

Dr hab. inż. Zygmunt Korban, prof. PŚ.

Gliwice, 25. 01. 2021r.

Politechnika Śląska, Gliwice

Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej

Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa

zygmunt.korban@polsl.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Konwerskiego pt. „Wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych”
wykonanej w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach

1. Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

Podstawę formalno-prawną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Konwerskiego pt. „Wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych” stanowi uchwała Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa oraz pismo o numerze NSR 207/2020 z dnia 08. 12. 2020 r. podpisane przez Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska.

2. Problematyka badawcza

W procesie zapewnienie właściwych warunków pracy obok: eliminacji źródeł czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych występujących w procesie pracy, odsunięcia człowieka z obszaru ich oddziaływania, osłonięcia stref narażenia, czy też działań o charakterze organizacyjnym (właściwa organizacja pracy, oddziaływanie na bezpieczne zachowanie pracowników) ważną rolę pełni ograniczenie wpływu czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych na organizm człowieka poprzez zastosowanie ochron osobistych. W określonych (specyficznych) warunkach (m. in. w trakcie prowadzenia akcji ratowniczych) ochrony te są często jedynymi możliwymi do zastosowania środkami o charakterze technicznym. Opiniowana rozprawa doktorska dotyczy istotnego problemu jakim jest funkcjonowanie indywidualnych środków ochrony układu oddechowego (izolujących aparatów ratowniczych) w warunkach prowadzenia akcji ratowniczych przy zróżnicowanym poziomie obciążenia organizmów ratowników pracą fizyczną oraz zróżnicowanym mikroklimacie i wpisuje się w powyższą tematykę. Treść przedmiotowej rozprawy koresponduje ponadto z treścią jednej z podstawowych zasad kształtowania bezpieczeństwa i ochrony zdrowia mówiącej o tym, iż dyskomfort, zmęczenie, psychiczny

stres i inne uciążliwości, którymi mogą być poddani użytkownicy maszyn i urządzeń, muszą być zredukowane do minimum, z uwzględnieniem wymagań ergonomii.

Polskie górnictwo węgla kamiennego charakteryzuje się trudnymi warunkami górniczo – geologicznymi, prace prowadzone są często w warunkach występowania zagrożeń naturalnych, których ilość i natężenie wzrasta wraz z głębokością eksploatacji. Problem dotyczy również zagrożenia klimatycznego (aczkolwiek w tym przypadku źródeł zagrożenia należy upatrywać także w stosowanym sprzęcie i technologii), zwłaszcza w sytuacjach prowadzenia akcji ratowniczych przy użyciu izolujących aparatów ratowniczych, gdzie obciążenie pracą fizyczną organizmów ratowników jest zwykle bardzo duże. Wysoka temperatura powietrza, niska intensywność chłodzenia powietrza połączone często z ograniczoną przestrzenią pracy, wysokim wydatkiem energetycznym i stresem powodują wypadki wśród ratowników, w tym także wypadki śmiertelne. Liczba tych zdarzeń, ale także i wnioski zgłaszane m. in. przez komisje badające przyczyny i okoliczności śmierci ratowników górniczych uzasadniają konieczność prowadzenia pogłębionych analiz w tym zakresie. Przykładem takowych są m. in. badania, w których podejmowana jest tematyka dopuszczalnych czasów użytkowania izolujących aparatów oddechowych przez ratowników w trudnych warunkach mikroklimatu, czy też badania mające na celu określenie wpływ odzieży na obciążenie cieplne człowieka. Ich wynikiem są m. in. nowe rodzaje ubrań (np. NOMEX), urządzenia do schładzania powietrza wdychanego (np. wymienniki ciepła typu SAT-2M), czy też coraz częstsze wykorzystanie materiałów kompozytowych do budowy izolujących aparatów oddechowych.

3. Ogólna charakterystyka pracy

Przedłożona do recenzji praca doktorska pt. „Wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych” zawiera 202 strony tekstu, w tym 47 tabel, 84 rysunków, 13 zdjęć oraz 5 stron spisu literatury (69 pozycji). Integralną część pracy stanowią załączniki, w których zamieszczone zostały tabele wyników badań parametrów fizycznych powietrza oddechowego w izolujących aparatach ratowniczych (54 strony).

