

# 15

## **BADANIA WPŁYWU RODZAJU URABIANYCH SKAŁ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO NA POZIOM REJESTROWANYCH DRGAŃ, JAKO CZYNNIKA NIEBEZPIECZNEGO MATERIALNEGO ŚRODOWISKA PRACY**

### **15.1 WPROWADZENIE**

W kopalniach węgla kamiennego, gdzie eksploatacja jest realizowana metodą głębinową istnieje szereg czynników szkodliwych materialnego środowiska pracy, mające wpływ na zdrowie pracowników. Jest to przede wszystkim wynik wykorzystania maszyn i urządzeń, gdzie mimo stosowania szeregu działań w wielu obszarach nie da się ich całkowicie zminimalizować. Czynniki szkodliwe to te, których oddziaływanie na organizm człowieka, mogą doprowadzić do powstania choroby zawodowej lub innego schorzenia, związanego z wykonywaną pracą. Najbardziej rozpowszechnione czynniki szkodliwe we współczesnym przemyśle szczególnie tym ciężkim – górniczym, to czynniki fizyczne takie jak na przykład drgania i hałas, chemiczne a także występujące pyły. Specyfika pracy w kopalni jest taka, że na pracowników zatrudnionych pod ziemią ma wpływ wiele czynników szkodliwych i uciążliwych. W publikacji skupiono się na jednym z czynników szkodliwych materialnego środowiska pracy – drganiach mechanicznych. Przykładem dużej maszyny wykorzystywanej na dole kopalni jest kombajn chodnikowy, który jest źródłem kilku czynników szkodliwych materialnego środowiska pracy. Jednym z nich są drgania mechaniczne występujące na stanowisku obsługi kombajnu chodnikowego. Obiekt badań to kombajn chodnikowy, produkowany przez krajową firmę Remag-R2000, dla którego zostało wykonane badanie drgań mechanicznych, na stanowisku obsługi tego kombajnu. Z uwagi na specyfikę wyrobiska (wyrobisko chodnikowe), skupiono się na pomiarach w trakcie urabiania skał, gdyż w takich warunkach są najbardziej widoczne są mierzone wartości maksymalne RMS. Dla porównania, pomiary drgań mechanicznych, wykonywane były także przy urabianiu fragmentów czoła przodka dla skał o mniejszej twardości oraz przy pracy jałowej jak i w czasie ładowania urobku.

### **15.2 DRGANIA MECHANICZNE NA STANOWISKU PRACY [2], [3], [6], [13]**

Drgania mechaniczne to procesy, w których wielkości fizyczne, które są dla nich

charakterystyczne, zmieniają się w czasie. To także ruch cząsteczek ośrodka sprężystego względem położenia równowagi. Natomiast w środowisku pracy, gdzie najważniejszy jest aspekt ochrony i bezpieczeństwa człowieka, rozpatrujemy praktycznie tylko drgania, które rozpowszechniają się w ośrodkach stałych. Analizując drgania dowolnego obiektu mechanicznego, w pierwszej kolejności szukamy przyczyn ich powstawania. Przyczyny mogą być dwojakiego rodzaju – zewnętrzne i wewnętrzne. Wewnętrzne źródła drgań wynikają z roli, jaką spełnia maszyna, urządzenie, a konkretnie z konstrukcyjnego sposobu przetwarzania energii na pracę użyteczną. Natomiast zewnętrzne przyczyny drgań polegają na wymuszeniu mechanicznym i akustycznym, działającym z zewnątrz na obiekt, maszynę. Drgania maszyn i urządzeń, w aspekcie ich generowanego poziomu, są związane ze stanem technicznym. Często jest to zależność związana z tym, iż im większe zużycie techniczne, tym poziom emitowanych sygnałów wibroakustycznych (drgania, a także hałas) są większe.

Z uwagi na sposób transmisji drgań do organizmu człowieka rozróżniamy:

- drgania miejscowe – przekazywane przez kończyny górne,
- drgania ogólne – przenoszone do organizmu przez nogi, miednicę, plecy, boki,

Drgania o charakterze ogólnym natomiast, są przekazywane na organizm człowieka przez drgające siedziska maszyn, pojazdów. Takim przykładem jest właśnie stanowisko obsługi kombajnu chodnikowego. Drgania, które spotykane są w środowisku pracy, to złożenie wielu, generowanych jednocześnie drgań, o różnych częstotliwościach i intensywności. Intensywność drgań określana jest poprzez pomiar przyspieszenia lub pomiar przemieszczenia prędkości.

### 15.2.1 PARAMETRY CHARAKTERYZUJĄCE DRGANIA MECHANICZNE [1], [5], [13]

Podstawowymi parametrami charakteryzującymi drgania mechaniczne są amplituda oraz częstotliwość. Amplituda drgań jest opisywana za pomocą jednej z wielkości:

- prędkość,
- wychylenie,
- przemieszczenie,
- przyspieszenie.

