

## ZAGROŻENIE PYŁAMI SZKODLIWYMI NA STANOWISKU PRACY. ANALIZA KORELACJI PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH WĘGLA I POZIOMU ZAPYLENIA

### 14.1 WPROWADZENIE

W literaturze spotkać można wiele interpretacji terminu „zagrożenie”. Według definicji zawartej w pkt. 3.6 normy [8]: „*zagrożenie – potencjalne źródło szkody (urazu lub innego pogorszenia stanu zdrowia)*”. W najnowszej normie związanej z systemami zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w pkt. 3.19 zagrożenie rozumiane jest jako *”źródło mogące spowodować uraz i dolegliwości zdrowotne. Zagrożenia mogą obejmować źródła potencjalnie powodujące szkody lub niebezpieczne sytuacje lub warunki wywołujące ekspozycję prowadzącą do urazu i dolegliwości zdrowotnych”* [9]. Innymi słowy zagrożenie, to taki stan środowiska pracy, który może spowodować wypadek (oraz uraz) lub chorobę.

W kopalniach od lat identyfikuje się szereg zagrożeń [12], których prawdopodobieństwo wystąpienia jest trudne do wyznaczenia. W górnictwie zagrożenia dzielimy na dwie grupy: zagrożenia naturalne oraz zagrożenia techniczne. Zdarzenia wynikające z uaktywnienia się zagrożenia naturalnego (jednego lub ich większej ilości) występują rzadko, ale zazwyczaj niosą ze sobą ogromne straty. Nieprzypadkowo nazywane są zagrożeniami „o charakterze katastrofogenym”<sup>3</sup> [4]. Do najbardziej znanych zagrożeń naturalnych zalicza się zagrożenie metanowe, zagrożenie wyrzutami gazów i skał, zagrożenie wybuchem pyłu węglowego czy zagrożenie tąpnięciami [6].

Drugą grupę zagrożeń tworzą wszystkie te zagrożenia, które uaktywniają się (powstają) wskutek prowadzonej działalności górniczej. Są nazywane zagrożeniami technicznymi [16]. Zaliczyć można tutaj m.in. zagrożenie pożarowe czy zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia. Pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę

---

<sup>3</sup> s. 33-41 [4]

stanowią ogromne zagrożenie dla zdrowia i życia pracowników, powodując choroby płuc – pylice.

W artykule zaprezentowano wyniki badań mających na celu określenie potencjalnych związków parametrów wytrzymałościowych skał (wynikających z mechaniki górotworu) z poziomem zapylenia, jaki stwierdzony został w wyrobiskach górniczych. W obliczeniach przyjęto rzeczywiste wyniki pomiarów uzyskane z jednej z kopalń węgla kamiennego należącej do Jastrzębskiej Spółki Węglowej. Przedstawiona w artykule analiza prowadzona jest dla stanowiska pracy kombajnisty ścianowego i pomocnika. Wybór stanowiska uwarunkowany jest wynikiem obserwacji i obliczeń prowadzonych przez Wyższy Urząd Górniczy, gdzie już w 2013 roku wskazywano, że przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) dla pyłów szkodliwych dla zdrowia występowały na stanowiskach pracy „kombajnistów w ścianach, kombajnistów i pomocników kombajnistów w drążonych za pomocą kombajnów przodkach” [15].

Występowanie pyłów szkodliwych w atmosferze kopalnianej wynika z prowadzonej działalności wydobywczej, czyli z urabiania calizny węglowej. Z uwagi na ograniczone przestrzenie pracy, w których prowadzone są prace eksploatacyjne, zapylenie jest jednym z najpoważniejszych zagrożeń środowiska pracy w podziemnych zakładach górniczych. Pył powstaje wskutek szeregu procesów technologicznych składających się na wydobycie urobku – począwszy od drążenia wyrobisk, przez urabianie calizny węglowej, kruszenie urobku i transport przenośnikami taśmowymi na powierzchnię do zakładu przerobczego. Stąd też widoczne zróżnicowanie poziomu zapylenia na poszczególnych stanowiskach pracy pracowników podziemnych zakładów górniczych.

