

Bernadeta GÓRAL^{*}, Iwona ROMANOWSKA-SŁOMKA^{*},
Izabela HORZELA^{**}

OCENA MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA NARAŻENIA NA CZYNNIKI SZKODLIWE W KOPALNI GRANITU

W górnictwie skalnym powszechnie występuje zapylenie, hałas oraz drgania mechaniczne. Ograniczanie tych szkodliwych czynników ma istotne znaczenie w aspektach ochrony bezpieczeństwa zdrowia pracowników. Celem pracy było przeprowadzenie analizy możliwości zmniejszenia do wartości zgodnych z przepisami narażenia na pył, hałas i wibracje na stanowiskach pracy, na których stwierdzono wielokrotne przekroczenie wartości dopuszczalnych, poprzez zmianę czasu ekspozycji. Analiza ma za zadanie ukazać wartości stężeń i natężeń, które będą bezpieczne dla pracowników narażonych na ekspozycję tych czynników w środowisku pracy. Przedstawione w pracy wyniki badań z przeprowadzonych analiz, pozwalają stwierdzić, że poprawę warunków środowiska pracy z uwagi na zapylenie, hałas oraz wibrację można byłoby osiągnąć poprzez ograniczenie czasu narażenia na czynniki szkodliwe do wartości dopuszczalnych, jednak zmiany te są nie do przyjęcia przez kopalnię. Jediną możliwą ochroną pracowników przed hałasem, pyłem i drganiami są środki ochrony indywidualnej.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo pracy, czynniki szkodliwe, ograniczenie narażenia, kopalnia granitu.

1. WPROWADZENIE

Według danych Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, w 2013 roku odnotowano 2214 przypadków chorób zawodowych, gdzie 577 przypadków to pylice płuc, które zajmują trzecie miejsce na liście stwierdzonych przypadków zachorowania i tym samym dominują wśród najczęstszych chorób zawodowych występujących w Polsce. Ubytek słuchu stwierdzono w 187 przypadkach, natomiast zespół

^{*} Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu.

^{**} Akademia Obrony Narodowej.

wibracyjny w 36 przypadkach stwierdzonych zachorowań [25]. Znajomość szkodliwych czynników, poznanie ich działania na organizm ludzki pozwoli na podjęcie działań eliminujących lub ograniczających wpływ czynników szkodliwych, a także umożliwi zastosowanie innych, skutecznych działań profilaktycznych, co może spowodować, zmniejszenie liczby zachorowań na choroby zawodowe. Hałasu, zapylenia i drgań występujących w procesie technologicznym pozyskiwania granitu nie da się wykluczyć, natomiast można ograniczyć.

2. PODSTAWY PRAWNE

W zakresie oceny zgodności warunków pracy dotyczących zagrożenia poszczególnymi czynnikami środowiska pracy oparto się na następujących aktach prawnych i dokumentach:

- Ustawa
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844 z późn. zm. [20].
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [21]. Zgodnie z obowiązującymi przepisami najwyższe dopuszczalne stężenie pyłu zawierające wolną (krystaliczną) krzemionkę wynosi:
 1. Dla pyłów zawierających wolną (krystaliczną) krzemionkę powyżej 50%:
 - Pył całkowity $2,0 \text{ mg/m}^3$,
 - Pył respirabilny $0,3 \text{ mg/m}^3$,
 2. Dla pyłów zawierających wolną (krystaliczną) krzemionkę od 2% do 50%:
 - Pył całkowity $4,0 \text{ mg/m}^3$
 - Pył respirabilny $1,0 \text{ mg/m}^3$
 3. Dla pyłów zawierających wolną (krystaliczną) krzemionkę powyżej 2%:
 - Pył całkowity $10,0 \text{ mg/m}^3$

Zgodnie z obowiązującymi przepisami najwyższe dopuszczalne dla poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do tygodnia pracy – wartość NDN wynosi 85 dB; maksymalny poziom dźwięku A nie może przekroczyć 115 dB; szczytowy poziom dźwięku C nie może przekroczyć wartości 135 dB.

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne [23]. Zgodnie z obowiązującymi przepisami drgania ogólne charakteryzowane są przez ekspozycję dzienną, wyrażoną w postaci równoważnego energetycznie dla 8 godzin działania skutecznego,

ważonego częstotliwościowego przyspieszenia drgań, dominującego wśród przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych z uwzględnieniem właściwych współczynników (1,4 a_{wx} , 1,4 a_{wy} , 1 a_{wz}). Wartość ekspozycji dziennej nie może przekraczać 0,8 m/s^2 , natomiast przy ekspozycji trwającej 30 minut i krócej nie może przekraczać 3,2 m/s^2 . Natomiast drgania miejscowe charakteryzowane są przez ekspozycję dzienną wyrażoną w postaci równoważnego energetycznie dla 8 godzin działania sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych (a_{wx} , a_{wy} , oraz a_{wz}). Wartość ekspozycji dziennej nie może przekraczać 2,8 m/s^2 , natomiast przy ekspozycji trwającej 30 minut i krócej nie może przekraczać 11,2 m/s^2 .

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 roku w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [22].

3. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH CZYNNIKÓW SZKODLIWYCH

Spośród czynników związanych ze środowiskiem pracy w kopalni granitu największe zagrożenie stanowią:

- zapylenie,
- hałas,
- drgania.

Zapylenie, to nieodłączny czynnik zagrożenia zdrowia w kopalni granitu, jest ono integralnie powiązane ze specyfiką technologii przerobczych polegających na dezintegracji surowca i przemieszczaniu rozdrobnionych produktów. Do najbardziej pyłotwórczych procesów zaliczyć można szlifowanie oraz polerowanie, w wyniku których powstają cząstki wysokodispersyjne. W dalszej kolejności wymienić należy mielenie, kruszenie, przesiewanie i transport. W kopalni granitu z zapyleniem najczęściej mamy czynienia z emisją nieorganizowaną, bezpośrednio z procesów technologicznych oraz wtórną z powierzchni produkcyjnych.