W badaniach, drgania charakteryzuje się poprzez pomiar:

- a) Przemieszczenia drgań określa położenie ciała drgającego względem układu odniesienia, którego początek jest w miejscu, w którym znajdowałoby się ciało, gdyby nie było drgań.
- b) Wartość szczytowa wielkości mierzonej najwyższa bezwzględna wartość wielkości zmierzonej, charakteryzującej drganie w określonym przedziale czasu.
- c) Wartość skuteczna wielkości mierzonej.

$$A_{sk} = \sqrt{\left(\frac{1}{T} \cdot \int_0^T a_{sr}^2 \cdot dt\right)} \quad (15.1)$$

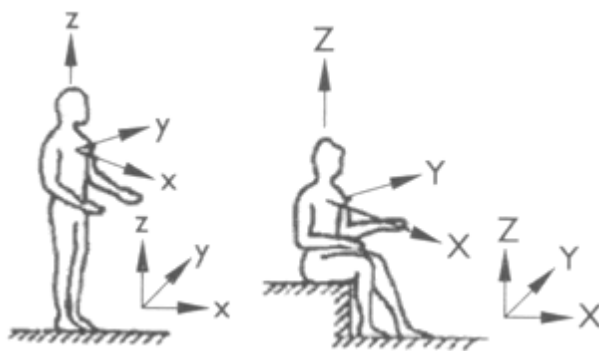
- d) Wartość średnia wielkości zmierzonej

$$A_{sr} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T |a| \cdot dt \quad (15.2)$$

Oceniając wpływ drgań pochodzenia mechanicznego na organizm człowieka na zajmowanym stanowisku pracy najczęściej wykorzystywaną wielkością jest przyspieszenie drgań [ $m/s^2$ ], [ $mm/s^2$ ]. Jest to wielkość, do której odnoszą się praktycznie wszystkie obowiązujące przepisy i normy, które ustalają zarówno metody pomiaru tych drgań, a także wartości kryterialne tych parametrów.

Przebieg sygnału drganiowego w czasie, ma różny charakter, podczas gdy ruch drganiowy odbywa się z jedną częstotliwością – drgania o przebiegu sinusoidalnym – mamy tylko jedną składową drgań. Jednak najczęściej sygnał drganiowy składa się z wielu składowych o różnych częstotliwościach równocześnie przebiegających. Z kilku parametrów, które charakteryzują przyspieszenie drgań występujących na stanowisku pracy, bardzo często wykorzystywana jest wartość skuteczna przyspieszenia drgań  $A_{RMS}$ , uwzględniająca czasowy ich przebieg oraz wielkość ich amplitudy. Analizując przebieg drgań złożonych, stosowany jest ich opis w funkcji częstotliwości, czyli rozkład drgań złożonych na poszczególne drgania składowe o poszczególnych częstotliwościach – jest to tzw. analiza widmowa. Prowadzi ona do określenia widma drgań, które definiowane jest, jako zbiór wartości zmiennych, odpowiadających poszczególnym częstotliwościom.

Reakcja naszego organizmu na działanie drgań mechanicznych zależy także od częstotliwości, a więc od wspomnianego widma drgań na danym stanowisku pracy (wspomniane drgania złożone). Ta zróżnicowana reakcja organizmu człowieka na drgania jest uwzględniana poprzez tzw. charakterystyki korekcyjne. Poprzez ich zastosowanie uzyskujemy skorygowane wartości przyspieszenia drgań  $A_W$ ,  $A_{RMS}$  [ $m/s^2$ ].



**Rys. 15.1 Składowe układu odniesienia dla drgań o ogólnym oddziaływaniu**

Źródło: [13]

W trakcie prowadzenia pomiarów przyspieszenia drgań, korekcja częstotliwościowa jest realizowana przez zestaw filtrów o odpowiednich charakterystykach, przepuszczających w całości te składowe drgania, na które organizm człowieka jest najbardziej wrażliwy, a tłumiących te składowe, których częstotliwości są mniej szkodliwe. Dopiero wartości skorygowane przyspieszeń drgań mechanicznych zmierzone na stanowiskach pracy, z zastosowaniem filtrów korekcyjnych, są podstawą do wyznaczenia wielkości narażenia, które posłużą do oceny pracownika/ów na drgania. Drgania mierzy się w trzech kierunkach tworzących prostokątny układ odniesienia. Jeśli układ ten jest związany z geometrią ciała człowieka lub jego dłoni, wtedy mówimy o ruchomym układzie

odniesienia. W przypadku, gdy układ odniesienia związany jest z geometrią stanowiska pracy lub uchwytu narzędzia, wtedy mówimy o nieruchomym układzie odniesienia. Składowe układy odniesienia dla drgań o oddziaływaniu ogólnym i miejscowym przedstawiono na rys. 15.1.

### 15.2.2 WARTOŚCI DOPUSZCZALNE I OCENA NARAŻENIA NA DRGANIA MECHANICZNE [8], [9], [11], [13]

Drgający przedmiot, maszyna, z którymi ma kontakt organizm człowieka, może wywołać drgania narządów wewnętrznych lub być odczuwany za pośrednictwem receptorów czucia, zlokalizowanych na skórze i mięśniach. Pobudzone są wszystkie receptory skóry i innych tkanek, dzięki temu do ośrodkowego układu nerwowego są przenoszone określone informacje, powodujące odruchowe reakcje całego organizmu.

Wielkość mierzona na stanowisku pracy, to skorygowane przyspieszenie drgań. Dla drgań ogólnych i miejscowych wykonuje się pomiary w trzech prostopadłych kierunkach x, y, z i łącznie z czasem ich działania, jest to podstawa do wyznaczenia wielkości, które służą do oceny narażenia na drgania. Dotyczy to wielkości:

- dzienna ekspozycja – w odniesieniu do zmiany roboczej, czyli, 8 godzin,
- ekspozycja krótkotrwała – trwającej do 30 minut.