#### **14.1.1 ZAGROŻENIE PYŁAMI JAKO CZYNNIK MATERIALNEGO ŚRODOWISKA PRACY**

##### **14.1.2 Pojęcia podstawowe**

Pyły to jedne z najczęściej występujących czynników szkodliwych w środowisku pracy. Są układem dwufazowym składającym się z powietrza (jako fazy rozpraszającej) oraz z ciała stałego (fazy rozproszonej). Cząsteczki pyłu sedymentują w powietrzu pod wpływem siły ciężkości. Rozpatrując szkodliwy wpływ pyłu na organizm człowieka rozpatruje się szereg składowych charakteryzujących analizowany pył. Można tutaj wyróżnić m.in. rodzaj, stężenie w powietrzu, czas ekspozycji, zawartość wolnej krystalicznej krzemionki, rozpuszczalność w płynach ustrojowych, sposób wprowadzania/wnikania do organizmu, stan narażonego organizmu czy też wielkość poszczególnych cząstek (wielkość ziaren pyłu) [5, 14, 17].

Skuteczność ochrony przed wnikaniem cząsteczek pyłu do organizmu człowieka maleje wraz z rozdrobnieniem pyłu (czyli ze zmniejszaniem się rozmiarów ziaren). W zależności od metod przenikania pyłu do organizmu oraz wpływu wielkości

cząstek na zdolność przenikania zostały wyróżnione podstawowe definicje ułatwiające podział. Definicje wyjaśnione są w Rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. I tak wyróżnić można frakcję wdychalną, frakcję respirabilną oraz włókna respirabilne [11].

Wchłanianie pyłów do organizmu może odbywać się kilkoma drogami. Najłatwiejszym do zaobserwowania jest wnikanie przez drogi oddechowe. Wraz ze zmniejszaniem się wymiaru ziaren przenikają one do dalszych, poszczególnych partii dróg oddechowych. Zatrzymywane są kolejno w tchawicy (dolne drogi oddechowe), w oskrzelikach oraz w lejkach oskrzelikowych. Frakcje najmniejsze stanowią najpoważniejsze zagrożenie, ponieważ docierają do pęcherzyków płucnych, gdzie się osadzają. Ten rodzaj wchłaniania jest najczęstszym, a zarazem najmniej korzystnym dla organizmu osoby narażonej [14].

Drugim sposobem wchłaniania pyłów do organizmu jest przewód pokarmowy. Tutaj ilość dostarczanego pyłu jest niewielka i raczej nie stanowi ona zagrożenia, o ile pył nie wykazuje działania toksycznego po rozpuszczeniu w sokach żołądkowych.

Trzecim sposobem wnikania pyłu do organizmu jest przenikanie przez skórę. Podobnie jak w drugim sposobie, ilość dostarczanego pyłu jest niewielka, ale może prowadzić do zatykania się porów w skórze oraz utrudniać oddychanie. Pył ten może również wywołać stany zapalne, jeśli jest pyłem toksycznym.

Przytaczając termin „pył toksyczny” nie można pominąć zagadnienia odmiennych właściwości działania pyłu na organizm człowieka. Wyróżnia się pięć rodzajów oddziaływania pyłu na organizm człowieka. Może to być oddziaływanie toksyczne (jeśli pyły rozpuszczają się w płynach ustrojowych powodując zatrucia), oddziaływanie drażniące (podrażnienie błony śluzowej górnych dróg oddechowych, spojówki oraz innych zewnętrznych części ciała), oddziaływanie alergiczne, oddziaływanie rakotwórcze (inaczej kancerogenne, powodujące choroby nowotworowe) oraz oddziaływanie zwłókniające, powodujące pylice płuc [5, 14].

W 2018 roku weszło w życie Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej w którym opublikowano nowe wartości Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń. Termin Najwyższe Dopuszczalne Stężenie (NDS) rozumiany jest jako *„średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń”* [11]. W rozporządzeniu zniesiono wartości NDS z rozróżnieniem na procentową zawartość wolnej krystalicznej krzemionki w pyłe, które to uwzględniane było we wcześniejszym wydaniu z 2014 roku [10].

