

Dr hab. inż. Henryk BADURA  
44-210 Rybnik, ul. Raciborska 142B

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**p.t. "Ocena ryzyka zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia podczas urabiania skał w wyrobiskach górniczych drążonych mechanicznie"**  
**autorstwa mgr. inż. Tomasza Soltysiaka**

### **1. Wstęp**

Recenzję rozprawy doktorskiej mgr. inż. Tomasza Soltysiaka opracowałem na zlecenia Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa prof. dr. hab. Stanisława Pruska, z dnia 12.07.2019 r.

### **2. Treść i zakres pracy doktorskiej**

Recenzowana praca doktorska zawiera 150 stron, przy czym 81 stron stanowi zasadniczą treść pracy (9 rozdziałów), a pozostałe strony stanowią spis rysunków, bibliografię oraz załączniki do pracy.

**Stwierdzam, że treść pracy odpowiada jej tytułowi.**

**We wstępie** autor pracy stwierdza, że choroby zawodowe nadal stanowią poważny problem przemysłu wydobywczego. Powodują one szereg problemów społecznych i technicznych związanych z profilaktyką, a także rodzą poważne problemy ekonomiczne. Dobitnie świadczy o tym fakt, że w latach 2013 – 2017 odnotowano 1793 przypadki chorób zawodowych w górnictwie, z czego ponad 88% stanowiły pylice płuc w kopalniach węgla kamiennego. Przedstawiona praca doktorska podejmuje ocenę ryzyka zachorowalności na pylicę płuc, związaną z oddziaływaniem pyłów powstających w warunkach drążenia przygotowawczych wyrobisk korytarzowych za pomocą kombajnów.

**W rozdziale drugim** autor formułuje następujący cel pracy: „Bieżąca identyfikacja zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia w przodku górniczym drążonym za pomocą kombajnu chodnikowego z zastosowaniem wentylacji kombinowanej

(tłocząco – ssącej)”, przy czym jako cele utylitarne określono: oszacowanie ryzyka powstania choroby zawodowej w trakcie urabiania skał wpływających na zwiększoną ilość wolnej krystalicznej krzemionki oraz rozdrobnionego pyłu oraz utworzenie algorytmu oceny ryzyka zachorowania na pylicę płuc w oparciu o ciągłe pomiary stężenia pyłu respirabilnego. Następnie formułuje 6 punktów, dzięki realizacji których cel pracy powinien zostać osiągnięty.

**Rozdział trzeci** pracy omawia stan wiedzy w zakresie zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia. W podrozdziale 3.1 przedstawiono obecny stan prawny w zakresie zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia. Podrozdział 3.2 omawia metody pomiarów stężenia pyłów szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. W rozdziale przedstawiono między innymi wzory służące do obliczania stężenia pyłu w jednostce objętości powietrza oraz wskaźnika ekspozycji na stężenie pyłów szkodliwych dla zdrowia. Niestety doktorant nie podał wszystkich opisów oznaczeń zmiennych lub ich indeksów (np. we wzorach 5, 6, 7, 8), co zmniejsza czytelność pracy.

Podrozdział 3.3 zawiera opis metody grawimetrycznej pomiarów pyłów szkodliwych dla zdrowia, przy czym opisano dwa przyrządy tego rodzaju pomiarów: Barbara 3A oraz CIP-10. Podrozdział 3.4 dotyczy optycznych pomiarów stężenia pyłów. Autor pracy szczegółowo omawia pyłomierz PŁ-2 (służący do pomiarów ciągłych). Podrozdział 3.4.2 jest poświęcony indywidualnym pomiarom stężenia pyłu przyrządem PDM 3700.

Podrozdział 3.5 jest poświęcony omówieniu metody dyfrakcji laserowej, wykorzystującej zjawiska dyfrakcji i interferencji fali świetlnej. Wyniki przykładowej analizy przedstawiono na rysunku 7. Poniżej rysunku podano liczbowy przykład rozkładu, który nie koresponduje z rozkładem na rysunku 7, przez co ogranicza się wartości poznawcze podanego przykładu.

Rysunek 8 jest nieczytelny.

W podrozdziale 3.6 przedstawiono rodzaje środków ochrony przed szkodliwym oddziaływaniem pyłu, stosowane w górnictwie węgla kamiennego. Spośród stosowanych w górnictwie środków ochrony przed szkodliwym oddziaływaniem pyłu można wyodrębnić grupy środków: indywidualnych i zbiorowych. Doktorant uważa, że dobór środków ochrony powinien być zindywidualizowany, dostosowany do intensywności zagrożenia i wymogów załogi. Podzielam pogląd doktoranta, iż niebagatelną rolę w ochronie przeciwpyłowej stanowią szkolenia załogi i jednocześnie

jak najlepsze dostosowywanie środków ochrony przeciwpyłowej do warunków występujących w danym, drażonym wyrobisku.

