

Prof. dr hab. inż. Nikodem Szlązak

Akademia Górniczo - Hutnicza w Krakowie
Wydział Inżynierii Łądowej i Gospodarki
Zasobami
Katedra Inżynierii Środowiska
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. +48(0)12 617-22-46
e-mail: szlazak@agh.edu.pl

Kraków 12.02.2024

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Anny Lubosz**

pt.:

Wpływ stosowania kamizelek chłodzących na klimatyczne warunki pracy górników

Wstęp

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska dotyczy problemu wykorzystania kamizelek chłodzących do ochrony pracowników zatrudnionych w trudnych warunkach klimatycznych. Praca wykonana jest pod kierunkiem naukowych dr hab. inż. Jana Drendy prof. PŚ. i zawiera 235 stron maszynopisu łącznie z tabelami i rysunkami zapisanymi dwustronnie. Treść rozprawy doktorskiej została podzielona na osiem rozdziałów. Na końcu pracy zamieszczono spis literatury, który obejmuje 252 pozycje. Za spisem literatury doktorantka zamieściła spis rysunków i spis tabel. Zarówno rysunki jak i tabele są numerowane numerem rozdziału i kolejnego rysunku lub tabeli w danym rozdziale. Praca doktorska rozpoczyna się streszczeniem zamieszczonym w języku polskim i angielskim. Najbardziej obszernie są dwa rozdziały: Praktyczna ocena tematu badawczego- rozdział 6, który zawiera 69 stron i rozdział 7-Ocena wpływu kamizelek chłodzących na poprawę klimatycznych warunków pracy górników.

Rozprawa napisana jest zwięźle a jej redakcję, ujęcie materiału oraz szatę graficzną należy uznać jako zadawalającą.

Wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Lubosz zostało zlecone przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach pismem RIE-BD.512.88.2023 z dnia 08.01.2024 r.

Ogólna charakterystyka pracy

Proces badawczy zamieszczony w pracy został zrealizowany w oddziale wydobywczym G-1 kopalni X prowadzącym eksploatację ściany 146 w pokładzie 414/2. Następnie dla oceny zagrożenia klimatycznego na stanowiskach pracy tego oddziału wykorzystano znane wskaźniki obciążenia cieplnego. Te wskaźniki pozwoliły na dokonanie oceny wyrobiska górniczego i stanowiska pracy o najtrudniejszych warunkach klimatycznych wśród których znalazły się ściana 146 z średnią temperaturą powietrza przekraczającą 28,8°C czy dowerchnia 14/7a z temperaturą powietrza ponad 29°C i wilgotnością 95,6%. Panujące parametry środowiska pracy w wytypowanym rejonie ściany destrukcyjnie wpływają na parametry fizjologiczne zatrudnionych górników dlatego w oparciu o wytyczne normy PN-EN ISO 9886 przeprowadzono pomiary fizjologiczne 25 pracowników zatrudnionych w rejonie ściany 146. Badania z użyciem kamizelek przeprowadzono w laboratorium klimatycznym Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego w Bytomiu oraz w wyrobiskach górniczych kopalni Y. W badaniach wydolnościowych udział brało 14 ratowników górniczych. Uzyskane wyniki wykazały przydatność kamizelek

chłodzących w codziennej pracy mimo konieczności wymiany wkładów chłodzących w trakcie zmiany roboczej.

W rozdziale pierwszym scharakteryzowano zagrożenie klimatyczne występujące w polskich kopalniach węgla. W drugim rozdziale doktorantka przedstawiła cele i zakres pracy. Analizując odczucia górników zatrudnionych w trudnych warunkach mikroklimatu, doktorantka stwierdza, że należy poszukiwać innych rozwiązań i możliwości poprawy warunków klimatycznych pracy w kopalniach niż wprowadzanie środków technicznych do obniżenia temperatury. Przedmiotem zainteresowań naukowych prezentowanej rozprawy doktorskiej jest ocena wpływu stosowania w górnictwie dostępnych kamizelek chłodzących na poprawę klimatycznych warunków pracy górników i odpowiedź na pytanie czy wykorzystanie kamizelek chłodzących może wpłynąć na wydatek energetyczny pracowników zatrudnionych w trudnych warunkach mikroklimatu oraz poprawę bezpieczeństwa pracy.