Dzienna ekspozycja pozwala na określenie narażenia pracownika na drgania z kilku źródeł w ciągu dnia pracy, np. uwzględnia zmiany narzędzi i metod pracy. Wyznacza się dawki drgań, dla wszystkich czynności roboczych wykonywanych przez pracownika z uwzględnieniem czasu trwania poszczególnych czynności. Zależność dawki drgań i czasu trwania nie jest liniowa, a co więcej badania wykazały, że zwiększenie amplitudy drgań, wywołuje znacznie większe negatywne skutki w organizmie niż wzrost wartości przyspieszenia drgań.

Ekspozycja krótkotrwała identyfikuje nam sytuacje, w których na pracownika działają drgania o bardzo dużych amplitudach, lecz o krótkim czasie działania – do 30 minut. Jest to o tyle istotne, że mogłoby dojść do zafałszowania wyników badań, przy przeliczeniu takiej emisji na wartość równoważną z 8-mio godzinnym czasem pracy, a musimy pamiętać, że nawet bardzo krótko działające drgania o bardzo dużej amplitudzie, mogą być powodem niebezpiecznych skutków w organizmie pracownika.

Ocena narażenia pracownika na drgania mechaniczne, polega na porównaniu wartości wyznaczonych wielkości charakteryzujących drgania, z obowiązującymi i określonymi w przepisach ich wartościami dopuszczalnymi. Wartości dopuszczalne ekspozycji na drgania mechaniczne przedstawia tab. 15.1.

**Tab. 15.1 Wartości dopuszczalne ekspozycji na drgania mechaniczne**

Rodzaj drgań	Wartości dopuszczalne dziennej ekspozycji na drgania mechaniczne	Wartości dopuszczalne ekspozycji krótkotrwałej na drgania mechaniczne
Drgania miejscowe	$A_{dop} = 2,8 \text{ m/s}^2$	$A_{dop \ 30\text{min}} = 11,2 \text{ m/s}^2$
Drgania ogólne	$A_{dop} = 0,8 \text{ m/s}^2$	$A_{dop \ 30\text{min}} = 3,2 \text{ m/s}^2$

Źródło: [11]

Obowiązujące przepisy wprowadzają dodatkowe kryterium oceny dziennej ekspozycji na drgania określające tak zwany próg działania. Po przekroczeniu wartości podanych w przepisach, pracodawca jest zobowiązany podjąć działania, pozwalające zmniejszyć ryzyko zawodowe, ze względu właśnie na drgania mechaniczne. Progi działania w dziennej ekspozycji na drgania mechaniczne przedstawia tab. 15.2.

**Tab. 15.2 Dzienna ekspozycja na drgania mechaniczne – progi działania**

Rodzaj drgań	Wartości progów działania dla drgań mechanicznych
Drgania miejscowe	$A_{dzial} = 2,5 \text{ m/s}^2$
Drgania ogólne	$A_{dzial} = 0,5 \text{ m/s}^2$

Źródło: [11]

Przepisy uwzględniają także wiek pracowników – mowa o pracownikach młodocianych oraz kobiet w ciąży, gdzie w tych wypadkach wartości ekspozycji są z oczywistych względów niższe, niemniej jednak z uwagi na niezatrudnianie takich osób w przodkach chodnikowych przy zapyleniu – celowo pominięto te wartości.

Po przekroczeniu wartości działania narażenia, konieczne jest wprowadzenie środków technicznych i organizacyjnych mających za zadanie ograniczyć do minimum narażenia na wibracje mechaniczne i wynikające z tego zagrożenia.

### 15.3 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Obiektem badań był kombajn chodnikowy R2000. Pomiary drgań mechanicznych wykonywane były w warunkach standardowej eksploatacji podczas drażenia wyrobiska chodnikowego, a stanowisko obsługi znajduje się na maszynie. Metoda eksploatacji przewiduje urabianie skał charakteryzujących się jednostkową wytrzymałością na ściskanie do 110 [MPa]. Na rys. 15.2 przedstawiono kombajn R2000 na powierzchni przed demontażem pozwalającym na transport na dół kopalni.



**Rys. 15.2 Kombajn chodnikowy R-2000**

Źródło: [7]

#### 15.3.1 CHARAKTERYSTYKA WYROBISKA, W KTÓRYM WYKONANO POMIARY DRGAŃ NA STANOWISKU KOMBAJNISTY [10]

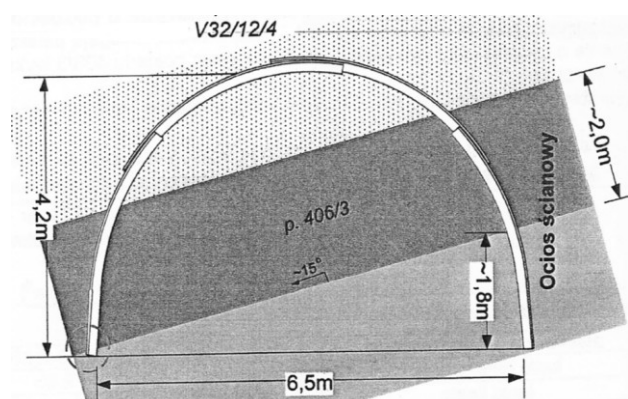
W trakcie wykonywania pomiarów, kombajn chodnikowy zlokalizowany był w chodniku, drażonym w pokładzie o miąższości 1,8 do 2,1 metra. Bezpośredni strop

pokładu obejmował łupki piaszczyste, natomiast spąg pokładu tworzyły łupki ilaste. W tab. 15.3 przedstawiono parametry geomechaniczne drążonego wyrobiska. Na rys. 15.3 przedstawiono natomiast przekrój drążonego wyrobiska.