Szkodliwość dla zdrowia zanieczyszczeń pyłowych jest zróżnicowana i zależy przede wszystkim od rodzaju pyłu, wymiaru i kształtu ziaren, świeżości przelomu, stężenia i czasu oddziaływania oraz wrażliwości osobniczej [2, 8, 27]. Stopień wnikania i osadzania pyłu w drogach oddechowych zależy od wymiaru cząsteczek pyłu. W aspektach analiz jakościowych pyłu, dla surowców kruszywowych istotna jest zawartość krystalicznej krzemionki. Najbardziej szkodliwe dla organizmu są respirabilne frakcje pyłu zawierające krzemionkę, mają one silne działanie zwłókniające, być może rakotwórcze, oraz są odpowiedzialne za powstawanie pylicy płuc. Działają na układ immunologiczny, a po ustaniu ekspozycji rozwijają się dalej.

Do organizmu człowieka substancje pyliste mogą przedostać się dwoma drogami, poprzez: osiadaniu pyłu na skórze – w tym przypadku substancje są wchłaniane bezpośrednio poprzez skórę, gruczoły łojowe itp., drogi oddechowe. Pylica krzemowa to ogniskowe lub rozległe włóknienie tkanki płucnej o charakterze kolagenowym. Ten rodzaj pylicy spowodowany jest ekspozycją tkanki na pył krzemionki krystalicznej SiO_2 . Krzemionka krystaliczna występuje w wielu minerałach np. kwarcyt, granit, piaskowiec, krzemień, łupek, skaień) w różnych formach [7, 28].

Hałas

Szkodliwość hałasu zależy od jego natężenia i częstotliwości, charakteru zmian w czasie, długotrwałości działania. Ekspozycja na hałas może powodować różnorodne, niekorzystne dla organizmu człowieka skutki, które mogą być bezpośrednią przyczyną pogorszenia się stanu zdrowia lub wpływać na obniżenie sprawności i samopoczucia [7].

Wibracja

W kopalni granitu problem zagrożenia wibracją istnieje na wielu stanowiskach pracy, a zwłaszcza na stanowisku górnik-skalnik przy wierceniu otworów wiertarkami oraz kamieniarzy i kliniarzy przy obróbce elementów skalnych przy zastosowaniu młotków pneumatycznych.

Bezpośredni wpływ wibracji na organizm człowieka zależy przede wszystkim od częstotliwości, amplitudy i przyspieszenia drgań, a także od specyficznych właściwości rezonansowych tkanek i narządów ulegających bezpośrednio wibracji. Narażenie na drgania mechaniczne przenoszone do organizmu przez kończyny górne może powodować niekorzystne zmiany w układach: krążenia krwi (naczyniowym), nerwowym i kostno-stawowym.

Dawka pochłoniętych drgań jest proporcjonalna do czasu działania drgań na organizm człowieka. Skracanie dziennej ekspozycji na drgania i wprowadzenie przerw zmniejsza ryzyko zachorowania. Długotrwałe oddziaływanie drgań mechanicznych prowadzi do powstawania w organizmie człowieka wielu nieodwracalnych zmian w różnych narządach i układach.

Badania epidemiologiczne wykazują ścisły związek przyczynowy między występowaniem u pracowników narażonych na drgania, zmian chorobowych w wyżej wymienionych układach, a warunkami pracy. Symptodem choroby wibracyjnej jest odczuwany ból palców dłoni i rąk. Pierwsze objawy choroby wibracyjnej pojawiają się najczęściej po 3–4 latach pracy. Objawy chorobowe mają charakter wybitnie indywidualny, związany najczęściej ze specyfiką wykonywanego zawodu. Negatywne skutki zawodowej ekspozycji na drgania o oddziaływaniu ogólnym dotyczą szczególnie: układu kostnego, narządów wewnętrznych człowieka, które przyczyniają się do bólów pleców i uszkodzeń kręgosłupa, a także niekorzystnych zmian narządów wewnętrznych [3, 6].

4. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH DO BADAŃ STANOWISK PRACY

Kopalnia granitu jest położona w województwie dolnośląskim. Powierzchnia terenu górniczego, z wyznaczonym obszarem górniczym, na którym działa kopalnia, wynosi 2978 430 m², natomiast powierzchnia obszaru górniczego wynosi 702896 m². Główną kopalnią jest granit. System eksploatacji złoża opiera się na wydobyciu bloków granitowych, które prowadzone jest w wyrobisku wgłębnym oraz rejonie odkrywki. Stosowanym systemem wybierania złoża jest system zabierki (blokowy) z równoległym postępowaniem frontu roboczego, polegający na wybieraniu pasów ław skalnych w kierunku prostopadłym do kierunku postępu frontu roboczego. Złoże urabiane jest ławami granitowymi na bloki granitowe. Roboty górnicze polegają na wykonaniu wdzierek oraz wrębów palnikiem termicznym, liną diamentową lub za pomocą wrębiarek mechanicznych, w celu uzyskania w monolicie granitowym trzech odsłoniętych powierzchni. Kierunek wdzierek i wcinek wytyczają główne kierunki łupliwości.

W pewnej części kopalni ze względu na brak płaszczyzn oddzielności poziomej, konieczne jest również perforowanie poziome. W celu odspojenia od calizny skalnej lub podziału wtórnego monolitu, stosuje się cięcie liną diamentową lub strzelanie lontem detonującym, w otworach wykonywanych perforatorem lub wiertnicą. W kopalni nie ma głównych maszyn urabiających, ładujących oraz zwałujących. Kamień produkowany w postaci bloków z przodków transportowany jest, za pomocą żurawi samojezdnych, stacjonarnych, dźwignic oraz dźwigów na poziomie załadunkowym lub bezpośrednio na samochody. Maszynami stosowanymi do załadunku i odstawy urobku z przodków oraz jego załadunku na środki transportu są ładowarki z wymiennym osprzętem, umożliwiające wywożenie bloków oraz brył jak i drobniejszej frakcji (gruzu skalnego, piasku). Transport wewnętrzny opiera się na samochodach technologicznych i ładowarkach z wymiennym osprzętem. Na zakład górniczy składa się dział górniczy oraz dział przeróbco-obróbczy, który dysponuje najnowszą technologią przeróbki oraz nowoczesną linią obróbki kamienia [1, 18].