Celem naukowym pracy było „określenie wpływu obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych”, zaś celem użytecznym – „wylimitowanie w przyszłości tragicznych wypadków związanych z udziałem ratowników górniczych w akcjach prowadzonych w kopalniach w trudnych warunkach mikroklimatu”.

Praca podzielona jest na 9 rozdziałów:

- rozdział 1, zgodnie z nazwą stanowi wprowadzenie do tematyki stanowiącej przedmiot niniejszej rozprawy doktorskiej;
- rozdział 2 zawiera szczegółową statystykę niebezpiecznych zdarzeń zaistniałych w polskich kopalniach węgla kamiennego jakie miały miejsce w latach 2013 – 2017. Rozdział ten zawiera także zestawienie wypadków śmiertelnych ratowników zaistniałych podczas prowadzenia akcji ratowniczych w kopalniach węgla kamiennego w latach 1945 – 2017 oraz szczegółowe omówienie dwóch wypadków zbiorowych

z udziałem ratowników do jakich doszło w KWK „Niwka – Modrzejów” i KWK „Krupiński”;

- rozdział 3 odnosi się do aktualnego stanu wiedzy w zakresie wpływu obciążenia pracą fizyczną ratowników i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych. W ramach rozdziału (w kolejnych trzech podrozdziałach) Autor przedstawia dokonania brytyjskie (Doktorant odnosi się do tablic Lind’a i prac nad określeniem dopuszczalnych czasów użytkowania izolujących aparatów oddechowych przez ratowników w trudnych warunkach mikroklimatu), niemieckie (Doktorant przywołuje prace nad określeniem maksymalnego czasu przebywania w akcji członków drużyn ratownictwa górniczego w utrudnionych warunkach klimatycznych w aparatach typu BG 174) i polskie (Doktorant omawia szczegółowo badania prowadzone przez Centralną Stację Ratownictwa Górniczego i Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (po wypadku w KWK „Niwka – Modrzejów”) i badania prowadzone przez ww. ośrodki we współpracy ze Związkiem Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej – Wytwórnia Umundurowania Strażackiego (po wypadku na KWK „Krupiński”)) w przedmiotowym zakresie;
- rozdział 4 zawiera cel i zakres pracy;
- rozdział 5 „Badania” zawiera główne założenia badań zrealizowanych w komorze klimatycznej Laboratorium i Opiniowania Sprzętu CSRG S.A. w Bytomiu, plan tych badań, w tym rodzaje wykorzystanych izolujących aparatów oddechowych ratowniczych, zakładane warunki mikroklimatu (mikroklimat normalny i ciepły) opisywane poprzez wartość temperatury suchej i wilgotności względnej, poziomy obciążenia organizmów ratowników pracą fizyczną odpowiadające warunkom spoczynku i obciążenia pracą (0,25 wartości maksymalnego wydatku energetycznego i 0,5 wartości maksymalnego wydatku energetycznego, sposób zadawania obciążenia fizycznego i czas przeprowadzania badań) wraz ze sposobem kodowania warunków badań. W ramach rozdziału zamieszczone są zasady kwalifikowania ratowników do badań oraz informacje dotyczące parametrów rejestrowanych w trakcie badań;
- rozdział 6 stanowi opis komory klimatycznej, w której przedmiotowe badania były realizowane oraz charakterystykę izolujących aparatów ratowniczych, czujników pomiarowych i ergometrów rowerowych wykorzystanych w ramach badań;
- rozdział 8 to analiza wyników badań i weryfikacja zakładanych hipotez H_0 , przeprowadzona z wykorzystaniem programu Statistics (w warstwie obliczeniowej zastosowane zostały dwa testy nieparametryczne: Kruskala – Wallisa i mediany);
- rozdział 9 to podsumowanie wyników badań;
- rozdział 10 zawiera wnioski końcowe.