**Tab. 15.3 Parametry geomechaniczne wyrobiska, w którym prowadzono pomiary**

Warstwa	Rodzaj skały	Wytrzymałość na ściskanie $R_c$	Ciężar objętościowy $d_a$	Rozmakalność $r$
		[MPa]	[g/cm <sup>3</sup> ]	
Skały stropowe	Łupki piaszczyste	49,7	2,63	1,0
Węgiel – p.406		5,25 – 10,9	1,25 – 1,28	-
Skały spągowe	Łupki ilaste	36,7	2,60	0,8

Źródło: [10]



**Rys. 15.3 Przekrój drążonego wyrobiska**

Źródło: [10]

W wyrobisku zastosowano obudowę: czteroelementową ŁPC V32/12, odstęp odrzwi obudowy wynosi 0,8m, a posadowienie obudowy wykonano na stalowych stopkach podporowych o powierzchni minimum 400 cm<sup>2</sup> i grubości 10 mm. Opinka obudowy została wykonana z siatki zgrzewanej zaczepowej, zakładanej na całym obrysie obudowy, a wykładkę wykonano ze skały płonej. Wykorzystano również rozpory stalowe, wieloelementowe; złącza typu SD, SDJ, SDO, KX, KZ. Przewietrzanie wyrobiska realizowane było wentylacją odseparowaną tloczącą lutniociągiem z lutnią elastyczną. Eksploatację wyrobiska prowadzono w systemie czterozmianowym. Drążony chodnik jest wyposażony w typowe dla przodka chodnikowego urządzenia i instalacje:

- wentylator lutniowy typu WL-Sigma 900/1,
- kombajn chodnikowy R2000,
- podajnik taśmowy PDT Sigma 800,
- przenośnik taśmowy PTG 50/100,
- odpylacz mokry UO-630 wraz z lutnią wirową WIR,
- lutniociąg Ø1000 mm,
- kolejka szynowa podwieszana z napędem spalinowym,
- infrastruktura telefoniczna oraz elektryczna.

Wyrobisko wyposażone jest także w infrastrukturę dostarczającą media (rurociągi): przeciwpożarowy – przeznaczony do zwalczania pożarów oraz zagrożeń pyłowych; sprężonego powietrza; klimatyzacji – dwie sztuki – do zasilania urządzeń chłodniczych; odwadniający – do odprowadzania wody z przodka oraz celów technologicznych. Liczba osób zatrudnionych w strefie przodkowej wynosiła 10.

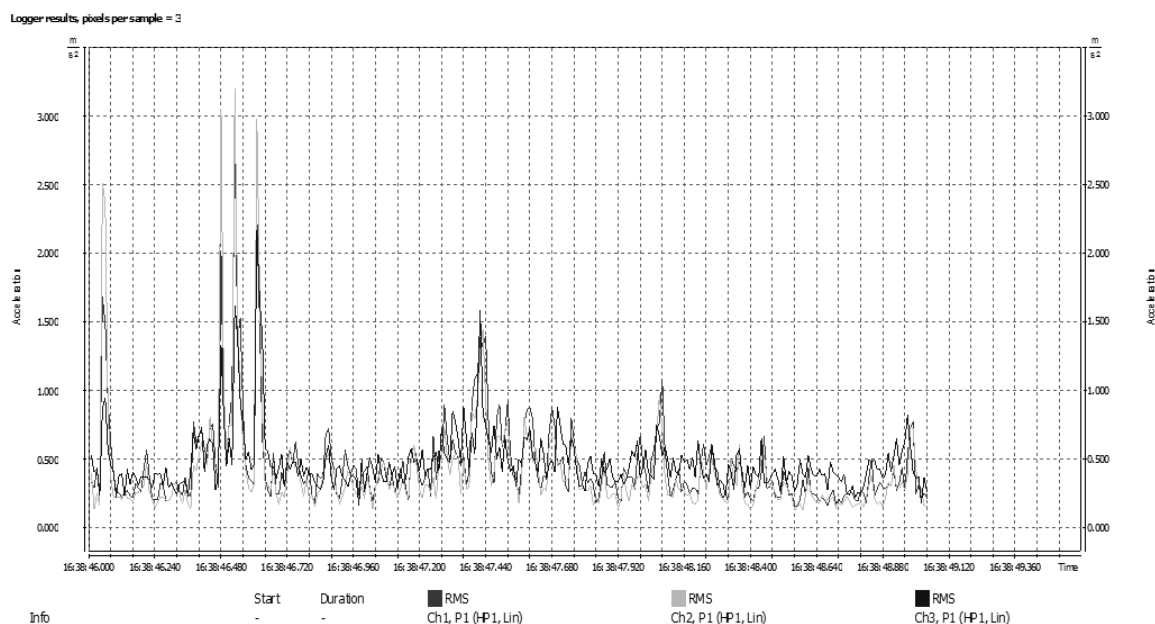
### 15.3.2 Pomiary drań na stanowisku pracy kombajnisty

Zestaw pomiarowy składał się z miernika Svan 948 [12], trójosiowego czujnika drgań firmy Dytran [4] umieszczonego w podstawie magnetycznej, zainstalowanego przy stanowisku pracy obsługi kombajnu R2000. Drgania przenoszone są z miejsca zamontowania czujnika bezpośrednio na siedzisko operatora. Pomiary drgań, zostały wykonane w trakcie normalnej pracy kombajnu, wykonano szereg pomiarów, w różnych fazach urabiania czoła przodka.