Kopalnia odkrywkowa granitu to miejsce, w którym występują zagrożenia naturalne takie jak: zagrożenia wodne, zagrożenie osuwiskowe i obrywaniem się skał [26]. Oprócz zagrożeń naturalnych występują także zagrożenia: związane z urabianiem, załadunkiem i transportem surowca, zagrożenie niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami fizycznymi tj. hałas, wibracja zapylenie, związane z wykonywaniem robót strzałowych, zagrożenie upadkiem z wysokości.

Przedmiotem badania jest środowisko pracy, wytypowanych stanowisk pracy z działów, które funkcjonują w kopalni granitu, tj.

- 1) dział górniczo-wydobywczy,
- 2) dział przeróbco-obróbczy.

Do badań wytypowano stanowiska: w Dziale Górniczo-Wydobywczym – górnik-skalnik (rys. 1), w Dziale Przeróbczo-Obróbczym – operator łupiarki (rys. 2) oraz kamieniarz-kliniarz (rys.3, 4, 5).

4.1. Górnik- skalnik

Na rysunku 1 przedstawiono stanowisko pracy górnika-skalnika w czasie rozpychania bloku skalnego.



Rys. 1. Stanowisko pracy górnika-skalnika

W tabeli 1 przedstawiono wykaz czynności, czasy wykonywania tych czynności, liczbę osób narażonych oraz rodzaj wykonywanego pomiaru.

Tabela 1. Wykaz czynności górnika-skalnika

Wykaz czynności	Czas wykonywanych czynności [h]	Regulaminowy czas pracy [h]	Liczba osób narażonych	Rodzaj pomiaru
prace przygot.-zakoń.	0,5	8	28	pył hałas drgania
wiercenie otworów	4,0			
klinowanie młotem ręcznym	1,0			
odbijanie, rozpychanie	1,0			
ściąganie bloków	1,0			
przerwy w pracy	0,5			

4.2. Operator linii do produkcji elementów fakturowanych

W tabeli 2 przedstawiono wykaz czynności, czasy wykonywania tych czynności, liczbę osób narażonych oraz rodzaj wykonywanego pomiaru.

Tabela 2. Wykaz czynności operatora łupiarki

Wykaz czynności	Czas wykonywanych czynności [h]	Regulaminowy czas pracy [h]	Liczba osób narażonych	Rodzaj pomiaru
praca przy łupiarce	6,0	8	2	pył hałas
czynności międzyoperacyjne	1,0			
prace przygot.-zakończ.	0,5			
przerwy w pracy	0,5			

Na rysunku 2 przedstawiono stanowisko pracy operatora łupiarki.



Rys. 2. Stanowisko pracy operatora łupiarki

4.3. Klińiarz-kamieniarz

W tabeli 3 przedstawiono czynności, czas wykonywania czynności, liczbę osób narażonych na stanowisku klińiarz-kamieniarz. Na rysunkach 3, 4, 5 przedstawiono pracę klińiarza-kamieniarza.

Tabela 3. Wykaz czynności na stanowisku kliniarz-kamieniarz

Wykaz czynności	Czas wykonywanych czynności [h]	Regulaminowy czas pracy [h]	Liczba osób narażonych	Rodzaj pomiaru
praca młotkiem pneumatycznym	3,5	8	12	pył hałas wibracje
praca szlifierką	1,5			
czynności międzyoperacyjne	1,5			
praca piłą tarczową	1,0			
przerwy w pracy	0,5			



Rys. 3. Praca młotem pneumatycznym



Rys. 4. Praca szlifierką



Rys. 5. Praca młotkiem ręcznym

5. METODYKA BADAŃ

W zakresie badań dotyczących zagrożenia pyłem oparto się na następujących normach:

- Norma PN-Z-04008-7:2002 „Zasady pobierania prób powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników”. Norma podaje zasady pobierania próbek powietrza i interpretacji wyników do oceny narażenia zawodowego na substancje chemiczne i pyły przemysłowe. Dotyczą one dozymetrii indywidualnej oraz pomiarów stacjonarnych [9].
- Norma PN-91/Z-04030/05 „Oznaczenie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową” Norma zawiera opis metodyki jako oznaczenie masy pyłu pobranego na sączek z określonej objętości powietrza. Podano sposób pomiaru z wykorzystaniem pyłomierzy stacjonarnych i indywidualnych [10].
- Norma PN-91/Z-04018/02 Oznaczenie pyłu respirabilnego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową. Norma zawiera opis metodyki jako oznaczenie masy pyłu pobranego na sączek z określonej objętości powietrza. Frakcję respirabilną uzyskuje się w wyniku zastosowania selektora wstępnego podczas pobierania próbek. Podano sposób pomiaru z wykorzystaniem pyłomierzy stacjonarnych i indywidualnych [11].
- Norma PN-91/Z-04018/02 „Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości wolnej krystalicznej krzemionki w pyłe całkowitym na stanowiskach pracy metodą spektrofotometrii absorpcyjnej w podczerwieni” [12].

W zakresie badań, które dotyczyły zagrożeniem przez hałas oparto się na następujących normach: Norma PN-N 01307:1994 Hałas. Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów oraz Norma PN-ISO 9612:2011 Akustyka. Wytyczne do pomiarów i oceny ekspozycji na hałas [13, 14].

W zakresie badań dotyczących zagrożenia drganiami mechanicznymi o działaniu ogólnym i miejscowym oparto się na następujących normach: Norma PN-EN 14253:2008 Drgania mechaniczne. Pomiar i obliczenia zawodowej ekspozycji na drgania o ogólnym oddziaływaniu na organizm człowieka dla potrzeb ochrony zdrowia. Wymagania praktyczne, Norma PN-EN ISO 5349-1 Drgania mechaniczne. Pomiar i wyznaczenie ekspozycji człowieka na drgania mechaniczne przenoszone przez kończyny górne. Część 1 – wymagania ogólne oraz Norma PN-ENISO5349-2 Drgania mechaniczne. Pomiar i wyznaczenie ekspozycji człowieka na drgania mechaniczne przenoszone przez kończyny górne. Część 2 – praktyczne wytyczne do wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy [15, 16, 17].