### 14.1.3 Parametry wytrzymałościowe skał

Skorupa ziemská zbudowana jest przez utwory skalne, które nazywane są górotworem. Dla branży górniczej bardzo ważne informacje niesie ze sobą znajomość zachowania się górotworu w zmiennych warunkach. Badaniem górotworu zajmuje się nauka jaką jest mechanika górotworu. Obejmuje ona badania nad ciśnieniem oraz skutkami oddziaływania tego ciśnienia na wyrobiska górnicze. Ma także za zadanie przewidywanie i opanowywanie procesów prowadzących do odkształceń, przemieszczeń czy też zniszczeń. Jednak, aby badać oddziaływanie górotworu na otoczenie, niezbędna jest znajomość własności skał. Wyróżnia się własności fizyczne (gęstość, ciężar właściwy i objętościowy, porowatość skał i in.) oraz własności mechaniczne (m.in. wytrzymałość skał na ściskanie ( $R_c$ ), rozciąganie ( $R_r$ ) lub zginanie i ścinanie; twardość skał, zwięzłość skał ( $f$ ), urabialność skał czy sprężystość skał [18]).

W procesie urabiania węgla najważniejsza jest podatność skał na działanie różnego rodzaju sił i ciśnienia (zarówno górotworu jak i sił zewnętrznych), ponieważ może prowadzić do niekontrolowanych rozprężeń, spękań oraz obwałowania.

Wytrzymałość skał na ściskanie mierzy się wielkością siły powodującej ściskanie (bądź też zginięcie) badanej próbki skalnej o określonej powierzchni.  $R_c$  obliczane jest ze wzoru (14.1):

$$R_c = \frac{F}{S} [MPa] \quad (14.1)$$

gdzie:

$F$  – siła zginiająca próbkę [N]

$S$  – powierzchnia, na którą działa siła  $F$  [m<sup>2</sup>]

Zwięzłość skał opisuje odporność skał na oddzielenie od niej odłamów za pomocą narzędzi lub uderzeń. Parametry, od których zależy zwięzłość to: skład, różnorodność, wielkość ziaren, występowanie spoiwa. W pewnym stopniu zwięzłość charakteryzuje także twardość skał [18]. W polskim górnictwie węgla kamiennego obowiązuje ogólna charakterystyka wytrzymałościowa węgla [13]. Uwzględniając przywołane parametry wytrzymałościowe (wytrzymałość na ściskanie oraz zwięzłość) możliwa jest ocena urabialności węgla w 4 kategoriach – od łatwo urabialnego poprzez średnio, trudno i bardzo trudno urabialny węgiel.

### 14.1.4 Wyniki badań i pomiarów czynników szkodliwych na stanowisku kombajnisty i jego pomocnika

Wybrana kopalnia węgla kamiennego wchodząca w skład Jastrzębskiej Spółki Węglowej udostępniła informacje nt. wyników pomiarów czynników szkodliwych (tj. pomiar poziomu zapylenia) na stanowisku pracy kombajnisty i jego pomocnika. Wyniki obejmują pomiary przeprowadzone w 10 różnych przodkach. Udostępnione zostały również charakterystyki i opisy warunków górniczo-geologicznych dla rozpatrywanych ścian. Wartości przedstawione zostały w tabeli 14.1.

**Tabela 14.1 Dane źródłowe – poziom zapylenia na stanowisku pracy kombajnisty ścianowego i jego pomocnika oraz parametry wytrzymałościowe ścian**