**Rozdział czwarty** dotyczy występowania aerozoli w środowisku pracy. Aerozole w górnictwie powstają przede wszystkim w procesie urabiania skał. Główne zagrożenia związane z aerozolami związane są z ich łatwością do przenikania przez środki ochrony dróg oddechowych i osadzania się w narządach układu oddechowego. Doktorant w przedstawił podstawowe definicje aerozoli pyłowych a także ich frakcji z uwzględnieniem ich oddziaływania na organizm ludzki.

**W rozdziale piątym** doktorant szeroko omówił oddziaływanie pyłu na organizmy osób zatrudnionych w górnictwie. Stwierdził także, że w wielu przypadkach zastosowanie urządzeń odpylających jest mało wydajne i nie zapewnia w wystarczający sposób ochrony. Wyraził ponadto pogląd, że już na etapie dojścia do stałych stanowisk pracy górnicy są narażeni na działanie pyłów. Na podstawie posiadany przez niego danych wysuwa tezę, że wśród pracujących górników występuje nieliczny odsetek chorujących na pylicę, natomiast liczba ta wzrasta po przejściu w stan spoczynku, co świadczy o długim okresie rozwoju pylicy płuc. Etiologia chorób zawodowych została przedstawiona w podrozdziałach 5.2 i 5.3.

Początkowa treść **rozdziału szóstego** dotyczy powstawania i emisji pyłów do powietrza wentylacyjnego w trakcie urabiania skał. Doktorant stwierdza, że pył powstały w trakcie urabiania może być unoszony na znaczne odległości, a na ilość pyłu osiadłego w strefie zabezpieczającej wpływają m.in. wielkość eksploatacji, rodzaj maszyn urabiających, kierunek przewietrzania i wielkość transportu. Ilość powstałego pyłu w trakcie urabiania kombajnem jest znacznie większa niż w trakcie urabiania materiałami wybuchowymi.

Podrozdział 6.1. jest poświęcony odpylaczom stosowanym w zakładach górniczych. Doktorant stwierdził, że najczęściej stosowana jest metoda „na mokro”. Z tabeli 7 wynika, że w wyrobiskach drażonych w pokładach metanowych, do których należy doprowadzić dużą ilość powietrza (powyżej 800 m<sup>3</sup>/min) jedynie dwa odpylacze mogą zapewnić właściwe odpylenie powietrza.

W podrozdziale 6.2 Doktorant zawarł informację, że badania zostały przeprowadzone w dwóch wyrobiskach drażonych za pomocą kombajnów, z zastosowaniem wentylacji kombinowanej.

Pomiary zapylenia wykonano pyłomierzami optycznymi PŁ-2, przy których zostały zabudowane pyłomierze grawitacyjne do pomiaru frakcji respirabilnych i całkowitych. Pyłomierze były zabudowane w odległości 100 m i 200 m od czoła drążonego wyrobiska. Były one przesuwane wraz z postępem drążenia.

Podrozdział 6.3 omawia sposób pomiarów zapylenia w wyrobisku kamiennie – węglowym, a podrozdział 6.4 – sposób pomiarów w wyrobisku węglowo-kamiennym. Największe zapylenie wyrobiska w trakcie drążenia wystąpiło w miejscu pracy kombajnisty i oraz pomocnika kombajnisty.

Podrozdział 6.5 obejmuje prezentację i zwięzłe omówienie wyników przeprowadzonych pomiarów. Wyniki pomiarów w postaci tabel i wykresów zamieszczono w dodatku „Załączniki do pracy”. W zasadniczej treści pracy przedstawiono opracowanie wyników w formie tekstowej oraz graficznej.

**Rozdział siódmy** omawia utworzony algorytm służący do analizy danych pomiarowych w celu wyznaczenia wskaźnika narażenia dla okresu jednej zmiany. Danymi wejściowymi są wyniki stężeń pyłu mierzone metodą optyczną. Na podstawie wyników pomiarów przedstawionych w pracy doktorskiej Doktorant wykazuje potrzebę stałego używania przez górników środków ochrony indywidualnej dróg oddechowych.

**Rozdział ósmy** stanowi podsumowanie pracy. Autor wskazuje na fakt, że przeprowadzona analiza zapylenia wykazała potrzebę stałego używania środków ochrony osobistej przez zatrudnionych górników do drążenia wyrobisk korytarzowych.

**Rozdział dziewiąty** stanowią wnioski wypływające z przeprowadzonych w pracy doktorskiej analiz przy czym zasadniczym wnioskiem jest wprowadzenie metody ciągłego pomiaru stężenia zapylenia za pomocą pyłomierzy optycznych, co umożliwi bieżącą identyfikację zagrożenia i wyznaczenie stref zapylenia szczególnie niebezpiecznych dla załogi w drążonym wyrobisku.