Głównym celem naukowym pracy doktorskiej jest ocena możliwości wykorzystania stosowanych w ratownictwie górniczym kamizelek chłodzących firmy Dräger CVP 5220 i AMKUS do codziennych prac w wyrobiskach w trudnych warunkach klimatycznych, zwłaszcza przygotowawczych i eksploatacyjnych przez każdego górnika narażonego na dyskomfort cieplny.

W odniesieniu do sformułowanego głównego celu naukowego określono także następujące cele szczegółowe:

- opracowanie metody badań parametrów fizycznych górników narażonych na działanie wysokich temperatur w warunkach zbliżonych do naturalnych w komorze klimatycznej Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego w Bytomiu,
- opracowanie metody badań parametrów fizycznych górników narażonych na działanie wysokich temperatur w warunkach rzeczywistych jednej z kopalń,
- określenie wpływu wysokiej temperatury na podstawowe parametry życiowe górników tj.: częstość skurczów serca, wentylację płuc, konsumpcję tlenu, przyrost temperatury wewnętrznej organizmu, ilość potu wydzielanego podczas pracy i odwodnienie organizmu,
- pomiar i wyznaczenie wydatku energetycznego w warunkach laboratoryjnych i rzeczywistych,
- przeprowadzenie badań ankietowych i kwestionariuszowych wśród pracowników zatrudnionych w trudnych warunkach klimatycznych w górnictwie i biorących bezpośredni udział w badaniach,
- określenie wpływu kamizelek chłodzących na poprawę warunków pracy i parametrów wydolnościowych górników.

Celem utylitarnym pracy, ma być opracowanie wytycznych dla poprawy stanu bezpieczeństwa klimatycznego i komfortu cieplnego pracowników zatrudnionych w trudnych warunkach klimatycznych kopalń głębinowych dzięki powszechnemu wykorzystaniu kamizelek chłodzących do odprowadzenia większej ilości ciepła z organizmu przez przewodzenie.

Dlatego też doktorantka sformułowała następujące tezy:

1. Zastosowane kamizelek chłodzących przez pracowników kopalń jako środka ochrony indywidualnej, umożliwiła odprowadzenie większej ilości ciepła z organizmu przez przewodzenie oraz zwiększa wygodę i komfort pracy.
2. Powszechne wykorzystanie kamizelek chłodzących do prac w wyrobiskach przygotowawczych i eksploatacyjnych kopalń głębinowych obniży ryzyko przegrzania organizmu i zwiększy bezpieczeństwo pracy.
3. Wykorzystanie kamizelek chłodzących jako indywidualnych środków ochrony osobistej pozwalających na obniżenie temperatury ciała pracownika należy uznać za uzupełnienie dotychczasowych rozwiązań technicznych stosowanych w górnictwie dla ograniczenia zagrożeń klimatycznych.

Rozdział trzeci dotyczy przeglądu aktów prawnych dotyczących zagrożenia klimatycznego w kopalniach. Natomiast rozdział czwarty obejmuje wskaźniki obciążenia cieplnego organizmu pracowników. W rozdziale tym przedstawiono znane wskaźniki z literatury i często stosowane w kopalniach do oceny obciążenia organizmu. W rozdziale piątym został omówiony wpływ środowiska termicznego na organizm człowieka. W ramach tego rozdziału przedstawiono wymianę ciepła między organizmem człowieka a środowiskiem otaczającym.

Rozdział szósty zawiera badania wykonywane przez doktorantkę w ramach pracy doktorskiej. W pierwszej kolejności zostały wykonane badania ankietowe. W ramach prowadzonego w 2017 r. badań ankietowych uczestniczyło 1264 pracowników. Ankieta składała się z 24 pytań zamkniętych, które miały doprowadzić do poznania opinii górników na temat:

- sposobu identyfikacji i oceny istniejącego zagrożenia klimatycznego w wyrobiskach górniczych,
- transparentności przeprowadzonych pomiarów warunków klimatycznych,
- wprowadzonych zmian w przepisach dotyczących oceny zagrożenia klimatycznego,
- pogorszenia lub poprawy warunków pracy z uwagi na zagrożenie klimatyczne po wprowadzonych zmianach w przepisach górniczych,
- zwiększenia lub zmniejszenia stopnia uciążliwości pracy.