Lp.	Nazwa ściany	Wytrzymałość węgla na ściskanie [MPa]	Zwięźłość węgla [-]	Ocena urabialności [-]	Zawartość frakcji wdychalnej [mg/m <sup>3</sup> ]	Zawartość frakcji respirabilnej [mg/m <sup>3</sup> ]
1.	ściana 1	11,1	0,6	łatwo urabialny	29,3	5,7
2.	ściana 2	17,2	0,65	łatwo urabialny	54,1	15,0
3.	ściana 3	13,5	0,67	łatwo urabialny	37,7	3,8
4.	ściana 4	10,7	0,5	łatwo urabialny	35,9	8,1
5.	ściana 5	11,35	0,58	łatwo urabialny	36,9	6,8
6.	ściana 6	16,5	0,68	łatwo urabialny	24,0	5,7
7.	ściana 7	11,2	0,79	łatwo urabialny	57,4	5,0
8.	ściana 8	17,2	0,65	łatwo urabialny	28,1	15,2
9.	ściana 9	13,5	0,67	łatwo urabialny	37,9	6,4
10.	ściana 10	5,0	0,4	łatwo urabialny	59,2	20,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3, 13]

## 14.2 CZĘŚĆ BADAWCZA

Regresję liniową wyznacza się, jeśli pomiędzy dwoma badanymi cechami występuje wzajemna zależność. Oznacza to, że zmiana jednej cechy powoduje zmianę drugiej. W określeniu tej zależności wykorzystuje się współczynnik korelacji liniowej Pearsona. Jest to pierwszy etap oceny współzależności cech. Następnie, zgodnie ze sztuką statystyczną, przeprowadza się test istotności parametrów. W przedstawionych badaniach będzie to test na istotność współczynnika korelacji. Sugerowane jest skorzystanie z rozkładu *t-Studenta*. Ostatnim krokiem w analizie zależności cech jest wyznaczenie prostej regresji, czyli funkcyjnej zależności  $Y = f(X)$ . Przy jej pomocy analizuje się postać badanych zależności [1, 19, 20]. Metodologia badań obejmująca kolejno wyznaczenie współczynnika korelacji, statystykę *t-Studenta* oraz wyznaczenie prostej regresji przedstawiona została szczegółowo w projekcie [7].

### 14.2.1 Wyznaczenie współczynnika korelacji i regresji liniowej

Zgodnie z przytoczoną metodologią obliczono poszczególne składowe niezbędne w wyznaczeniu współczynnika korelacji. Wyniki zaprezentowano w tabeli 14.2.

**Tabela 14.2 Współczynnik korelacji  $r(x, y)$**

Lp.	Parametr	Frakcja		Frakcja	
		Wdychalna	Respirabilna	Wdychalna	Respirabilna
		Wytrzymałość	Zwiężłość	Wytrzymałość	Zwiężłość
1.	Wartość oczekiwana zmiennej $E(x)$	12,73	0,62	12,73	0,62
2.	Wartość oczekiwana zmiennej $E(y)$	43,05	43,05	9,20	9,20
3.	$E(x) * E(y)$	547,81	26,65	117,07	5,69
4.	$E(x*y)$	541,35	26,59	113,58	5,38
5.	Kowariancja $cov(x, y)$	-6,46	-0,06	-3,49	-0,31
6.	Odchylenie standardowe $\sigma_x$	3,55	0,10	3,55	0,10
7.	Odchylenie standardowe $\sigma_y$	12,29	12,29	5,28	5,28
8.	$\sigma_x * \sigma_y$	43,66	1,25	18,76	0,54
9.	<b>Współczynnik korelacji <math>r(x, y)</math></b>	<b>-0,15</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,19</b>	<b>-0,58</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Obliczony współczynnik korelacji wskazuje na brak współzależności cech pomiędzy wytrzymałością węgla na ściskanie dla obu rozpatrywanych frakcji pyłu, ponieważ wartość współczynnika korelacji  $r(x, y)$  jest bliska 0. W przypadku zwiężłości węgla dla frakcji respirabilnej współczynnik korelacji kształtuje się na poziomie (-0,58) [ $\sim$  (-0,6)]. Można zatem przypuszczać, że badane cechy mogą być ze sobą odwrotnie skorelowane. W celu weryfikacji prawidłowości wyników przeprowadzony został test  $t$ -Studenta. Wyniki testów statycznych zebrano w tabeli 14.3.