## 15.4 WYNIKI BADAŃ I ICH WSTĘPNA ANALIZA

Wyniki pomiarów, w formie wykresów, uzyskanych przy pomocy miernika SVAN 948, następnie przesłanych do programu SvanPC, podzielone są na trzy etapy:

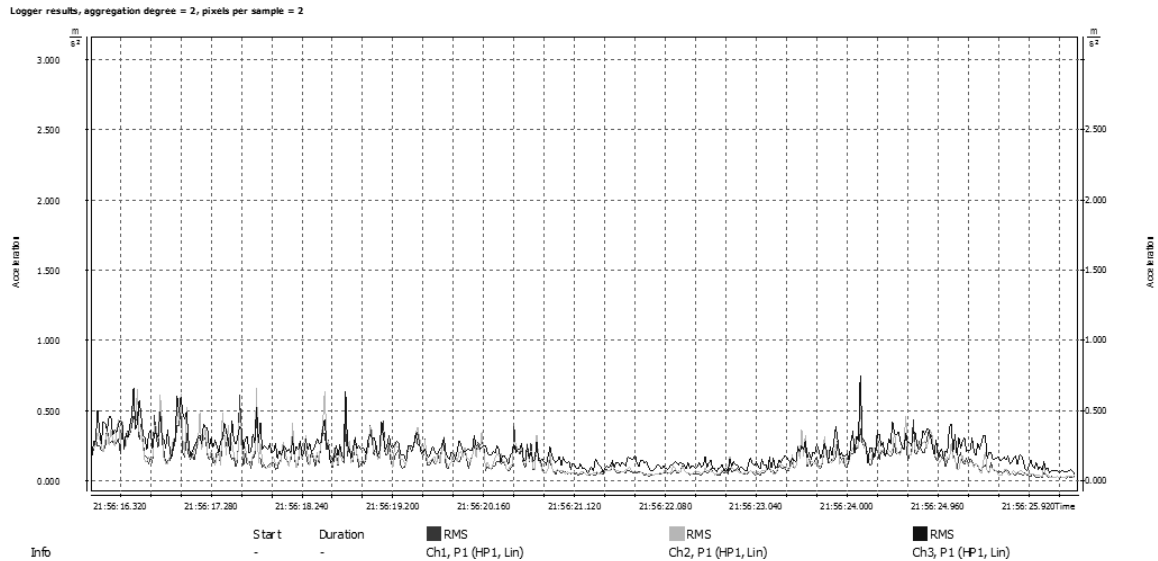
- pomiary wykonane w trakcie urabiania najtwardszych, przystropowych partii czoła przodka, łupków piaszczystych (rys. 15.4),
- pomiary wykonane podczas urabiania warstwy węgla (rys. 15.5),
- pomiary uzyskane podczas urabiania warstwy poniżej pokładu węgla, łupków ilastych (rys. 15.6).



**Rys. 15.4 Charakterystyka przyspieszeń drgań podczas urabiania stropowej, najtwardszej warstwy skał**

Legenda: Ch1 – oś pozioma - wzdłuż maszyny (kolor czarny), Ch2 – oś pionowa (kolor jasnoszary), Ch3 – oś poprzeczna (kolor ciemnoszary).

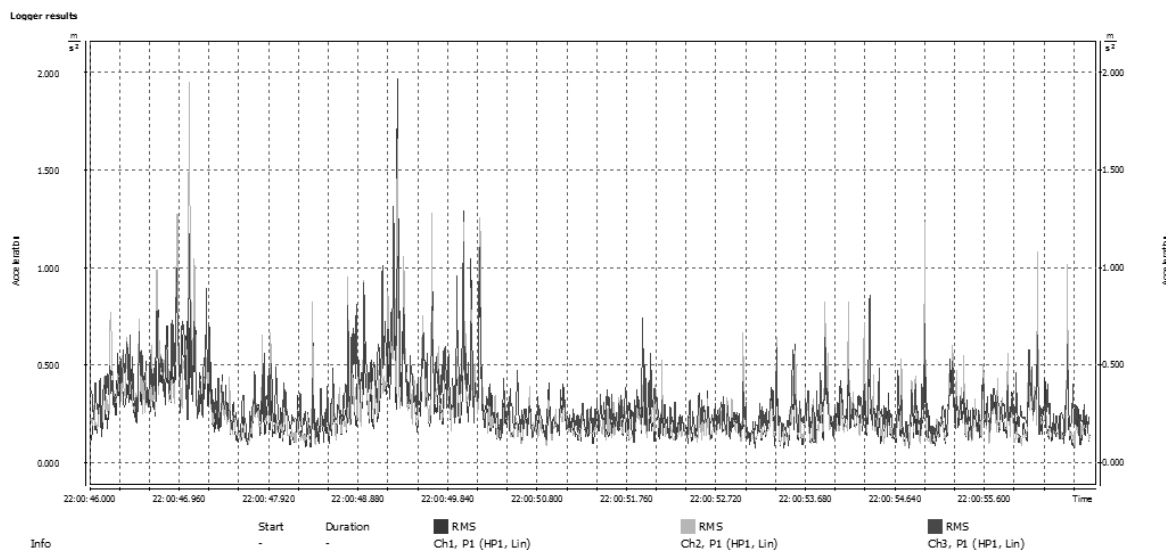
Źródło: Opracowanie własne



**Rys. 15.5 Charakterystyka przyspieszeń drgań podczas urabiania warstwy węgla**

Legenda: Ch1 – oś pozioma - wzdłuż maszyny (kolor czarny), Ch2 – oś pionowa (kolor jasnoszary), Ch3 – oś poprzeczna (kolor ciemnoszary).