Praca zawiera ponadto: obszerne streszczenie w języku angielskim, wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń wykorzystanych w pracy, spis tabel, rysunków i zdjęć oraz załączniki w postaci kart z wynikami badań.

4. Ocena merytoryczna pracy doktorskiej

Recenzowana praca doktorska mgr inż. Tomasza Konwerskiego odnosi się do problematyki istotnej zarówno z punktu widzenia bezpieczeństwa i higieny pracy, jak i ergonomii pracy (komfort pracy, komfort użytkowania). Stanowi ona próbę wyjaśnienia zagadnień związanych z użytkowaniem izolujących aparatów ratowniczych pod kątem wpływu obciążenia pracą fizyczną ratowników i mikroklimatu środowiska na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych, co do tego czasu nie było badane. Swoje autorskie badania Doktorant zrealizował w warunkach:

- mikroklimatu normalnego (temperatura sucha powietrza 23⁰C i wilgotność względna powietrza na poziomie 50%);
- mikroklimatu ciepłego w dwóch wariantach (wariant 1: temperatura sucha powietrza 32⁰C i wilgotność względna powietrza 85%, wariant 2: temperatura sucha powietrza 38⁰C i wilgotność względna powietrza 85%),

co wg Autora odpowiada warunkom termicznym najczęściej występującym podczas prowadzenia akcji ratowniczych.

Przedmiotowe badania Doktorant przeprowadził na grupie 6 ratowników, przy trzech założonych poziomach obciążenia pracą fizyczną:

- spoczynku,
- wydatku wynoszących 25% maksymalnego wydatku energetycznego,
- wydatku wynoszących 50% maksymalnego wydatku energetycznego.

Poziom maksymalnego obciążenia P_{max} został wyznaczony indywidualnie dla każdego z ratowników biorących udział w badaniach.

W pracy Doktorant zdefiniował:

- kryteria brane pod uwagę na etapie pozyskania ratowników do badań;
- obostrzenia obowiązujące ratowników zakwalifikowanych do badań bezpośrednio przed ich przeprowadzeniem,
- kryteria przerywania badań.

Założony maksymalny czas badań wynosił 120 min, a obciążenie pracą fizyczną miało charakter cykliczny: 5 – cio minutowe okresy wykonywania pracy na założonym poziomie intensywności były przerywane 5 – cio minutowymi okresami spoczynku.

W ramach przedmiotowych badań Doktorant zdecydował o rejestrowaniu następujących parametrów fizycznych powietrza (gazu) oddechowego:

- temperatury suchej powietrza wdychanego przez ratowników z izolujących aparatów ratowniczych;
- wilgotności względnej powietrza wdychanego przez ratowników z izolujących aparatów ratowniczych;
- temperatury suchej powietrza wydychanego przez ratowników do izolujących aparatów ratowniczych
- wilgotności względnej powietrza wydychanego przez ratowników do izolujących aparatów ratowniczych.

Ponadto, w celu zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa w trakcie badań monitorowane były częstości oddechów i temperatura ciała każdej z osób biorących udział w badaniach. Przed i po badaniach mierzona była także masa ciała każdego z ratowników. Stały nadzór nad bezpieczeństwem ratowników pełnił lekarz i pielęgniarka.

Dla potrzeb zestawienia uzyskanych wyników Doktorant opracował sposób ich kodowania, uwzględniający osobę (ratownika) biorącą udział w badaniach, zadane warunki klimatyczne, użyty model izolującego aparatu ratowniczego oraz wielkość obciążenia fizycznego.