**Tabela 14.3 Statystyka  $t$ -Studenta**

Lp.	Cecha	Frakcja		Frakcja	
		Wdychalna	Respirabilna	Wdychalna	Respirabilna
		Wytrzymałość	Zwiężłość	Wytrzymałość	Zwiężłość
1.	Współczynnik korelacji $r(x, y)$	-0,15	-0,05	-0,19	-0,58
2.	Liczba obserwacji $w$	10	10	10	10
3.	Liczba stopni swobody $m$	8	8	8	8
4.	Test $t$	-0,43	-0,14	-0,55	-2,01
5.	Poziom istotności $\alpha$	0,05	0,05	0,05	0,05
6.	Kwantyl rozkładu $t$ -Studenta $t_{\alpha, m}$	2,31	2,31	2,31	2,31
7.	<b>Moduł z <math>t</math></b>	<b>0,43</b>	<b>0,14</b>	<b>0,55</b>	<b>2,01</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

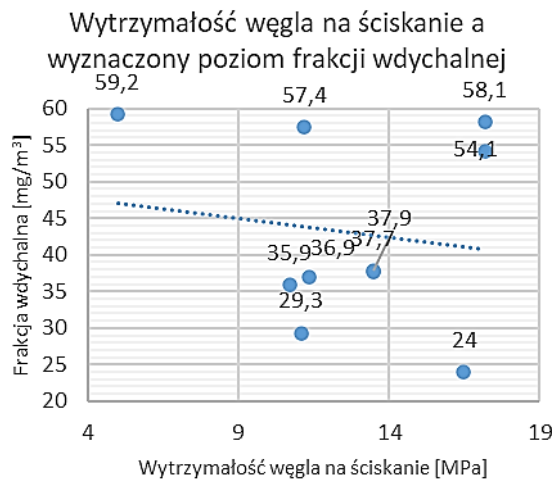
Porównując uzyskane moduły z wartości testu  $t$ , zarówno dla frakcji wdychalnej, jak i respirabilnej, z odczytanym z tablic kwantylem rozkładu  $t_{\alpha, m}$  widać, że obie wartości (co do modułu) są mniejsze od wartości krytycznej. Oznacza to, że należy przyjąć hipotezę  $H_0$ , zakładającą, że współczynnik korelacji nie jest statycznie istotny. Po przeprowadzeniu testu na istotność współczynnika korelacji nie ma

podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, co oznacza, że współczynnik korelacji nieistotnie różni się od zera.

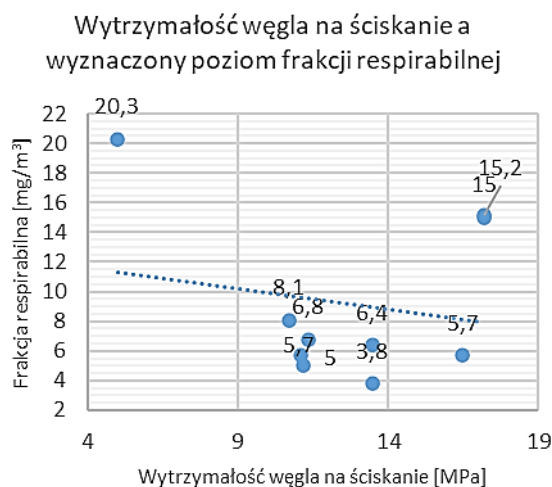
Jedynie dla zależności zwięzłości i frakcji respirabilnej uzyskana wartość statystyki  $t$ , nieznacznie odbiega od wartości krytycznej. Można tutaj dodatkowo obliczyć prawdopodobieństwo  $\alpha$ , na jakim poziomie istotności badane cechy są ze sobą skorelowane. Prawdopodobieństwo to kształtuje się na poziomie  $\alpha = 0,08$ .

Po uzyskaniu powyższych wniosków z weryfikacji istotności współczynnika korelacji nie wyznacza się funkcyjnej zależności – prostej regresji.