### **3. Ocena merytoryczna pracy**

Problematyka poruszana w pracy doktorskiej, czyli problematyka bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie, należy do dziedziny nauk technicznych w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska.

Ponieważ pylica płuc jest chorobą ciężką, i jak to wynika z danych zawartych w pracy doktorskiej, występującą nie tylko u górników czynnych zawodowo lecz ujawniającą się także u górników emerytowanych, ochrona dróg oddechowych jest bardzo ważnym elementem higieny i bezpieczeństwa pracy. Toteż cel pracy doktorskiej, którym jest jak najlepsza identyfikacja zagrożenia pyłowego, jest jak najbardziej uzasadniony. Właściwa ocena stanu zapylenia pozwoli na wprowadzanie odpowiednich środków ochrony dróg oddechowych w górnictwie, dostosowanych do wielkości zagrożenia.

W pracy wykorzystano do pomiarów zapylenia pyłomierze optyczne i grawimetryczne, co pozwoliło na ocenę ich dokładności w identyfikacji stopnia zapylenia.

Praca zawiera bogaty materiał pomiarowy pozyskany z dwóch wyrobisk przygotowawczych, przy czym jedno z nich było wyrobiskiem kamiennie – węglowym ze znaczną przewagą skały płonnej w przekroju poprzecznym wyrobiska, a drugie węglowo - kamiennie z przewagą węgla w przekroju poprzecznym wyrobiska.

Pomiary ciągłe zapylenia przeprowadzono w każdym z wyrobisk w dwóch miejscach, oddalonych od czoła przodku o 100 m i 200 m. Na ich podstawie sporządzono wykresy dla wartości narażenia  $2 \text{ mg/m}^3$ ,  $10 \text{ mg/m}^3$  i  $20 \text{ mg/m}^3$ .

Sporządzono także wykresy zestawiające natężenie zapylenia w odległości 100 m i 200 m.

Dla danych pomiarowych uzyskanych w każdej stacji pomiarowej i zmiany roboczej, w czasie której prowadzono pomiary, obliczono zapylenie maksymalne, zapylenie minimalne, wskaźnik narażenia, liczbę przekroczeń i czas przekroczeń  $2 \text{ mg/m}^3$  wartości zapylenia oraz pole zawarte pomiędzy wykresem bieżącego natężenia zapylenia i linią oznaczającą natężenie  $2 \text{ mg/m}^3$  (całka). Wyniki pomiarów wykazały, że stan zagrożenia pyłowego w tych wyrobiskach istotnie się różnił.

Rysunki od 101 do 111 zawierają zestawienie chwilowych wartości zapylenia respirabilnego w odległości 100 m lub 200 m oraz wartości średnie obliczone na podstawie pomiarów pyłomierzami PŁ-2 i CIP-10-R.

Istotnym pomiarem jest również zawartość krzemionki krystalicznej oraz zestawienie jej pomiarów z pomiarami pyłomierzami grawimetrycznymi i optycznymi.

Umiejętność analizy danych pomiarowych i właściwa ich interpretacja świadczy o dobrym przygotowaniu Doktoranta do wykorzystania nowoczesnych technik pomiarowych do prowadzenia badań w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska.

#### 4. Uwagi krytyczne

Doktorant nie ustrzegł się w swojej pracy pewnej liczby uchybień i niejednoznaczności.

1. Na 81 stron treści pracy jedynie 26 dotyczy wykonanych badań i ich analizie. Nie wykorzystano w analizie zestawień wykresów natężenia zapylenia w odległościach 100 i 200 m, nie zinterpretowano rysunków przedstawiających wykresy wartości chwilowych natężenia zapylenia i wartości średnich z pomiarów pyłomierzami PŁ-2 i CIP-10R, nie porównano pomiarów zapylenia w wyrobiskach kamiennie – węglowym i węglowo – kamiennym. Brak interpretacji wykresów przedstawiających parametry zapylenia i jednocześnie okresy pracy kombajnów.
2. Na stronie 11 w punkcie 3 widnieje stwierdzenie „drugą wartością mierzoną była krystaliczna krzemionka”. Krzemionka nie może być wartością mierzoną. Może nią być masa krzemionki, udział procentowy krzemionki w pyłe itp.
3. Na str. 13 widnieje zdanie „W celu oceny narażenia pracownika na działanie pyłów szkodliwych dla zdrowia – frakcja wdychana, respirabilna, pobieranie prób odbywa się...”. Jest ono sformułowane niegramatycznie.
4. Na stronach 15, 16 i 17 występują błędy we wzorach:
  - w mianowniku we wzorze (1) widnieje mała litera  $v$  zamiast dużej, a indeks  $i$  nie jest objaśniony,
  - błędny opis oznaczeń  $b_{1,k}$  oraz  $b_{2,k}$ ,
  - wzór (6) nie jest średnią arytmetyczną  $\bar{z}$  dla każdego procesu, lecz jest średnią arytmetyczną logarytmów; brak objaśnień indeksów,
  - we wzorze (7) brak opisu zmiennej  $GG$
  - błąd indeksu we wzorze (8),
  - co oznacza w opisie zmiennej  $GG_j$  słowo „odlogarytmowanie”.
5. na stronie 20 brak objaśnienia zmiennej  $t$ .
6. na str. 25, w czwartym i trzecim wierszu od dołu występują błędy w wymiarze dotyczącym zakresu pomiarowego pyłomierza. Jest  $mg/m^3$ , a powinno być  $mg/m^3$ ,
7. na stronie 33 – nielogiczne zdanie bezpośrednio nad opisem tabeli 4,
8. na str. 36 nielogiczne zdanie bezpośrednio nad wzorem (11). Brak także opisu zmiennych występujących we wzorze (11),
9. na str. 38 opis przed rysunkiem 12 nie zgadza się z opisem na rysunku 12,

