

**Prof. dr hab. inż. Nikodem Szlązak**

Akademia Górniczo - Hutnicza  
im. Stanisława Staszica w Krakowie  
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii  
Katedra Inżynierii Środowiska  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
tel. +48(0)12 617-22-46, kom. 601 43 93 73  
e-mail:szlazak@agh.edu.pl

Kraków 21.01.2021

**Recenzja**

rozprawy doktorskiej

*mgr inż. Tomasza Konwerskiego*

**Wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych**

**Wstęp**

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. *mgr inż. Tomasz Konwerskiego* dotyczy problematyki funkcjonowania izolujących aparatów ratowniczych podczas obciążenia pracą fizyczną ratowników w różnych warunkach klimatycznych w komorze klimatycznej.

Zakres pracy obejmuje:

- omówienie dotychczasowych badań związanych z obciążeniem ratowników wyposażonych w aparaty izolujące w różnych warunkach mikroklimatu,
- omówienie i przedstawienie założeń i planu badań w komorze klimatyzacyjnej,
- przeprowadzenie badań i analizy wyników badań.

Praca ma charakter eksperymentalny.

Praca zawiera 202 strony maszynopisu (w tym 84 rysunków, 47 tabel 13 zdjęć i 1 załącznik ujmujący wyniki badań parametrów fizycznych powietrza oddechowego w izolujących aparatach ratowniczych), złożona jest z dziesięciu rozdziałów oraz wykazu literatury zawierającego 69 pozycji. Rozprawa napisana jest zwięźle a jej redakcję, ujęcie materiału oraz szatę graficzną należy uznać jako zadawalającą.

Recenzja wykonana jest na podstawie uchwały Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach z dnia 08.12.2020r.

**Treść i tytuł pracy**

Rozdział pierwszy stanowi wprowadzenie do podjętej problematyki badawczej. W rozdziale drugim przeprowadzono przegląd statystyki niebezpiecznych zdarzeń i związane z nimi wypadki w latach 2013-2017 w kopalniach węgla kamiennego w Polsce. Przedstawiono także zestawienie przyczyn wypadków śmiertelnych ratowników podczas akcji w latach 1945 a 2017. Opisano również dwa wypadki zbiorowe zaistniałe w KWK „Niwka-Modrzejów” w 1998 r. oraz w KWK „Krupiński” w 2011 r., wskutek których podczas akcji śmierć ponieśli ratownicy.

Rozdział trzeci poświęcono analizie literatury dotyczącej problematyki ujętej w pracy. Opisano badania brytyjskie, niemieckie i polskie. Omówiono wyniki tych badań oraz zaznaczono, że do chwili obecnej nie przeprowadzono badań dotyczących wpływu obciążenia pracą fizyczną ratowników oraz mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych stosowanych w ratownictwie górniczym.

W rozdziale czwartym zawarto cel i zakres pracy. Wyjaśniono specyfikę prowadzenia prac ratowniczych w górnictwie podziemnym. Na podstawie analizy zagadnień zawartych w rozdziałach drugim i trzecim oraz czwartym, wskazano istotny wpływ izolujących aparatów

oddechowych ratowniczych na bezpieczeństwo ratowników podczas akcji oraz uzasadniono temat pracy a także przedstawiono jej cel i zakres.

Celem pracy jest określenie wpływu obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych, na podstawie zmierzonych parametrów fizycznych powietrza (gazu) oddechowego i analizy porównawczej wyników badań z udziałem ratowników górniczych obciążonych pracą fizyczną, wyposażonych w izolujące aparaty oddechowe ratownicze, w różnych warunkach klimatycznych. Jako cel naukowy pracy określono wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych. Natomiast jako cel użytkowy przyjęto wyeliminowanie w przyszłości tragicznych wypadków związanych z udziałem ratowników górniczych w akcjach prowadzonych w kopalniach w trudnych warunkach mikroklimatu.

***W pracy nie sformułowano tez realizacji zamieszczonych badań.***

Rozdział piąty dotyczy badań. Zawarto w nim opis, założenia, kryteria i plan badań rzeczywistych z udziałem ratowników górniczych wyposażonych w izolujące aparaty ratownicze w komorze klimatycznej. Opisano także sposób doboru ratowników do badań.

W rozdziale szóstym omówiono sprzęt ratowniczy i wyposażenie badawcze. Omówiono szczegółowo izolujące aparaty oddechowe, ich znaczenie, konstrukcję i sposób funkcjonowania. Zawarto także informacje o komorze klimatycznej niezbędnej do wytworzenia założonych warunków klimatycznych oraz ergometrach rowerowych (stanowiskach wysiłkowych) do obciążenia ratowników określoną pracą fizyczną. Opisano także czujniki zastosowane do pomiaru temperatury i wilgotności względnej powietrza wdychanego przez ratowników z aparatów oraz powietrza wydychanego przez ratowników

Uzyskane wyniki badań zawarto w rozdziale siódmym, analizę wyników w rozdziale ósmym, natomiast w rozdziale dziewiątym przedstawiono podsumowanie wyników badań.