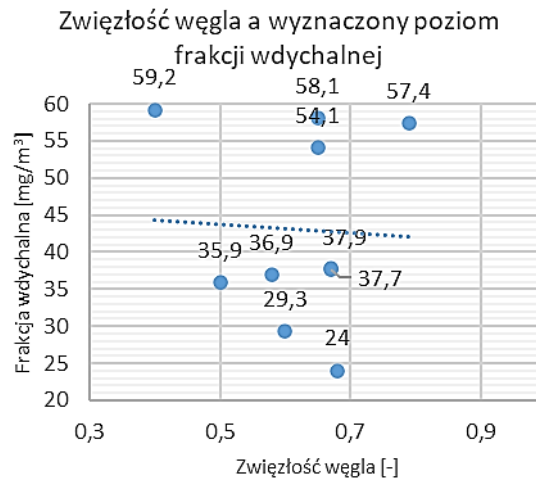
Na wykresach (rys. 14.1 do 14.4), uwzględniając podział na frakcje wdychalną i respirabilną, przedstawiono uzyskane wyniki pomiarów zapylenia w poszczególnych ścianach. Kształtowanie się wykresów linii trendu dla poszczególnych przypadków potwierdza, że pomiędzy czynnikami brak korelacji lub korelacja ta jest na bardzo niskim poziomie. W jednym przypadku widać ewentualną korelację ujemną.



**Rys. 14.1** Zależność zawartości frakcji wdychalnej od wytrzymałości węgla na ściskanie  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

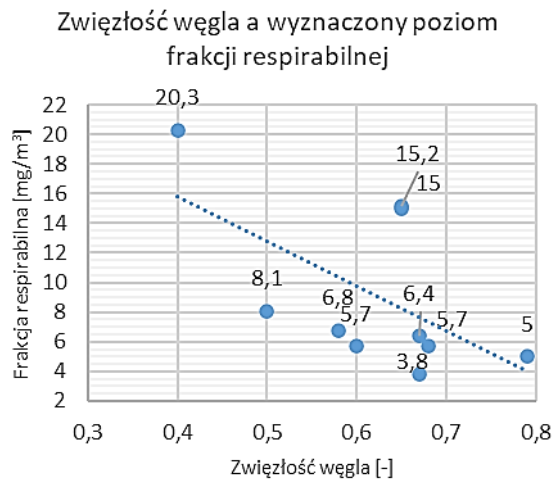


**Rys. 14.2** Zależność zawartości frakcji respirabilnej od wytrzymałości węgla na ściskanie  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]



**Rys. 14.3** Zależność zawartości frakcji wdychalnej od zwięźłości węgla

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]



**Rys. 14.4** Zależność zawartości frakcji respirabilnej od zwięźłości węgla

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

### 14.3 PODSUMOWANIE

Tematem niniejszej pracy była analiza wybranych czynników mogących mieć wpływ na kształtowanie się poziomu zapylenia w atmosferze podziemnych zakładów górniczych. W artykule poruszono problem wpływu parametrów wytrzymałościowych węgla na poziom zapylenia w podziemnych zakładach górniczych. Wykorzystano w tym celu narzędzia matematyczne, przy pomocy których zweryfikowano założone tezy. Po wykonaniu wymaganych obliczeń w oparciu o uzyskane dane z zakładu pracy, nie stwierdzono zależności pomiędzy parametrami wytrzymałościowymi pokładów węgla, a zawartością poszczególnych frakcji pyłu. Badania zrealizowano dla danych pozyskanych z 10 ścian i przekroju czasowego między 5 a 10 lat działalności kopalni.

W wyniku przeprowadzonej analizy statystycznej oraz obliczeń wnioskuje się, że parametry wytrzymałości węgla na ściskanie ( $R_c$ ) nie mają wpływu na zawartość frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłu w powietrzu kopalnianym. Wynika to



z wartości współczynnika korelacji dla obu prób – wartość współczynnika nieznacznie różniła się od 0. Potwierdzeniem tej konkluzji jest wartość krytyczna kwantyla rozkładu odczytana z tablic t-Studenta. W obu przypadkach wartość krytyczna  $t_{\alpha,m}$  co do wartości jest większa od modułu obliczonej wartości  $t$ .