Źródło: Opracowanie własne



**Rys. 15.6 Charakterystyka drgań podczas urabiania warstwy łupków ilastych, w dolnej części przekroju wyrobiska**

Legenda: Ch1 – oś pozioma - wzdłuż maszyny (kolor czarny), Ch2 – oś pionowa (kolor jasnoszary), Ch3 – oś poprzeczna (kolor ciemnoszary).

Źródło: Opracowanie własne

Dla pełniejszego spojrzenia na wyniki badań, podano wartości pomiarów w formie wykresu, także w trakcie ładowania organem kombajnu urobionej skały/węgla, a także wartości pomiarów maszyny kompletnie załączonej, czyli organ urabiający, podawarka, ładowarka, przenośnik taśmowy odbierający – rys. 15.7 oraz rys. 15.8.

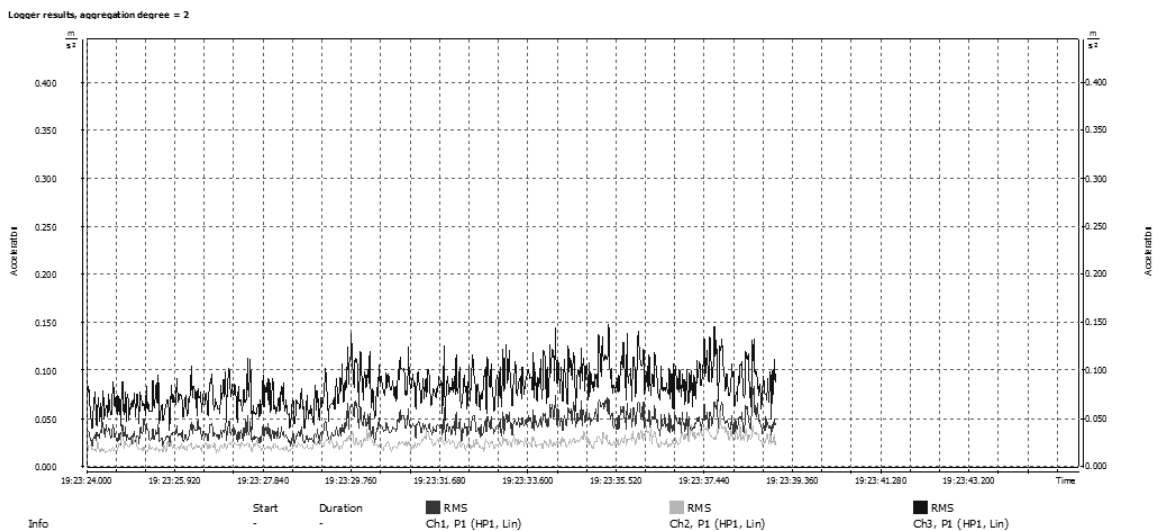
Najbardziej istotne w przypadku narażenia na drgania są dwa parametry: przyspieszenie oraz częstotliwość tych drgań, z uwagi na szkodliwe ich oddziaływanie na organizm pracownika. Pomiary, wykonane w trakcie urabiania najtwardszych skał dla analizowanego przypadku, przystopowych partii czoła przodka, gdzie występuje łupek



piaszczysty wskazują, że wartość maksymalna drgań RMS przekracza wartość  $3,3 \text{ m/s}^2$  w osi pionowej,  $2,5 \text{ m/s}^2$  w osi poziomej oraz prawie  $2,5 \text{ m/s}^2$  w osi poprzecznej.

Pomiary wykonane w trakcie urabiania środkowej warstwy przekroju przodka, gdzie występuje węgiel, wartość maksymalna przyspieszeń drgań RMS przekracza wartość  $0,7 \text{ m/s}^2$  w osi poprzecznej,  $0,6 \text{ m/s}^2$  w osi poziomej oraz prawie  $0,7 \text{ m/s}^2$  w osi pionowej.