Pomiary stężenie pyłu na badanych stanowiskach w kopalni granitu wykonane były sposobem grawimetrycznym przy zastosowaniu pyłomierzy indywidualnych SKC oraz AIR5. Badaniu podlegał pył zawierający wolną (krystaliczną) krzemionkę od 2% do 50%. Do pobierania próbek powietrza do oceny narażenia zawodo-

wego na szkodliwe substancje w środowisku pracy zastosowano metodę zgodną z Polską Normą [10].

Przy wykonywaniu pomiarów hałasu posłużono się miernikiem poziomu dźwięku DSA 50 z mikrofonem WK-21 produkcji Sonopan, w trakcie pomiarów używany był kalibrator klasy I Sonopan KA-50. Zastosowano pośrednią metodę pomiaru, zgodnie z Polskimi Normami [13,14].

Do pomiarów drgań mechanicznych zastosowany został miernik typu SVAN 958 z przetwornikiem typ 3032M3 oraz z przetwornikiem typ SV39a. Miernik poziomu drgań wraz z przetwornikami w warunkach laboratoryjnych został sprawdzony przed pomiarami oraz po pomiarach kalibratorem K-10 (drgania miejscowe) oraz kalibratorem K-20 (drgania ogólne) produkcji Emson Mat. Pomiaru zostały wykonane zgodnie z Polską Normą [16]. W trakcie wykonywania pomiarów nie stwierdzono odchyleń od normalnych warunków pracy lub zwykłego zachowania w pracy w trakcie wszystkich pomiarów.

W celu wykonania obliczeń zmian poziomu ekspozycji na hałas odniesiony do ośmiogodzinnego dnia pracy wykorzystano program komputerowy AKUS– „Akustyka Środowiska” [4]. Do obliczeń wykorzystano dane z kart pomiarów na wybranych stanowiskach pracy. Do oceny możliwości zmniejszenia narażenia na zapylenie i drgania mechaniczne posłużono się metodą matematyczną z zastosowaniem arkuszy kalkulacyjnych. Wyniki przedstawiono w formie tabel 4–11.

6. WYNIKI POMIARÓW

W tabelach 4–10 przedstawiono wyniki pomiarów zapylenia, hałasu i drgań dla stanowisk: górnik-skalnik, operator łupiarki i kliniarz-kamieniarz.

Tabela 4. Karta pomiarów zapylenia na stanowisku górnik-skalnik

Tabela wyników pomiarów dozymetrycznych				
Pył respirabilny				
Numer próbki		81	90	Średnia
Stężenie pyłu	[mg/m ³]	1,27	1,31	1,29
Czas pomiaru	[min.]	185	191	376
Wskaźnik ekspozycji na pył [mg/m ³]				1,29
Najwyższe dopuszczalne stężenie [mg/m ³]				1,0
Krotność przekroczenia NDS:				1,29
Niepewność +/- 0,20				
Pył całkowity				
Numer próbki		87	88	Średnia
Stężenie pyłu	Mg/m ³	4,64	6,30	5,47

Tabela 4. cd.

Czas pomiaru	Min.	185	191	376	
Wskaźnik ekspozycji na pył [mg/m^3]				5,47	
Najwyższe dopuszczalne stężenie [mg/m^3]				4,0	
Krotność przekroczenia NDS:				1,36	
Niepewność +/- 0,89					
Krzemionka krystaliczna					
Numer próbki	28/13-P-1	28/13-P-2	28/13-P-3	28/13-P-4	Wartość średnia
Zawartość SiO_2 [%]	15,8	15,8	15,7	16,0	15,8
Niepewność +/- 0,40					

Tabela 5. Ocena akustyczna stanowiska górnik-skalnik

Jednostka oceny	Parametr oceny akustycznej	Wartości wyznaczone	Wartości odniesienia	Krotność przekroczenia
				Niepewność pomiaru
dB/A	Średni poziom hałasu w czasie T_e	101,6	–	–
[h]	Czas narażenia na hałas T_e	7,5	–	–
[dB/A]	Poziom ekspozycji odniesiony do 8h	101,3	85	K=42,66
[$\text{Pa}^2 \cdot \text{sek}$]	Ekspozycja dzienna	155131	3640	+ 2,2 dB
[dB/A]	Maksymalny poziom dźwięku A	105,8	115	K=0,35 + 2,0 dB
[dB/C]	Szczytowy poziom dźwięku C	127,5	135	K=0,42 + 2,0 dB
Krotność przekroczenia NDN = 42,66 wynik pomiaru przekracza wartość dopuszczalną				

Tabela 6. Karta pomiarów drgań mechanicznych o działaniu miejsc na stanowisku górnik-skalnik

Równoważna wartość skutecznego ważonego przyspieszenia drgań	Czas narażenia	Dopuszczalne wartości ważone przyspieszenia drgań	Dzienna ekspozycja na drgania	Krotność przekroczenia NDN
[m/s ²]	[min.]	[m/s ²]	[m/s ²]	
Ręka prawa				
21,11	240	2,8	14,92 +/- 2,201	5,33
Ręka lewa				
21,26	240	2,8	15,03 +/- 2,217	5,37
Ręka prawa krotność przekroczenia NDN = 5,37 wynik pomiaru przekracza wartość dopuszczalną				
Ręka lewa krotność przekroczenia NDN = 5,33 wynik pomiaru przekracza wartość dopuszczalną				