Uzyskane wyniki badań ankietowych i rozmowy ankietowanych z górnikami wskazały na fakt, iż dotychczasowe działania prewencyjne prowadzone przez kopalnie i spółki górnicze związane między innymi ze skróceniem czasu pracy czy wprowadzeniem urządzeń chłodniczych klimatyzacji stanowiskowej, grupowej i centralnej nie zapewniają warunków komfortu pracy. Powyższe informacje stały się podstawą do poszukiwania innych rozwiązań, które mogłyby wpłynąć na poprawę warunków pracy zwłaszcza górników zatrudnionych w przodkach górniczych i ścianach wydobywczych.

W celu zweryfikowania odczuć ankietowanych górników w zakresie warunków klimatycznych panujących na ich stanowiskach pracy doktorantka przeprowadziła pomiary zagrożenia klimatycznego w warunkach dołowych na jednej z kopalń należących do Polskiej Grupy Górniczej S.A. Jako obiekty badawcze wybrano ścianę wydobywczą prowadzoną przez oddział G-1. Dla wybranego obiektu oraz ludzi w nim zatrudnionych opracowano odpowiednią metodykę badawczą opartą na pomiarach fizycznych parametrów powietrza i środowiska pracy oraz pomiarach parametrów fizjologicznych górników biorących udział w badaniu.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów w warunkach rzeczywistych stwierdzono dużą zmienność poszczególnych parametrów powietrza w rejonie prowadzonych badań zarówno w samej ścianie 146 jak i wyrobiskach do niej przyległych. Duże znaczenie w zakresie wzrostu poszczególnych parametrów powietrza na stanowiskach pracy miała sprawność urządzenia chłodniczego typu TS-350/1, którego awaryjność bezpośrednio przekładała się na wzrost temperatury w całym rejonie.

W przypadku wilgotności właściwej powietrza jej wartość na wlocie do ściany wahała

się 18,2 do 22,4 g pary na kg powietrza suchego, a na wylocie od 23,2 do 25,9 g pary na kg powietrza suchego. W każdym przypadku zaobserwowano wzrost tego parametru średnio o 4,5 g/kg. Wzrost wilgotności właściwej był związany z intensywną wymianą wilgotności. Im większa zmiana tego parametru powietrza, tym większym zmianom ulegały pozostałe parametry powietrza, głównie temperatury mierzone termometrem suchym i wilgotnym oraz entalpia właściwa.

Zmiana entalpii właściwej na wlocie do ściany 146 wahały się w granicach od 71,1 do 84,9 kJ/kg, a na wylocie ze ściany od 87,3 do 96,4 kJ/kg. Wszystkie przeprowadzone pomiary parametrów powietrza w warunkach rzeczywistych w rejonie ściany 146 zostały zweryfikowane za pomocą programu komputerowego Mollier2000 opracowanego przez pracowników Politechniki Śląskiej.

Wykonane badania parametrów termodynamicznych powietrza pozwoliły na dokonanie oceny ryzyka zawodowego. Ocena ryzyka zawodowego związanego z mikroklimatem na stanowiskach pracy w oddziale wydobywczym G-1 przeprowadzona została w oparciu o obowiązujące przepisy górnicze oraz wskaźniki obciążenia cieplnego jak: ATE, t_{zk} , WBGT, TŚ oraz wskaźnik dyskomfortu cieplnego δ . Ryzyko zawodowe w oparciu o wyznaczone wartości tych wskaźników oszacowano zgodnie z polską normą PN-N-18002. na zasadzie porównania otrzymanych wyników z wartościami normatywnymi w oparciu o przyjęte założenia.

Przeprowadzona ocena ryzyka związanego z zagrożeniem klimatycznym na stanowiskach pracy w rejonie ściany 146 w pokł 414/2 kopalni X wykazała, iż przy tych samych parametrach i wartościach pomiarowych wyniki oceny ryzyka są różne w zależności od obranej metody badawczej zagrożenia klimatycznego. Najbardziej rygorystyczną pod względem zagrożenia klimatycznego okazała się metoda oceny oparta na wskaźniku dyskomfortu cieplnego δ , która wszystkie stanowiska pracy oddziału G-1 zidentyfikował jako stanowiska o dużym potencjale ryzyka wskazującym na bardzo trudne warunki klimatyczne uprawniające nie tylko do skrócenia czasu pracy z uwagi na przekroczenie wartości normatywnych ale również wskazująca na zagrożenie zdrowia górników w związku z przekroczeniem górnej wartości tego wskaźnika co może być przyczyną szeregu dolegliwości pracowników. Z kolei najbardziej łagodnie trudne warunki klimatyczne w rejonie ściany 146 zidentyfikowane zostały w oparciu o wskaźnik temperatury zastępczej klimatu t_{zk} na podstawie którego tylko na dwóch stanowiskach pracy: górnika zatrudnionego w górnej wnęce ścianowej o operatora przenośnika nadścianowego zidentyfikowano duże zagrożenie.