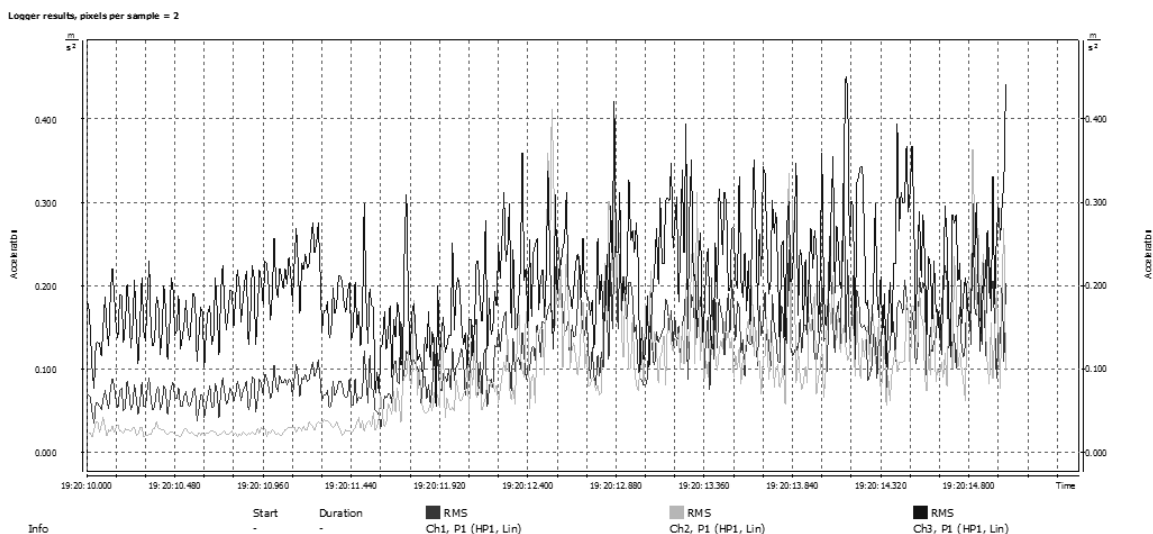
Pomiary wykonane w trakcie urabiania dolnej warstwy przekroju przodka, gdzie występuje łupek ilasty wartość maksymalna przyspieszeń drgań RMS wartość wynosi prawie  $2,0 \text{ m/s}^2$  w osi pionowej i poziomej oraz prawie  $1,5 \text{ m/s}^2$  w osi poprzecznej.



**Rys. 15.7 Charakterystyka drgań podczas pracy kombajnu bez urabiania, przy włączonym organie urabiającym, podajniku, podawarce, przenośniku odbierającym**

Legenda: Ch1 – oś pozioma - wzdłuż maszyny (kolor czarny), Ch2 – oś pionowa (kolor jasnoszary), Ch3 – oś poprzeczna (kolor ciemnoszary).

Źródło: Opracowanie własne



**Rys. 15.8 Charakterystyka drgań podczas pracy kombajnu polegającej na ładowaniu urobionej skały/węgla**

Legenda: Ch1 – oś pozioma - wzdłuż maszyny (kolor czarny), Ch2 – oś pionowa (kolor jasnoszary), Ch3 – oś poprzeczna (kolor ciemnoszary).

Źródło: Opracowanie własne

Z powyższej charakterystyki (rys. 15.7) wynika, że w trakcie „biegu jałowego” maszyny, przy włączonym organie urabiającym, podajniku, podawarce, przenośniku odbierającym (taśmowy PDT Sigma), drgania w każdej płaszczyźnie zmieniają się w małym zakresie, ich przyspieszenie RMS wynosi maksymalnie  $0,15 \text{ m/s}^2$  w osi poprzecznej, w płaszczyźnie poziomej – można założyć, że są to drgania własne, które wytwarza pracująca maszyna, a ich przyczyną są wirujące elementy i podzespoły, głównie organ roboczy, maszyna w tym czasie nie poruszała się.

W czasie ładowania luźnego urobku kamiennie-węglowego wartości przyspieszeń rosną, ale już tutaj można zauważyć, że drgania w płaszczyźnie poziomej obrotu głowicy urabiającej są największe z tego można także wyciągnąć wniosek, że luzy w układzie obrotu poziomego głowicy urabiającej są większe niż w układzie jej podnoszenia. Poziom amplitudy drgań, których miarą jest przyspieszenie RMS nadal jest mały, maksymalnie ok.  $0,4 \text{ m/s}^2$  tak dla osi pionowej jak i poprzecznej. Nie stanowi to zagrożenia zarówno dla pracownika obsługującego maszynę, jak i dla elementów całego ustroju konstrukcyjnego.

## PODSUMOWANIE

Wyniki badań wyraźnie wskazują, że największa amplituda drgań występuje w trakcie urabiania najtwardszych warstw skały czyli łupków piaszczystych. Uzyskane pomiary przyspieszeń RMS przekraczają wartość  $3,3 \text{ m/s}^2$ . Dla węgla i łupków ilastych wartości te wynoszą odpowiednio  $0,7 \text{ m/s}^2$  i  $2,0 \text{ m/s}^2$ . Nie można założyć, że są to wartości maksymalne dla każdego przypadku, gdyż ich poziom w dużej mierze zależy zarówno od stanu technicznego kombajnu jak i od umiejętności i doświadczenia kombajnisty. Stan techniczny badanego kombajnu był bardzo dobry (eksploatowany był od siedmiu miesięcy), jego podzespoły nie były jeszcze zużyte, a konserwacje i naprawy przeprowadzane były na bieżąco. Na uzyskane wartości poziomów drgań w aspekcie eksploatowanych skał, ma wpływ konstrukcja i masa kombajnu wynosząca około 60 ton, co w porównaniu z kombajnami poprzedniej generacji np. AM-50 (masa o połowę mniejsza), powoduje, że generowane przez cały układ drgania są zdecydowanie mniejsze i uzasadniają użycie maszyn tej wielkości i konstrukcji. Przy stosowaniu mniejszych maszyn, poziom drgań przy urabianiu tak twardych skał byłby zdecydowanie większy, w skrajnych przypadkach urabianie byłoby bardzo utrudnione, czy wręcz niemożliwe. Eksploatacja maszyn w takich warunkach powodowałaby ich przyspieszone zużycie i równocześnie generowałaby zdecydowanie większe przestoje ze względu na wyniki uszkodzenia. Oczywiście nadrzędną wartością zawsze pozostaje zdrowie pracowników, stąd z uwagi na uwarunkowania geologiczne i tzw. koncentrację wydobywania stosowanie tej wielkości maszyn górniczych, nawet biorąc pod uwagę także ich większy koszt, ma swoje uzasadnienie. Cykl pracy przy drażeniu wyrobiska chodnikowego jest taki, że obsługa nie jest ciągle narażona na działanie drgań, trzeba tu zaznaczyć, że w przypadku obsługi maszyn tego typu mamy do czynienia z drganiami mechanicznymi o działaniu ogólnym, czyli drgania propagują do organizmu człowieka głównie przez nogi od podłogi pomostu oraz od siedziska. Należy również zwrócić uwagę na fakt zmian