Tabela 7. Karta pomiaru zapylenia na stanowisku operator łupiarcki

Pył respirabilny					
Tabela wyników pomiarów dozymetrycznych					
Numer próbki		106	104	–	
Stężenie pyłu	[mg/m ³]	1,10	1,14	1,12	
Czas pomiaru	[min.]	191	185	376	
Wskaźnik ekspozycji na pył [mg/m ³]				1,12	
Najwyższe dopuszczalne stężenie [mg/m ³]				1,0	
Krotność przekroczenia NDS				1,12	
Niepewność +/- 0,18					
Pył całkowity					
Numer próbki		117	118		
Stężenie pyłu	[mg/m ³]	4,63	5,25	4,94	
Wskaźnik ekspozycji na pył [mg/m ³]				4,94	
Najwyższe dopuszczalne stężenie [mg/m ³]				4,0	
Krotność przekroczenia NDS				1,23	
Niepewność +/- 0,84					
Krzemionka krystaliczna					
Numer próbki	28/13-P-1	28/13-P-2	28/13-P-3	28/13-P-4	Wartość średnia
Zawartość SiO ₂ [%]	15,8	15,8	15,7	16,0	15,8
Niepewność +/- 0,40					
Krotność przekroczenia NDS = 0,93 Wynik pomiaru nie przekracza wart. dopuszczalnej					

Tabela 8. Ocena akustyczna stanowiska operatora łupiarki

Jednostka oceny	Parametr oceny akustycznej	Wartości wyznaczone	Wartości odniesienia	Krotność przekroczenia
				Niepewność pomiaru
dB/A	Średni poziom hałasu w czasie T_e	93,3	–	–
[h]	Czas narażenia na hałas T_e	7,5	–	–
[dB/A]	Poziom ekspozycji odniesiony do 8h	93,0	85	K = 6,31
[Pa ² *sek]	Ekspozycja dzienna	22946	3640	+ 2,2 dB
[dB/A]	Maksymalny poziom dźwięku A	105,5	115	K=0,33 + 2,0 dB
[dB/C]	Szczytowy poziom dźwięku C	129,3	135	K=0,52 + 2,0 dB
Krotność przekroczenia NDN = 6,31 wynik pomiaru przekracza wartość dopuszczalną				

Tabela 9. Karta pomiarów zapylenia na stanowisku kamieniarz

Tabela wyników pomiarów dozymetrycznych					
Pył respirabilny					
Numer próbki		64	69	–	
Stężenie pyłu	[mg/m ³]	1,47	1,40	1,44	
Czas pomiaru	[min.]	193	181	374	
Wskaźnik ekspozycji na pył [mg/m ³]				1,44	
Najwyższe dopuszczalne stężenie [mg/m ³]				1,0	
Krotność przekroczenia NDS				1,44	
Niepewność +/- 0,30					
Pył całkowity					
Numer próbki		69	78		
Stężenie pyłu	[mg/m ³]	4,59	6,30	5,45	
Czas pomiaru	[min.]	193	181	374	
Wskaźnik ekspozycji na pył [mg/m ³]				5,45	
Najwyższe dopuszczalne stężenie [mg/m ³]				4,0	
Krotność przekroczenia NDS				1,36	
Niepewność +/- 1,24					
Krzemionka krystaliczna					
Numer próbki	28/13-P-1	28/13-P-2	28/13-P-3	28/13-P-4	Wartość średnia
Zawartość SiO ₂ [%]	15,8	15,8	15,7	16,0	15,8
Niepewność +/- 0,40					
Krotność przekroczenia NDN = 3,48 wynik pomiaru przekracza wartość dopuszcz.					

Tabela 10. Karta pomiarów drgań mechanicznych o działaniu miejscowym na stanowisku kliniarz-kamieniarz

Suma wektorów ważonych przysp. drgań	Czas narażenia	Dopuszczalne wartości ważone przyspieszenia drgań	Równoważna za 8h suma wektorów ważonych przyspieszeń drgań	Krotność przekroczenia NDN
[m/s ²]	[min.]	[m/s ²]	[m/s ²]	
13,56	300	2,8	9,736+/-0,762	3,48

Tabela 11. Ocena akustyczna stanowiska kamieniarz

Jednostka oceny	Parametr oceny akustycznej	Wartości wyznaczone	Wartości odniesienia	Krotność przekroczenia
				Niepewność pomiaru
[dB/A]	Średni poziom hałasu w czasie Te	104,3	–	–
[h]	Czas narażenia na hałas Te	7,5	–	–
[dB/A]	Poziom ekspozycji odniesiony do 8h	104,0	85	K=79,43
[Pa ² *sek]	Ekspozycja dzienna	288867	3640	+ 2,3 dB
[dB/A]	Maksymalny poziom dźwięku A	111,1	115	K=0,64 + 2,0 dB
[dB/C]	Szczytowy poziom dźwięku C	133,3	135	K=0,82 + 2,0 dB
Krotność przekroczenia NDN = 6,31 wynik pomiaru przekracza wartość dopuszczalną				

Podsumowanie wyników pomiarów

Według przeprowadzonych pomiarów w kopalni granitu na wybranych stanowiskach pracy, występują następujące krotności przekroczeń NDS i NDN.

- Zapylenie
 - górnik-skalnik, pył całkowity 1,36-krotnie, pył respirabilny 1,29-krotnie,
 - kliniarz-kamieniarz, pył całkowity 1,36-krotnie, pył respirabilny 1,44-krotnie,
 - operator łuparki, pył całkowity 1,23-krotnie, pył respirabilny 1,12-krotnie.
- Hałas
 - górnik-skalnik, 42,66-krotnie,
 - kliniarz-kamieniarz, 79,43-krotnie,
 - operator łuparki, 6,31-krotnie.

- Wibracja
 - górnik-skalnik, 5,37-krotnie,
 - kliniarz-kamieniarz, 3,48-krotnie.

W tabeli 12 przedstawiono zestawienie wyników pomiarów, dla wytypowanych stanowisk w zakładzie pracy.

Na stanowisku górnik-skalnik oraz kliniarz-kamieniarz zauważyć należy, że czynniki szkodliwe tj. zapylenie, hałas oraz wibracje występują jednocześnie. Oznacza to, że osoby wykonujące pracę na tych stanowiskach są w największym stopniu narażone na czynniki szkodliwe.