W celu prawidłowego określenia faktycznego obciążenia termicznego pracowników zatrudnionych w wyrobiskach górniczych przeprowadzono pomiar parametrów fizjologicznych charakteryzujących to obciążenie u pracowników. W warunkach prowadzonych badań równocześnie z pomiarami parametrów fizycznych powietrza na stanowiskach pracy oddziału G-1 kopalni X w rejonie ściany 146 w pokładzie 414/2 prowadzone były pomiary fizjologiczne wybranych grup pracowników na poszczególnych stanowiskach tj.: wzrost, waga, pomiar temperatury wewnętrznej ciała, częstość skurczów serca, ciśnienie tętnicze krwi i liczba oddechów.

Celem realizacji tego etapu badań było określenie obciążenia termicznego pracowników na podstawie parametrów fizjologicznych zgodnie z normą PN-EN – ISO 9886:2005 oraz określenie wydolności fizycznej badanych osób zatrudnionych na stanowiskach pracy oddziału G-1 kopalni X. Badania przeprowadzono w oparciu o przygotowaną metodykę wśród 25 pracowników zatrudnionych na wszystkich 10 stanowiskach pracy w rejonie ściany 146 w pokładzie 414/2.

Analizą objęto tylko tych pracowników, którzy wyrazili na to zgodę i u których na podstawie wywiadu medycznego:

- nie stwierdzono dolegliwości zdrowotnych,
- nie znajdowali się pod wpływem leków,

- zadeklarowali dobre samopoczucie,
- zadeklarowali iż stronią od używek mogących wpłynąć na wynik badania.

Przeprowadzona ocena ryzyka związanego z zagrożeniem klimatycznym na stanowiskach pracy w rejonie ściany 146 w pokł 414/2 kopalni X w oparciu o parametry fizjologiczne wykazała, iż praca wykonywana w trudnych warunkach klimatycznych pociąga za sobą szereg reakcji fizjologicznych organizmu związanych z podstawową przemianą materii i zmianą w czasie takich parametrów fizjologicznych jak: temperatura wewnętrzna ciała, temperatura skóry, częstość skurczów serca czy ubytek masy ciała pracownika wskutek pocenia. Zmienność tych parametrów determinowana jest przez parametry fizyczne powietrza występujące na danym stanowisku pracy ale również predyspozycje zdrowotne i wydolnościowe samego pracownika, które pogarszają się wraz z wiekiem. Na wzrost parametrów fizjologicznych pracowników niewątpliwym wpływ mają również stosowane rozwiązania profilaktyczne zmierzające do obniżenia temperatury i wilgotności powietrza w miejscu pracy, których efektywność nadal pozostawia wiele do życzenia. W analizowanym rejonie ściany 146 najtrudniejsze warunki panowały na stanowisku operatora przenośnika nadścianowego, gdzie przy średniej temperaturze powietrza wynoszącej 29,8°C i wilgotności powietrza 95,6% wszystkie wyznaczone wcześniej wskaźniki klimatyczne wskazują na bardzo trudne warunki pracy. Zmniejszenie czasu pracy do 6 godzin niewiele zmienia w zakresie poprawy komfortu cieplnego ponieważ wszystkie parametry wydolnościowe pracowników zatrudnionych na tym stanowisku pracy osiągają wartości graniczne dopuszczalne dla zdrowia pracownika. Średni przyrost temperatury wewnętrznej wynosił 2,4°C co powoduje w krytycznym momencie pracy spowodowanej wysiłkiem fizycznym wzrost temperatury wewnętrznej pracowników do 39°C. Wraz ze wzrostem temperatury wewnętrznej wzrasta średnia temperatura skóry o blisko 6°C, częstość skurczów serca o ponad 60 uderzeń na minutę w odniesieniu do stanu początkowego. Ponad dwukrotnie zwiększa się zapotrzebowanie na tlen. Wzrasta liczba oddechów wraz z którą do płuc pracownika trafia znacząca ilość pyłów szkodliwych zwłaszcza w fazie urabiania albowiem pracownik nie jest w stanie oddychać w maseczce przeciwpyłowej. W wyniku pracy w ciągu zmiany pracownik na stanowisku operatora przenośnika nadścianowego, mimo iż nie jest to zbyt wymagające stanowisko, traci ok. 4,0 kg masy ciała głównie w wyniku utraty wody.