W analizie korelacji zwięzłości węgla oraz zawartości frakcji wdychalnej i respirabilnej w powietrzu kopalnianym wyniki wskazują na brak związku pomiędzy frakcją wdychalną i zwięzłością węgla. W tym układzie współczynnik korelacji kształtuje się na poziomie -0,05, zatem jest bliski 0. Potwierdza to również porównanie modułu z wartości  $t$  z wartością krytyczną  $t_{\alpha,m}$  odczytaną z tablic rozkładu *t-Studenta*. Odmienne wnioski nasuwają się podczas interpretacji wyniki zależności zawartości frakcji respirabilnej i zwięzłości. W tym przypadku współczynnik korelacji wyniósł -0,58. Wskazuje to zatem na istnienie pewnej odwrotnej zależności – wraz ze wzrostem jednego parametru maleje wartość drugiego parametru (i odwrotnie). Również wartość modułu z  $t$  jest najbliższa wartości krytycznej odczytanej z tablic rozkładu t-Studenta. Moduł wyniósł 2,01, a wartość krytyczna  $t_{\alpha,m}$  2,31.

Podsumowując, uzyskane wyniki nie wskazują na istnienie zależności pomiędzy parametrami wytrzymałości na ściskanie oraz zwięzłości węgla a zawartością frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłu w atmosferze kopalnianej.

W zakładach górniczych pojęcie zapylenia jest problemem ciągłym od czasów, kiedy podjęto się wydobywania kopalin. Potwierdzają to również uzyskane dane źródłowe z zakładu górniczego, kiedy to wartości pomiarowe dla poszczególnych frakcji pyłu kilkunastokrotnie przewyższają wartości dopuszczalne. Przywołać należy tutaj obowiązki, jakie spoczywają na pracodawcy. Ochrona zdrowia i życia pracowników to jeden ze sztanदारowych obowiązków każdej osoby prowadzącej działalność. Poprzez współpracę różnych jednostek – pracodawcy, pracowników, służb BHP oraz inżynierów – możliwe jest prowadzenie wnikliwych analiz służących wyszukiwaniu nowych rozwiązań technologicznych i wprowadzaniu działań korygujących lub profilaktycznych. Uzasadnionym jest zatem ciągłe poszukiwanie nowych rozwiązań oraz zależności, które umożliwią ograniczenie negatywnego wpływu zapylenia na organizm człowieka pracującego w środowisku o podwyższonym ryzyku.

## LITERATURA

- [1] Bronsztejn I. N., Siemiendajew K. A. i in. 2007 - *Nowoczesne Kompendium Matematyki*. Wyd. Naukowe PWN. Warszawa
- [2] Cieślak M. 2005 - *Prognozowanie gospodarcze, Metody i zastosowania*. Wyd. Naukowe PWN. Warszawa
- [3] Dane źródłowe. Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.
- [4] Konopko W. i in. 2013 - *Bezpieczeństwo pracy w kopalniach węgla kamiennego*, Tom I Górnictwo i Środowisko. Praca zbiorowa. Wyd. Główny Instytut Górnictwa. Katowice
- [5] Krause M., Romanowska-Słomka I. 2014 - *Podstawy bezpieczeństwa i higieny pracy*. Wyd. I. Wyd. Uczelniane Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu. Wałbrzych