Tabela 12. Zestawienie wyników

Stanowisko	Przekroczenie NDS i NDN				Uwagi
	Pył		Hałas	Drgania mechaniczne	
	Pył respirabilny	Pył całkowity			
Górnik-skalnik	1,29	1,36	42,66	5,37	Warunki szkodliwe
Operator łupiarki	1,12	1,23	6,31	–	Warunki szkodliwe
Kliniarz-kamieniarz	1,44	1,36	79,43	3,48	Warunki szkodliwe

7. OCENA MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA SZKODLIWYCH CZYNNIKÓW WYSTĘPUJĄCYCH W PROCESIE PRODUKCYJNYM

7.1. Pyły

Pyły występujące w kopalniach granitu przy wydobyciu, transporcie, obróbce oraz przeróbce, jako pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę (od około 18 do 30%), wykazują silne działania zwłókniające oraz o dużym prawdopodobieństwie działania rakotwórczego, prowadzą do powstania i rozwoju pylicy płuc lub chorób nowotworowych. Zmiany w płucach rozwijają się nadal, nawet po zakończeniu ekspozycji. Ponieważ początkowe etapy rozwoju pylicy przebiegają zazwyczaj bezobjawowo, a pierwsze znaki niewydolności oddechowej mogą pojawić się bardzo późno, wtedy zmiany w płucach są bardzo zaawansowane i właściwie nieod-

wracalne [28]. Wobec braku możliwości leczenia pylicy, zmniejszenie zagrożenia pyłowego polega na likwidacji zapylenia powietrza.

Metody zwalczania zapylenia powietrza obejmują w pierwszym rzędzie pozbawienie pyłu lotności zanim przejdzie w stan aerozolu, usuwanie pyłu z powietrza poprzez zastosowanie odciągów, właściwe przewietrzanie wyrobisk i pomieszczeń oraz zabiegi o charakterze organizacyjnym, polegające na przykład na zmniejszeniu czasu ekspozycji na pył.

Narzędzia, maszyny oraz urządzenia pracy stosowane w kopalni granitu na stanowiskach, na których występuje przekroczenie dopuszczalnych wartości zapylenia są typowymi, stosowanymi w zakładach górnictwa skalnego do urabiania oraz obróbki surowca skalnego. Przy aktualnie stosowanej technologii bez bardzo dużych nakładów finansowych zastąpienie ich w cyklu produkcyjnym innymi, jest mało realne.

Na stanowisku pracy górnik-skalnik zmniejszenie zapylenia można osiągnąć poprzez zakładanie na koniec żerdzi odsysacza pyłu. Zastosowanie tego typu rozwiązania w wyrobiskach górnictwa skalnego powoduje tylko nieznaczne ograniczenie zagrożenia. Na poziom wzrostu zapylenia ma wpływ pył, znajdujący się na spągu wyrobiska w promieniu kilkudziesięciu metrów od miejsca wykonywania wiercenia, powodujący tzw. zapylenie wtórne. Ten rodzaj zapylenia mógłby być dość skutecznie eliminowany przez zraszanie spągu w trakcie zmiany roboczej, jednak zraszanie może powodować pogorszenia warunków bezpieczeństwa pracy, „błoto” w obszarze pracy górnika skalnika, może powodować możliwość poślizgnięcia się. Dlatego ten sposób eliminowania pyłu nie jest w wyrobiskach stosowany.

Na stanowisku kliniarz-kamieniarz również nie można zastosować podstawowego sposobu zwalczania zapylenia jakim jest pozbawienie pyłu lotności poprzez zastosowanie zraszania powietrza oraz obszaru pracy. Ten sposób likwidacji zapylenia mógłby wpłynąć na pogorszenie stanu bezpieczeństwa pracy w związku z możliwością „wyskakiwania” ostrzy z wypełnionych wodą otworów, „ślizganie” się narzędzi po obrabianej powierzchni oraz tworzenie „błota” wokół stanowisk pracy, które tworząc śliskie podłoże sprzyjałoby upadkom. Każdorazowe zraszanie obrabianego materiału związane byłoby z jego osuszaniem, otworów pod kliny sprężonym powietrzem. Przy istniejącym systemie akordowym stosowanie na tych stanowiskach pracy zraszania, związane byłoby z dość znacznym obniżeniem zarobków pracowników z uwagi na konieczność wykonywania dodatkowych czynności związanych z osuszaniem powierzchni obrabianego materiału.

Na stanowisku operator łupiarki pracodawcy starają się ograniczyć zapylenie poprzez zastosowanie instalacji odpylającej. Niejednokrotnie jednak nie przynosi to pożądanego efektów, gdyż tego typu instalacje powodują „zbieranie” pyłu tylko z bezpośredniej strefy kontaktu narzędzia tnącego z formakiem. Pył na tym stanowisku pracy powstaje nie tylko podczas procesu cięcia formaka, ale przede wszystkim w wyniku jego tarcia o stalowy pulpit łupiarki. Obłok pyłu wzniesiony jest przez pracownika przy zsuwaniu kostki granitowej z pulpitu do pojemników. Jest to czynność powtarzająca się w przypadku większości zakładów co kilka minut

i związana jest z wykonywaniem przez pracownika dość gwałtownego obrotu mającego na celu zsunięcie z pulpitu łupiarki odpadów wraz z nagromadzonym pyłem. Zwiększenie zapylenia powstaje również przy zrzucie formaków, gdy pracownik odchodzi od siedziska.

Jednym ze podstawowych sposobów zmniejszenia przekroczenia dopuszczalnych wartości stężenia zapylenia jest obniżenie czasu ekspozycji.

Została przeprowadzona analiza matematyczna, pozwalająca ocenić, czy są możliwości ograniczenia narażenia na zapylenie, przez skrócenie czasu na jego ekspozycję.

Przebieg zmian krotności przekroczenia NDS dla pyłu respirabilnego oraz całkowitego w zależności od czasu narażenia dla badanego stanowiska pracy górnika skalnika na którym stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnych, przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Przebieg zmian krotności NDS dla pyłu respirabilnego i całkowitego

Czas narażenia	Krotność NDS	
	Pył całkowity	Pył całkowity
Górnik-skalnik		
480	1,36	1,29
450	1,30	1.21
420	1,19	1.12
390	1,10	1.04
370	1,05	0,99
360	1,02	0,96
350	0,99	
Kliniarz-kamieniarz		
480	1,36	1,44
450	1,30	1,35
420	1.19	1.26
390	1.10	1.17
370	1.05	1.11
360	1,02	1,08
350	0,99	1,05
340		1,02
330		0,99
Operator łupiarki		
480	1,23	1,12
450	1,15	1,05
420	1,08	0,98
390	1,00	

Przedstawione powyżej wartości czasu efektywnej pracy na badanych stanowiskach pracy górnik-skalnik, kliniarz-kamieniarz oraz operator łupiarki nie są możliwe do zrealizowania, ze względu na ograniczenie czasu pracy do 330–390 minut, co naraziłoby kopalnię na straty.