W rozdziale siódmym, który stanowi zasadniczą część rozprawy doktorskiej, przedstawiono wpływ kamizelek chłodzących na poprawę warunków klimatycznych górników. Doktorantka analizując występujące warunki klimatyczne w wyrobiskach górniczych dochodzi do wniosku, że najlepszym rozwiązaniem umożliwiającym poprawę komfortu pracy załóg górniczych w trudnych warunkach klimatycznych byłoby zaadaptowanie do stałego użytku na stanowiskach pracy istniejących już na rynku kamizelek chłodzących np. firmy Dräger i Viking wykorzystywanych obecnie przez ratowników górniczych w trudnych warunkach klimatycznych w czasie akcji ratowniczych. Dalsza część badań opisana w tym rozdziale poświęcona została zweryfikowaniu tego poglądu.

Przeprowadzono badania w Laboratorium Badania i Opiniowania Sprzętu CSRG S.A., które miały na celu określenie zależności pomiędzy wydatkiem energetycznym, a parametrami fizjologicznymi pracowników. Parametrami uwzględnianymi w badaniach były: tętno, temperatura skóry, temperatura wewnętrzna, ilość wydzielanego potu podczas wysiłku fizycznego odpowiadającego pracy w standardowym ubraniu roboczym i pracy w ubraniu wyposażonym dodatkowo w kamizelkę chłodzącą.

W warunkach prowadzonych badań w komorze klimatycznej równocześnie z pomiarami parametrów fizycznych powietrza prowadzone były pomiary fizjologiczne ratowników na poszczególnych stanowiskach cykloergometru tj.:

- obciążenie wysiłkiem fizycznym,
- pomiar temperatury wewnętrznej ciała,

- częstość skurczów serca
- ciśnienie tętnicze krwi,
- liczba oddechów.

Dodatkowo w warunkach ciągłego monitorowania parametrów fizjologicznych mierzono również wysiłek fizyczny ratowników.

Badanie wpływu kamizelek chłodzących na klimatyczne warunki pracy górników w komorze klimatycznej Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego realizowane było w dwóch etapach w czasie badań zasadniczych trwających od 21.10.2019r. do 29.11.2019r. oraz badań powtórkowych realizowanych od 15.11.2021r. do 26.11.2021r. Badania prowadzone były przez pracowników CSRG S.A., w obecności lekarza nadzorującego oraz doktorantki.

Badania zostały przeprowadzone na trzech ochotnikach w wieku około 30, 40 i 50 lat, zatrudnionych aktualnie jako ratownicy górniczy w CSRG S.A, posiadający pozytywne orzeczenie lekarskie o zdolności do pracy, którzy wyrazili pisemną zgodę na poddanie się pomiarom w określonych warunkach. Badanie w komorze klimatycznej prowadzone było w czterech stanach pomiarowych różniących się temperaturą suchą oraz wilgotnością i bez wymuszonego ruchu powietrza każdorazowo przez 1 godzinę.

Bez kamizelek chłodzących:

- temperatura 28 stopni C, wilgotność względna 80-90%,
- temperatura 30 stopni C, wilgotność względna 80-90%,
- temperatura 32 stopni C, wilgotność względna 80-90%,
- temperatura 34 stopni C, wilgotność względna 80-90%

Z kamizelkami chłodzącymi:

- temperatura 28 stopni C, wilgotność względna 80-90%,
- temperatura 30 stopni C, wilgotność względna 80-90%,
- temperatura 32 stopni C, wilgotność względna 80-90%,
- temperatura 34 stopni C, wilgotność względna 80-90%.

Dla urealnienia pracy w warunkach górniczych, badanie ratowników odbywało się na trzech stanowiskach wysiłkowych wyposażonych w cykloergometr, na których górnicy wykonywali pracę o różnym obciążeniu:

- a) stanowisko 1 (praca lekka – 120 W/m²) „jazde” na cykloergometrze z obciążeniem 75 W,
- b) stanowisko 2 (praca umiarkowana - 165 W/m²) - „jazde” na cykloergometrze z obciążeniem 100 W,
- c) stanowisko 3 (praca ciężka - 230 W/m²) - „jazde” na cykloergometrze z obciążeniem 125 W.