- [6] Macek D. 2011 - *Przepisy prawne i zagrożenia w górnictwie*. Wyd. „Śląsk” Sp. z o.o. Wydawnictwo Naukowe. Katowice
- [7] Nowak W. 2016 - Analiza wybranych czynników wpływających na zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia na przykładzie stanowiska pracy kombajnisty ścianowego. Praca dyplomowa w Katedrze Inżynierii Bezpieczeństwa, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice
- [8] Polska Norma PN-EN ISO 12100:2005: Bezpieczeństwo maszyn. Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania. – Część 1: Podstawowa terminologia, metodyka.
- [9] Polska Norma PN-ISO 45001:2018-06: Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania i wytyczne stosowania.
- [10] 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. z 2014 poz. 817 z późn. zm.)
- [11] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 2018 poz. 1286 z późn. zm.)
- [12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 stycznia 2013 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz. U. z 2013 poz. 230 z późn. zm.)
- [13] Sikora W., Dolipski M. i in. 1998 - *Systemy mechanizacyjne w przodkach o wysokiej koncentracji produkcji* (Wybrane zagadnienia). Wyd. Politechniki Śląskiej. Gliwice
- [14] Szlązak J., Szlązak N. 2010 - *Bezpieczeństwo i higiena pracy*. Wyd. II. Wydawnictwo AGH, Kraków
- [15] Wyższy Urząd Górniczy, 2013. *Zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia*. Broszura informacyjna. Katowice
- [16] Źródło internetowe 1: Witryna internetowa Serwis górnika odkrywkowego – Zagrożenia w zakładach górniczych: <https://egornik.pl/zagrozenia-w-zakladach-gorniczych/> data dostępu 2020-01-23
- [17] Źródło internetowe 2: Witryna internetowa Zespół Ergonomii i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Czynniki Materialne środowiska pracy: [http://www.ergonomia.agh.edu.pl/Skrypt\\_Ergonomia-M.Wykowska/ergonomia/nr\\_16.htm](http://www.ergonomia.agh.edu.pl/Skrypt_Ergonomia-M.Wykowska/ergonomia/nr_16.htm) data dostępu 2020-01-24
- [18] Źródło internetowe 3: Witryna internetowa Materiały dydaktyczne dla zawodu technika górnictwa podziemnego, Mechanika górotworu. [http://www.czek.eu/strona%20eksploatacji/strona%20zaszyfrowana/05mechanika%20gorotworu.htm#\\_Toc341891654](http://www.czek.eu/strona%20eksploatacji/strona%20zaszyfrowana/05mechanika%20gorotworu.htm#_Toc341891654) data dostępu 2020-01-24
- [19] Źródło internetowe 4: Witryna internetowa Statystyka od A do Z, <https://www.statystyka.az.pl/kowariancja-i-korelacja.php> data dostępu 2020-01-25
- [20] Źródło internetowe 5: Witryna internetowa Statsoft Polska – Podstawowe pojęcia statystyki: <https://www.statsoft.pl/textbook> data dostępu 2020-01-25

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2020

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2020

**ZAGROŻENIE PYŁAMI SZKODLIWYMI NA STANOWISKU PRACY.  
ANALIZA KORELACJI PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH WĘGLA  
I POZIOMU ZAPYLENIA**

**Streszczenie:** Pyły w środowisku pracy stwarzają duże ryzyko dla zdrowia i życia pracowników. Jak dotąd, prowadzenie eksploatacji podziemnej nie jest możliwe bez powstawania pyłu, rozpatrywanego jako skutek uboczny wydobywania. W artykule skupiono uwagę na korelacji pomiędzy parametrami wytrzymałościowymi węgla w 10 wybranych ścianach kopalni należącej do Jastrzębskiej Spółki Węglowej a zmierzonym poziomem zapylenia w tychże ścianach.

**Słowa kluczowe:** pył szkodliwy, poziom zapylenia, kombajnista ścianowy, bezpieczne warunki pracy, węgiel kamienny

**DANGER OF HARMFUL DUSTS AT THE WORKSTATION.  
ANALYSIS OF CORRELATION OF STRENGTH PARAMETERS OF ROCKS AND DUST LEVEL**

**Abstract:** Dust in the working environment poses a high risk to the health and life of workers. So far, underground mining is not possible without the formation of dust, which is considered a side effect of extraction. The article focuses on the correlation between strength parameters of coal in 10 selected longwalls of the mine belonging to Jastrzębska Spółka Węglowa and the measured level of dust in those longwalls.

**Key words:** harmful dust, dust level, longwall shearer, safe working conditions, hard coal

**Wioletta Nowara**

Politechnika Śląska

Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej

ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska

e-mail: wioletta.nowara@polsl.pl

tel.: +48 609 355 023