7.2. Hałas

W kopalni granitu, w której prowadzona jest eksploatacja, obróbka oraz przerób kamienia, na wyposażeniu znajdują się maszyny i narzędzia, których nie można aktualnie, jak zaznaczono wcześniej, zastąpić innymi, a które w warunkach ruchomych emitują dźwięki o bardzo dużym natężeniu. Do tego typu narzędzi i maszyn należy zaliczyć stosowane w zakładzie wiertarki, młotki pneumatyczne, łupiarki hydrauliczne, piły oraz młoty pneumatyczne.

W większości przypadków podczas pracy istnieje bezpośredni kontakt pracownika z wymienionymi powyżej narzędziami, maszynami i urządzeniami. Dlatego też zmniejszenie dziennej dawki hałasu poprzez odsunięcie pracownika od źródła hałasu lub obudowanie miejsca przebywania specjalną kabiną jest niemożliwe. Punktem wyjścia przy analizie możliwości poprawy warunków pracy z uwagi na emitowany hałas jest fakt, że ewentualne uszkodzenia słuchu zależą nie tylko od poziomu ciśnienia akustycznego, lecz również od czasu jego trwania. Tak więc ustalenie stopnia zagrożenia słuchu wymaga znajomości zarówno czasu narażenia na hałas, jak również i jego natężenia.

Dlatego w ramach podjętej próby do oceny możliwości ograniczenia narażenia na czynniki szkodliwe, dla badanych stanowisk, na których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnej wartości natężenia dźwięku, przedstawiono obliczenia czasu, przy którym można osiągnąć stan zgodności z przepisami. Obliczenia zostały wykonane za pomocą symulacji przy pomocy programu komputerowego AKUS [4].

Z przeprowadzonych obliczeń z uwagi na hałas warunki pracy byłyby zgodne z przepisami gdyby zmiana robocza trwała:

- na stanowisku górnik-skalnik: 11 min,
- na stanowisku kliniarz-kamieniarz: 5 min,
- na stanowisku operator łupiarki: 70 min.

Jest więc niemożliwe ograniczenie narażenia przez skrócenie ekspozycji.

7.3. Wibracja

Najważniejszym parametrem spośród tych, które decydują o uciążliwości bądź szkodliwości drgań jest przyspieszenie drgań. Dawka pochłoniętych drgań jest bowiem proporcjonalna do kwadratu przyspieszenia, co oznacza, że dwukrotne

zmniejszenie przyspieszenia drgań powoduje czterokrotne zmniejszenie tej dawki. W kopalni granitu narzędziami pracy powodującymi drgania mechaniczne o działaniu miejscowym są wiertarki i młotki pneumatyczne służące do wiercenia otworów oraz do klinowania bloków skalnych i obróbki elementów.

Na podstawie kart pomiarów dla wibracji miejscowej na stanowiskach górnik skalnik oraz kliniarz-kamieniarz odnotowano wartości, które przekraczają najwyższe dopuszczalne natężenia:

- dla górnika-skalnika krotność przekroczenia wynosi 5,37.
- dla kliniarza-kamieniarza krotność przekroczenia wynosi 3,48.

Przeprowadzona analiza pozwoliła wyznaczyć dopuszczalny czas narażenia w minutach na drgania dla wyżej wymienionych stanowisk.

Narzędzia, dla których wyznaczona na ich rękojeści suma wektorowa przyspieszeń drgań, $a_{w,r,s}$, przekraczała wartość $2,8 \text{ m/s}^2$, czyli wartość dopuszczalną przy 8-godzinnej pracy narzędziem w ciągu doby.

Sumy wektorowe przyspieszeń drgań $a_{w,r,s}$ są wyznaczone na rękojeści narzędzi obsługiwanych przez pracowników. W przypadku drgań mechanicznych działających przez kończyny górne, wartości ważone przyspieszenia drgań w kierunkach x, y, z są mierzone na rękojeści narzędzia. Dlatego zakłada się, że sygnał drganiowy rejestrowany w danym kierunku na rękojeści narzędzia jest przekazywany w całości, bez żadnych zmian, do dłoni obsługującego narzędzie (bez rękawic) tzn., że wartość ważona przyspieszenia drgań na dłoni operatora jest taka sama jak wartość ważona przyspieszenia drgań zmierzona na rękojeści narzędzia [29].

Uzyskane wyniki obliczeń przyspieszenia drgań, że aby osiągnąć stan zgodności z przepisami czas pracy na stanowiskach powinien wynosić:

- dla stanowiska górnik-skalnik – 8 minut,
- dla stanowiska kliniarz-kamieniarz – 25 minut.

Przedstawione powyżej wyniki czasu efektywnej pracy na badanych stanowiskach pracy górnik-skalnik oraz kliniarz-kamieniarz nie są możliwe do zrealizowania.

8. PODSUMOWANIE

Celem pracy była ocena możliwości ograniczenia narażenia na czynniki szkodliwe w kopalni granitu. Przedstawione w pracy wyniki badań z przeprowadzonych analiz, pozwalają stwierdzić, że poprawa środowiska pracy z uwagi na zapylenie, hałas oraz wibrację nie jest możliwa poprzez zmianę czasu narażenia na czynniki szkodliwe. Kiedy nie można uniknąć zagrożeń lub nie można ich wystarczająco ograniczyć za pomocą technicznych środków ochrony zbiorowej, czy też za pomocą środków, metod lub procedur organizacji pracy, należy stosować środki ochrony indywidualnej.