Wnioski końcowe zapisane w rozdziale dziesiątym kończą przedmiotową pracę.

Praca doktorska mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w inżynierii środowiska, górnictwo i energetyka.

Tytuł rozprawy doktorskiej nie jest precyzyjny. Wskazuje, że jakoby izolujące aparaty ratownicze były obciążone pracą fizyczną, pracą fizyczną jest obciążony ratownik.

***Mimo tego zastrzeżenia stwierdzam, że tytuł pracy doktorskiej odpowiada jej treści.***

## **Merytoryczna ocena pracy doktorskiej**

Opiniowana praca doktorska dotyczy ważnego zagadnienia jakim jest badanie funkcjonowania izolujących aparatów ratowniczych stosowanych, w trakcie akcji ratowniczych w kopalniach podziemnych, w różnych warunkach mikroklimatu i obciążenia ratowników. Badania przeprowadzono z udziałem ratowników górniczych wyposażonych w wybrane aparaty oddechowe, obciążonych założoną pracą fizyczną, w zaplanowanych warunkach mikroklimatycznych w komorze klimatycznej. W trakcie badań zarejestrowano wyniki pomiarów parametrów fizycznych powietrza oddechowego na podstawie których wyznaczono wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie aparatów oddechowych użytkowanych przez ratowników górniczych.

Na potrzeby realizacji badań opracowano plan badań. Ratownicy wytypowani do udziału w badaniach w komorze klimatycznej, przeszli uprzednio odpowiednie badania medyczne potwierdzające ich zdolność do udziału w planowanych badaniach. Badania były przeprowadzone w komorze klimatycznej Laboratorium Badania i Opiniowania Sprzętu CSRG S.A. w Bytomiu. W każdym cyklu badań udział brało 6 ratowników górniczych. Badania ratowników były prowadzone jednocześnie na trzech ergometrach rowerowych umieszczonych w komorze.

Podczas badań ratownicy byli wyposażeni kolejno w trzy rodzaje izolujących aparatów oddechowych ratowniczych:

- W-70 - izolujący aparat ratowniczy, aparat regeneracyjny z tlenem sprężonym z podciśnieniowym zamkniętym układem oddechowym. Aparaty w trakcie badań były wyposażone w urządzenia SAT-2M, służące do schładzania powietrza wdychanego przez ratowników z aparatów.
- PSS BG4 Plus - izolujący aparat ratowniczy, aparat regeneracyjny z tlenem sprężonym z nadciśnieniowym zamkniętym układem oddechowym. Aparaty w trakcie badań miały wypełnione lodem schładzacz powietrza wdychanego przez ratowników.
- PSS 7000P – aparaty powietrzne butlowe ze sprężonym powietrzem w dwóch butlach kompozytowych z otwartym, nadciśnieniowym układem oddechowym.

Kryterium wyboru wymienionych typów aparatów ratowniczych wynikało z faktu, że aparaty te są aktualnie stosowanymi aparatami przez służby ratownicze kopalń węgla kamiennego oraz jednostkę ratownictwa górniczego CSRG S.A.

Aparaty oddechowe podlegały badaniom w warunkach zmiennej wentylacji i ciepła wynoszonego z płuc używających je ratowników tzn. zmiennym objętościowym natężeniem przepływu powietrza oddechowego (gazu oddechowego) o różnej temperaturze i wilgotności względnej oraz zawartości dwutlenku węgla podczas obciążenia pracą i dobranym mikroklimatem ratowników.

Badania zrealizowano w trzech założonych mikroklimatach. Pierwszy to mikroklimat neutralny a pozostałe dwa to mikroklimaty ciepłe wynikające z warunków występujących najczęściej podczas przeciwpożarowych akcji ratowniczych:

- temperatura termometru suchego 23°C, wilgotność względna 50%,
- temperatura termometru suchego 32°C, wilgotność względna 85%,
- temperatura termometru suchego 38°C, wilgotność względna 85%.

