu widzenia ich wpływu na infrastrukturę powierzchniową. Ochrona powierzchni i znajdujących się na niej obiektów budowlanych jest jednym z wymagań stawianych dzisiejszym kopalniom gdyż każda eksploatacja górnicza jest uciążliwa dla użytkowników obiektów budowlanych na powierzchni. Kopalnia „Piaś” od ponad 40 lat prowadzi eksploatację pokładów węgla, co przekłada się na występowanie dużej liczby wstrząsów wysokoenergetycznych, a tym samym drgań, mogących mieć wpływ na stan zabudowy powierzchniowej. W artykule ukazano realia dotyczące ilości wystąpień wstrząsów wysokoenergetycznych, mogących być przyczyną pojawienia się szkód górniczych w obiektach powierzchniowych w korelacji z ilością zgłaszanych szkód i ich zależności przyczynowo skutkowej pomiędzy wstrząsem a zgłoszonymi uszkodzeniami.*

**Słowa kluczowe:** *wstrząsy górnicze, szkody górnicze, uszkodzenia budynków, skala GSI,*

**CORRELATION OF OCCURRENCE OF SURFACE BUILDINGS DAMAGES WITH  
MINING TREMORS BY EXAMPLES OF PIAST COALMINE IN THE YEARS 2014-2015**

**Abstract:** *Mining tremors are one of the most important side effect of mining operation from the point of view their influence on infrastructure located on the surface of the mining area. Protection of surface and buildings located on the surface is one of the requirements to fulfil by present-day coalmines, because each mining operation is awkward for users of buildings. Piaś Coalmine has operated coal seams for over 40 years, that is reflected in a large number of high-energy tremors and thus the vibration that may affect the condition of surface buildings. In the paper the reality referring to the number of examples of high-energy tremors is shown, that may cause mining damage to surface buildings in correlation with the amount of damage reported and the cause and effect relationship between the tremor and the reported damage.*

**Key words:** *mining tremors, mining damage, buildings damage, scale GSI*