10. w ostatnim zdaniu na str. 43 jest "...wpływa pośrednio na liczbę chorób zawodowych notowanych w górnictwie". Chyba powinno być "...wpływa pośrednio na liczbę zachorowań na choroby zawodowe w górnictwie",
  11. na str. 45 brak opisu osi na rys. 14,
  12. na str. 52 występują błędy w zdaniach od 16 wiersza od góry,
  13. na str. 54 niewłaściwy styl ostatniego zdania,
  14. na str. 56 - uwaga do pierwszego zdania – czy pyłomierze grawitacyjne nie były przebudowywane?
  15. na str. 60, od 7 linii jest „...stężenie pyłów wystąpiło u pracowników zatrudnionych na stanowisku pełnomocnika kombajnisty/przodowego oraz kombajnisty”. Powinno być „...stężenie pyłów wystąpiło w miejscach pracy pełnomocnika kombajnisty/przodowego oraz kombajnisty.”
  16. na str. 60 – błędny opis rys. 20, a także brak informacji, którego wyrobiska rysunek dotyczy. Na osi pionowej wykresu powinien być opis „Procentowy udział skał”,
  17. na str. 61 jest: Na rysunku (Rys 20, oraz rys 102 – rys127) Powinno być: „Na rysunkach (Rys 20, oraz rys 102 – rys127),
  18. na str.62. - na rys. 21 błąd w oznaczeniu wartości na osi pionowej,
  19. na str. 63. Błąd w górnym opisie rysunku 22 oraz błąd w opisie osi pionowej, który powinien brzmieć: Udział [%].
  20. na str. 66 - nie wiadomo, do którego wyrobiska odnosi się rysunek. Ta sama uwaga dotyczy rysunku na str. 67.
  21. na str. 67 i 68. Jak było liczone odchylenie standardowe na rys. 27 i 28.
  22. na str. 70 Niegramatyczne przedostatnie zdanie.
- Powyższe uwagi nie wpływają na wartość naukowa pracy, lecz świadczą o niezbyt starannej korekcie pracy.

## 5. Pytania do Doktoranta

Czytając Pana pracę nasunęły mi się następujące pytania.

1. Jakie niebezpieczeństwo widzi Pan w stosowaniu suchej metody odpylania?
2. Czy orientuje się Pan, jak w kopalni „Bogdanka” jest utylizowany pył pochodzący z odpylania?

3. Jak zostało obliczone odchylenie standardowe przedstawione na rysunkach 26 i 27?
4. Jakie widzi Pan możliwości zwiększenia używalności masek przeciwpyłowych przez załogę górniczą?
5. Czy zbadał Pan korelację pomiędzy zawartością krzemionki w pyłe węglowym a powierzchnią piaskowca w przekroju poprzecznym drażonego wyrobiska?
6. Skąd zaczerpnął Pan dane, na podstawie których stwierdził Pan, że rozwój pylicy następuje w większym stopniu wśród emerytów niż wśród górników czynnych zawodowo?

## 6. Podsumowanie

Przedstawiona praca doktorska wnosi istotny wkład zarówno do nauki jak i praktyki górniczej, stanowi bowiem jednocześnie postęp w ocenie zagrożenia pyłowego i jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego. Przedstawiona praca doktorska dobrze świadczy o umiejętności Doktoranta w rozwiązywaniu problemów naukowych. W związku z powyższym, na podstawie przedstawionej dysertacji doktorskiej p.t. „Ocena ryzyka zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia podczas urabiania skał w wyrobiskach górniczych drażonych mechanicznie” spełniającej wymogi Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z dnia 16 kwietnia 2003 r wraz z późniejszymi zmianami) wnioskuję o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony.

21.09.2019  
Jadary