łącznie wykonane i udokumentowane zostały 162 osobobadania przeprowadzone przy wykorzystaniu: aparatu regeneracyjnego typu W – 70, aparatu regeneracyjnego typu PSS BG 4 Plus i aparatu powietrznego butlowego typu PSS 7000 P. Aparaty te są aktualnie stosowane przez służby ratownicze kopalń oraz jednostkę ratownictwa górniczego CSRG S. A. W celu określenia wpływu obciążenia pracą fizyczną ratowników na funkcjonowanie wykorzystanych w badaniach izolujących aparatów oddechowych Doktorant dokonał porównania wyników ww. parametrów fizycznych powietrza oddechowego w tych samych warunkach mikroklimatu przy trzech przyjętych poziomach obciążenia pracą fizyczną ratowników, a w celu określenia wpływu mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów oddechowych – przy trzech warunkach mikroklimatu i przy tych samych przyjętych poziomach obciążenia pracą fizyczną ratowników. Jednocześnie założył on, że zarówno obciążenie pracą fizyczną ratowników, jak i obciążenie mikroklimatem „wpływają na przeciętne pomiary” temperatury i wilgotności względnej powietrza wdychanego z i wydychanego do aparatów. Dla potrzeb weryfikacji założonych hipotez zerowych Doktorant wykorzystał dwa testy nieparametryczne: Kruskala – Wallisa i mediany, a same obliczenia przeprowadził przy użyciu programu Statistics. We wszystkich analizach przyjęty został poziom istotności statystycznej na poziomie $\alpha = 0,05$. Szczegółowa analiza wyników badań zajmuje ponad 80 stron i stanowi zasadniczą część recenzowanej rozprawy doktorskiej.

W ramach podsumowania Doktorant omawia wyniki przeprowadzonych badań oddzielnie dla każdego z typów użytych w badaniach izolujących aparatów ratowniczych. Rozprawę doktorską kończą wnioski.

5. Uwagi krytyczne

- 1) Układ rozdziałów rozprawy doktorskiej jest logiczny i przemyślany, aczkolwiek w mojej opinii w pracy należałoby zamieścić, np. w postaci podrozdziału także informacje dotyczące podstaw teoretycznych testów nieparametrycznych, tj. testu Kruskala – Wallisa i testu mediany wykorzystanych w procesach weryfikacji hipotez H_0 . Niezależnie od wykorzystanych narzędzi informatycznych pozwalających na przeprowadzenie wymaganych obliczeń należałoby odnieść się do istoty samych metod, przedstawić wzory matematyczne oraz metodykę postępowania pozwalającego na wyznaczenie obu statystyk.

Ponadto tytuły niektórych rozdziałów, np. rozdziału 5 („Badania”), czy też rozdziału 6 („Wyposażenie badawcze”) są zbyt lakoniczne i wymagają uściślenia. W pracy brakuje

jasno sformułowanej tezy pracy (w rozdziale 4 zdefiniowane są jedynie cel i zakres pracy).

Należałoby także zwrócić uwagę na staranniejsze formułowanie hipotez zerowych H_0 oraz hipotez alternatywnych H_1 .

Omówienie wyników badań wydaje się być zbyt rozbudowane, np.: Autor niepotrzebnie zamieszcza w tekście tabelę nr 7 (strona 66) skoro zawarta została ona w załączniku, tabelę nr 8 (w mojej opinii zamieszczony opis jest wystarczający), czy też niektóre rysunki, np. rys. nr 9-12 będące jedynie graficzną interpretacją treści zestawionych (w załączniku) w postaci tabel. Również powielanie treści zawartych odpowiednio w podrozdziałach: 8.1.3 i 9.1; 8.2.3 i 9.2 oraz 8.3.3 i 9.3 niepotrzebnie zwiększa objętość i tak bardzo obszernej pracy.

Mówiąc o załącznikach należy zwrócić uwagę na brak numeracji tabel w nich zawartych, co niewątpliwie utrudnia analizę materiału badawczego.

Także z uwagi na przejrzystość materiału badawczego wydaje się, że celowe byłoby zamieszczenie w pracy szczegółowego omówienia jednego z przeprowadzonych badań wraz z wynikami badań.

Dyskusyjne wydaje się ponadto zawarcie w oddzielnych rozdziałach podsumowania wyników badań (rozdział 9) i wniosków (rozdział 10). Te ostatnie w kształcie przedstawionym w pracy stanowią w zasadzie powielenie (w bardzo skróconej wersji) treści zawartych w podsumowaniu wyników badań.