miąższości i geometrii poszczególnych warstw w czasie drążenia chodnika, a co z tym jest związane i dawki drgań pochłonięty przez ciało operatora kombajnu (również w aspekcie standardowo wykonywanych badań na stanowisku pracy nie uwzględniających takich przypadków).

## LITERATURA

- 1 W. Bogusz. *Drgania Mechaniczne cz. I i II*, Skrypty uczelniane. Kraków: AGH 1965.
- 2 Z. Engel, W.M. Zawieska. *Hałas i drgania w procesach pracy – źródła, ocena, zagrożenia*. Warszawa: CIOP BiP, 2010.
- 3 C. Cempel. *Wibroakustyka stosowana*. Warszawa: PWN 1989.
- 4 Dytran Instruments, Inc. Piezoelectric and DC mems sensors for measurement and monitoring. Accelerometers, 12.2014. Pobrano z: <http://www.dytran.com/Accelerometers-C84.aspx>. [Dostęp: 12.03.2015].
- 5 L. Grzegorzcyk, M. Walaszek. *Drgania i ich oddziaływanie na organizm ludzki*. Warszawa: PZWL, 1972.
- 6 L. Grzegorzcyk. *Wpływ wibracji przemysłowej na człowieka*. Warszawa: IOMB, 1966.
- 7 Kombajn chodnikowy R-2000. Instrukcja obsługi. Katowice 2011.
- 8 Materiały szkoleniowe, 11.2014. Pobrano z: <http://archiwum.ciop.pl/29462.html>. [Dostęp: 11.02.2015].
- 9 PN-EN 14253-A1, Drgania mechaniczne. Pomiar i obliczanie zawodowej ekspozycji na drgania o ogólnym działaniu na organizm człowieka dla potrzeb ochrony zdrowia. Wytyczne praktyczne. Warszawa: PKN, 2011.
- 10 Projekt techniczny. Karta drążonego wyrobiska chodnikowego, 2015.
- 11 Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
- 12 SVAN 948 – czterokanałowy miernik/analizator poziomu drgań i hałasu. Instrukcja obsługi, Warszawa, 2005.
- 13 A. Uzarczyk. *Czynniki szkodliwe i uciążliwe w środowisku pracy*. Gdańsk: ODDK, 2006.

## BADANIA WPŁYWU RODZAJU URABIANYCH SKAŁ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO NA POZIOM REJESTROWANYCH DRGAŃ, JAKO CZYNNIKA NIEBEZPIECZNEGO MATERIALNEGO ŚRODOWISKA PRACY

**Streszczenie:** W czasie eksploatacji górniczej w kopalniach węgla kamiennego polegającej na drążeniu chodników za pomocą kombajnu chodnikowego występuje wiele czynników niebezpiecznych materialnego środowiska pracy. Jednym z nich są drgania, które są przenoszone na cały ustrój konstrukcyjny, równocześnie także na człowieka znajdującą się na stanowisku pracy obsługi. W publikacji przedstawiono badania wpływu rodzaju skały na poziom rejestrowanych przyspieszeń drgań RMS na stanowisku pracy wykonane w wyrobisku chodnikowym o przekroju składającym się z trzech różnych warstw skał.

**Słowa kluczowe:** kombajn chodnikowy, drgania mechaniczne, stanowisko pracy

## INVESTIGATIONS INTO THE INFLUENCE EXERTED BY THE TYPE OF ROCK MINED IN A HARD COAL MINE ON THE LEVEL OF RECORDED VIBRATIONS AS A DANGEROUS WORK ENVIRONMENT FACTOR

**Abstract:** In the process of exploitation in hard coal mines, which involves drift mining by means of a road header, there are many dangerous work environment factors. These factors include vibrations, which are transferred onto the whole construction system and a person staying at the workstation. The publication presents investigations into the influence exerted by the type of rock on the level of recorded RMS vibrations' acceleration at a workstation, which were conducted in a drift having a cross-section composed of three different layers.

**Keyword:** road header, mechanical vibration, work

Dr inż. Marek PROFASKA  
Politechnika Śląska  
Wydział Górnictwa i Geologii  
Instytut Mechanizacji Górnictwa  
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice  
e-mail: Marek.Profaska@polsl.pl

Inż. Krzysztof BARAN  
Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.  
Aleja Jana Pawła II 4  
44-330 Jastrzębie-Zdrój

Data przesłania artykułu do Redakcji: 04.04.2015  
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 27.06.2015