Założono trzy poziomy obciążenia ratowników pracą fizyczną (wysiłkiem fizycznym) i odpowiadającym im wydatkom energetycznym: 25%  $P_{max}$  (obciążenia maksymalnego ratowników), następnie 50%  $P_{max}$  oraz bez obciążenia. Czas badań maksymalnie mógł wynosić 120 minut. W tym czasie obciążenie pracą fizyczną miało charakter cykliczny, tzn. w każdym z poziomów obciążenia była nieprzerwana praca, trwająca 5 minut, następnie 5-cio minutowy odpoczynek. Badania z obciążeniem rozpoczynały się od cyklu odpoczynku. Wartość obciążenia pracą fizyczną została ustalona indywidualnie dla każdego z ratowników, w oparciu o wartość wskaźnika  $VO_{2max}$ . Ratownicy uczestniczący w badaniach zostali poddani obciążeniu pracą fizyczną przy pomocy ergometru rowerowego. Obciążenie pracą fizyczną i odpowiadający mu wydatek energetyczny miał w czasie badania charakter stały.

Wyniki badań zostały opracowane przy pomocy metod statystycznych. Dla każdej serii badań wykorzystano dwa testy nieparametryczne (test Kruskala-Wallisa i test mediany). Przeprowadzone badania pozwoliły na stwierdzenie, że parametry pracy izolujących aparatów ratowniczych: W-70, PSS BG 4 Plus i PSS 7000P różniły się między sobą z powodu zwiększenia obciążenia pracą fizyczną ratowników i zmianą mikroklimatu.

Zwiększenie obciążenia pracą fizyczną ratowników górniczych miało pozytywny wpływ na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych W-70, ponieważ spowodowało obniżenie temperatury powietrza wdychanego przez ratowników z aparatów w rozpatrywanych mikroklimatach oraz obniżenie temperatury powietrza wydychanego przez ratowników do aparatów w mikroklimatach ciepłych. Natomiast zwiększenie obciążenia pracą fizyczną ratowników górniczych miało pozytywny wpływ na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych PSS BG 4 Plus, ponieważ następowało obniżenie temperatury powietrza wdychanego przez ratowników z aparatów w trudnych warunkach mikroklimatu (średnim i naj-

wyższym) oraz obniżenia temperatury powietrza wydychanego w mikroklimacie najwyższym. Wzrost obciążenia wpłynął z kolei negatywnie na aparaty w mikroklimacie najniższym, ponieważ spowodował podwyższenie temperatury powietrza wdychanego i wydychanego.

Zwiększenie obciążenia pracą fizyczną ratowników górniczych miało pozytywny wpływ na funkcjonowanie izolujących aparatów powietrznych butlowych PSS 7000P, ponieważ spowodowało obniżenie temperatury powietrza wdychanego i powietrza wydychanego w mikroklimatach najniższym i średnim. W mikroklimacie najcieplejszym natomiast, temperatury były podobne.

Wzrost mikroklimatu miał negatywny wpływ na funkcjonowanie aparatów W-70, PSS BG 4 Plus i PSS 7000P, ponieważ powodował najczęściej znaczne podwyższenie temperatury powietrza wdychanego i wydychanego.

Praca doktorska poszerza wiedzę w zakresie doboru aparatów izolujących do wykorzystania w trakcie prowadzonych akcji ratowniczych. Uzasadniona wydaje się być również konieczność prowadzenia dalszych badań w celu właściwego zachowania się aparatów izolujących w różnych warunkach klimatycznych podczas prowadzenia akcji ratowniczych.

### Uwagi krytyczne

Przy czytaniu nasunęły mi się następujące uwagi mające charakter dyskusyjny lub krytyczny.

Doktorant analizuje w pracy:

- zmiany temperatury i wilgotności względnej powietrza wdychanego przez ratowników z aparatów,
- temperatury i wilgotności względnej powietrza wydychanego przez ratowników do aparatów.

Wydaje mi się, że dla porównania zachowania aparatów izolujących wskazane byłoby przeprowadzenie bilansu ciepła i wilgoci w procesie oddychania przy użyciu konkretnego aparatu izolującego. Ocena zmian parametrów powietrza przeprowadzona przez doktoranta, według mnie, jest niekompletna przy ocenie aparatów izolujących.

Doktorant nie przedstawił w pracy tezy, którą zamierzał udowodnić na etapie podejmowania się tej problematyki.

Niezależnie od powyższych uwag w pracy występuje szereg błędów drukarskich i niezbyt precyzyjnie przeprowadzona korekta tekstu.

Reasumując stwierdzam, że przytoczone uwagi nie wpływają w sposób istotny na poglądy i wywody przedstawione w pracy przez doktoranta.

### Wniosek końcowy

Praca przedstawiona mi do recenzji zawiera oryginalne rozwiązanie problemu i wskazuje, że doktorant jest przygotowany do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Stwierdzam, że praca doktorska *mgr inż. Tomasza Konwerskiego pt.: Wpływ obciążenia pracą fizyczną i mikroklimatu na funkcjonowanie izolujących aparatów ratowniczych* spełnia warunki określone obowiązującą ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym (Ustawa 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). W związku z powyższym proponuję Radzie Naukowej Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach przyjęcie recenzowanej pracy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.