- 2) Odnosząc się do warunków klimatycznych występujących w podziemnych zakładach górniczych Doktorant zwraca uwagę na głębokość na jakiej prowadzone są roboty górnicze (podrozdział 4.1. „Cel pracy”): „zakłady górnicze prowadzi eksploatację w coraz głębiej zalegających pokładach węgla. Wiąże się to z pogorszeniem warunków klimatycznych w wyrobiskach ...” i przewiduje, że ze wzrostem temperatury pierwotnej górotworu nastąpi w najbliższych latach pogorszenie warunków klimatycznych w kopalniach. Użyte sformułowania sugerują, że zagrożenie klimatyczne w warunkach zakładów podziemnych, w tym także zakładów wydobywających węgiel kamienny kształtowane jest jedynie przez głębokość zalegania wyrobiska (stanowiska pracy), a tak nie jest. Pomijając masę transportowanego urobku i różnice temperatur występujących pomiędzy temperaturą urobku a temperaturą powietrza, także moce zainstalowane na urządzeniach mechanicznych i elektrycznych, sprawność tychże urządzeń, oraz lokalne źródła ciepła (proces utleniania skał, rurociągi wodne i sprężonego powietrza itd.) w sposób znaczący kształtują warunki mikroklimatu w środowisku podziemnym.
- 3) W rozdziale 5 („Badania”) Autor używa zwrotu: „możliwej do osiągnięcia jednolitości parametrów wydolnościowych i antropometrycznych” grupy ratowników biorących udział w badaniach. Powstaje pytanie, co dokładnie Doktorant miał na myśli i czy sformułowanie to nie jest zbyt ogólne? Może należałoby określić „dopuszczalne” przedziały wartości konkretnych parametrów wydolnościowych i antropometrycznych?

- 4) W rozdziale 6 na stronie 95 Doktorant twierdzi, że analizując wyniki zastosowanych testów nieparametrycznych zaobserwowano najwyższą średnią temperaturę powietrza wdychanego T_1 w aparacie W – 70 w mikroklimacie T23W50 przy obciążeniu pracą fizyczną na poziomie $0\%P_{\max}$ ($23,15^{\circ}\text{C}$), temperaturę $21,82^{\circ}\text{C}$ - przy obciążeniu $25\%P_{\max}$ i $22,69^{\circ}\text{C}$ - przy obciążeniu $50\%P_{\max}$. Do sformułowania powyższego wniosku nie jest konieczne odwoływanie się do ww. testów, wartości te wynikają wprost z tabel wyników zamieszczonych w załączniku do pracy. Podobne nieścisłości zawarte są m. in. także na stronie 101, 104, 108, 111, 115.
- 5) W tekście pracy występują drobne pomyłki literowe, pewne błędy stylistyczne oraz błędy w zestawieniu literatury, co zostało przekazane osobiście Doktorantowi.

6. Wniosek końcowy

Zamieszczone uwagi krytyczne nie umniejszają wysokiej wartości samej rozprawy doktorskiej, którą oceniam pozytywnie. Praca ta, będąca obszernym opracowaniem stanowi niewątpliwie oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i rozszerza wiedzę w zakresie funkcjonowania izolujących aparatów ratowniczych. Zaplanowane przez Doktoranta badania zostały przeprowadzone w sposób rzetelny i wnikliwy, co pozwoliło na zrealizowanie założonego celu pracy. Mam nadzieję, że uzyskane wyniki badań będą publikowane, a Autor będzie kontynuował swoje badania w przyszłości.

Podsumowując stwierdzam, że Doktorant:

- posiada wiedzę ogólną z zakresu ratownictwa górniczego i bezpieczeństwa pracy,
- posiada odpowiednie przygotowanie teoretyczne do rozwiązywania problemów naukowych,
- posiada umiejętność organizowania badań oraz zdolność opracowania wyników i ich przedstawiania.

Recenzowana rozprawa doktorska mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w związku z art. 179 ust.2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku Przepisy wprowadzające ustawę-Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Tym samym wnoszę do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