W kopalni granitu największe zagrożenie stanowi hałas, którym zagrożona jest większość pracowników z wytypowanych stanowisk roboczych, w dalszej kolejności zagrożenie stanowi zapylenie a po nim wibracje.

W celu ochrony zdrowia pracowników przed zapyleniem oraz hałasem w kopalni stosowane są środki ochrony indywidualnej. Należą do nich: półmaski, wkładki do uszu lub nauszники przeciwhałasowe.

Ochronę zdrowia pracowników zagrożonych wibracjami mechanicznymi pracodawca ogranicza jedynie do zaopatrzenia w rękawice ochronne. W ramach działań profilaktycznych powinno być stosowanie rękawic antywibracyjnych, które nie tylko ograniczają drgania transmitowane z narzędzi do rąk operatora, lecz także chronią ręce przed niską temperaturą, która potęguje skutki oddziaływania drgań, przyspieszając rozwój zespołu wibracyjnego. Mając na uwadze, że proces produkcyjny odbywa się w zmiennych warunkach klimatycznych, stosowanie rękawic antywibracyjnych nawet w przypadkach, gdy redukują one drgania w bardzo małym stopniu jest jak najbardziej uzasadnione.

Podsumowując, oddziaływania czynników szkodliwych w środowisku pracy na pracowników należy stwierdzić, że jest konieczne zwiększenie świadomości pracodawców i pracowników kopalni granitu dotyczącą zagrożeń i ich skutków.

LITERATURA

- [1] Dokument ILAC-G8:03/2009 Wytyczne dotyczące przedstawiania zgodności ze specyfikacją.
- [2] Lebecki K., Romanowska-Słomka I., Zagrożenia fizyczne w środowisku pracy, WSZOP, Katowice 2009.
- [3] Magazyn tematyczny dla służb bhp, Nr 6, Wiedza i Praktyka październik 2010.
- [4] Małowiecki K., AKUS „Akustyka środowiskowa” Przedsiębiorstwo Badawczo-Wdrożeniowe Ochrony Środowiska, EKOPOLIN sp. z o.o.
- [5] Morzyński L., Puto D., Hałas w środowisku pracy, CIOP, Warszawa 2010.
- [6] Nędza Z., Gola S., Madeja B., Wczesna diagnostyka choroby wibracyjnej na stanowiskach pracy w zakładach górnictwa skalnego, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Nr 113, Wrocław 2005.
- [7] Rączkowski B., BHP w praktyce. Oddk, Gdańsk 2010.
- [8] Norma PN-N-18001:1999 Ochrona pracy. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki występujące w procesie pracy. Klasyfikacja.
- [9] Norma PN-Z-04008-7:2002 Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników.
- [10] Norma PN-91/Z-04030/05 Oznaczenie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową.
- [11] Norma PN-91/Z-04018/02 Oznaczenie pyłu respirabilnego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową.

- [12] Norma PN-91/Z-04018/02 Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości wolnej krystalicznej krzemionki w pyłe całkowitym na stanowiskach pracy metodą spektrofotometrii absorpcyjnej w podczerwieni.
- [13] Norma PN-N-01307:1994 Hałas. Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
- [14] Norma PN ISO 9612:2011 Akustyka. Wytyczne do pomiarów i oceny ekspozycji na hałas.
- [15] Norma PN-EN-14253:2008 Drgania mechaniczne. Pomiar i obliczenia zawodowej ekspozycji na drgania o ogólnym oddziaływaniu na organizm człowieka dla potrzeb ochrony zdrowia. Wymagania praktyczne.
- [16] Norma PN-EN-ISO5349-1 Drgania mechaniczne. Pomiar i wyznaczenie ekspozycji człowieka na drgania mechaniczne przenoszone przez kończyny górne. Część 1 Wymagania ogólne.
- [17] Norma PN-EN-ISO 5349-2 Drgania mechaniczne. Pomiar i wyznaczenie ekspozycji człowieka na drgania mechaniczne przenoszone przez kończyny górne. Część 2 Praktyczne wytyczne do wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy.
- [18] Plan Ruchu zakładu górniczego.
- [19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. Nr 33, poz. 166.
- [20] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy Dz.U. 1997, nr 129, poz. 844 z późn.zm.
- [21] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz.U. 2014 poz. 817.
- [22] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz.U. nr 33/2011, poz. 166.
- [23] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. Dz.U. nr 157/2005, poz. 1318.
- [24] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy Dz.U. 1974, nr 24 poz. 141, z późn. zm.
- [25] O zapadalności <http://www.imp.lodz.pl/homedane> [dostęp 02.11.2014].
- [26] Zagrożenia naturalne w odkrywkowych zakładach górniczych, Downloads / naturalne w odkrywkowych. pdf [dostęp 15.10.2014].
- [27] <http://www.miningscience.pwr.edu.pl> [dostęp 30.11.2014].
- [28] <http://www.zus.pl/files/dpir/> [dostęp 02.11.2014].
- [29] Profilaktyka zespołu wibracyjnego przez stosowanie rękawic antywibracyjnych <http://www.imp.lodz.pl/upload/oficyna/artykuly/pdf/full/Kot12-05m-02.pdf> [dostęp 29.12.2014].

**ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES LIMITATIONS OF EXPOSURE
HARMFUL FACTORS IN GRANITE MINE**

Summary

Dust, noise and vibration commonly found in rock mining. Reducing these harmful factors is important in protecting the safety aspects of the health of workers. The aim of this study was to analyze workstations, on which are found repeatedly exceeded the limit values. There were evaluated opportunities to reduce exposure to dust, noise and vibration to the values comply with the provisions, by changing the exposure time. The paper presents the results of measurements that are a reference for the test. Akus computer program was used for the calculation. The analysis is intended to show the value of concentration and intensity that are safe for workers exposed to these factors exposure in the work environment. Results from the analyzes, allow to conclude that improve the working environment due to dust, noise and vibration can be achieved by limiting the duration of exposure to harmful factors to limit values, but these changes are not acceptable to the mine. Among the factors related to the working environment in a granite quarry greatest threat is the noise, then dust and then vibrations. The only possible protection of workers against noise, dust and vibration are personal protective equipment.

Keywords: safety, harmful factors.