Obciążenie wysiłkiem fizycznym miało charakter cykliczny: tzn. w każdym z poziomów obciążenia odbywała się nieprzerwana praca, trwająca 5 minut, następnie badany miał 5 minutowy odpoczynek po którym następowała zmiana stanowiska pomiarowego wg opracowanego schematu.

Wyniki badań wykonanych w komorze klimatycznej w Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego S.A. wykazały, iż wykorzystanie kamizelek chłodzących w warunkach zagrożenia klimatycznego może istotnie wpłynąć na poprawę komfortu pracy nie tylko osób niezaaklimatyzowanych ale również tych zaaklimatyzowanych o dużej wydolności fizycznej. Uzyskane wyniki pokazują, że kamizelki chłodzące wpływają na wszystkie badane parametry fizjologiczne ratowników przyczyniając się do ich znacznego obniżenia. W wyniku ich zastosowania oraz pochłaniania znacznej ilości wydzielonego ciepła z organizmu człowieka przez wkłady żelowe kamizelek o blisko 40% zmniejszyła się utrata masy ciała ratownika w skutek pocenia się. Temperatura wewnętrzna ciała i powierzchniowa skóry przez całą godzinę testu oscylowały w wartościach zbliżonych do temperatury początkowej zmierzonej przed badaniem i był zdecydowanie niższy od odpowiadających im temperatur: wewnętrznej i powierzchniowej skóry osiągniętych przez

ratowników badanych w samym ubraniu roboczym. Duża zmienność i złożoność opisywanych mechanizmów fizjologicznych i środowiskowych oraz ich współzależność wpłynęła w efekcie końcowym na znaczny spadek tętna, a co za tym idzie również wydatku energetycznego u osób badanych w kamizelkach chłodzących. Stało się tak przede wszystkim wskutek wymiany ciepła na drodze przewodzenia między wkładami żelowymi kamizelki chłodzącej a organizmem człowieka w wyniku której nadmiar ciepła został pochłonięty przez wkłady żelowe podnosząc ich temperaturę nawet o 10 °C (z 3°C do 13°C) w trakcie godzinowego testu w komorze klimatycznej przy temperaturze powietrza 34°C.

Uzyskane wyniki badań w komorze klimatycznej CSRG S.A., doktorantka podsumowała iż praca w kamizelkach chłodzących nie wpływa negatywnie na stan zdrowia badanych oraz pogorszenie ich parametrów fizjologicznych a wręcz przeciwnie wyposażenie ratowników w kamizelki chłodzące poprawia komfort pracy w trudnych warunkach klimatycznych.

Kolejnym etapem były badania w warunkach rzeczywistych dla określenia zależności pomiędzy wydatkiem energetycznym a parametrami fizjologicznymi pracowników podczas wysiłku fizycznego odpowiadającego pracy w standardowym ubraniu roboczym i pracy w ubraniu wyposażonym dodatkowo w kamizelkę chłodzącą, w wyrobiskach kopalni Y.

W pierwszej kolejności przeprowadzono ocenę ryzyka związanego z zagrożeniem klimatycznym na stanowiskach pracy w kopalni Y, która wykazała, iż przy tych samych parametrach i wartościach pomiarowych wyniki oceny ryzyka są różne w zależności od obranej metody badawczej zagrożenia klimatycznego.

Do pomiarów parametrów fizjologicznych prowadzonych w wyrobiskach górniczych kopalni Y wykorzystano wcześniej już zastosowaną aparaturę pomiarową wykorzystaną do badania pracowników zatrudnionych w rejonie ściany 146 w pokładzie 414/2 kopalni X. Prowadzone pomiary fizjologiczne były przeprowadzane osobno dla pracowników ubranych w odzież roboczą i pracowników wyposażonych dodatkowo w kamizelki chłodzące. Do pomiaru przyrostu temperatury kamizelek chłodzących w trakcie wykonywanej pracy przez górników oddziału górniczo-wentylacyjnego kopalni Y wykorzystano dodatkowo kamerę termowizyjną Model UCF 9000.

Ostatecznie w badaniach fizjologicznych udział wzięło: 3 górników zatrudnionych przy transporcie ręcznym, 2 górników zatrudnionych przy montażu rur, 2 górników zatrudnionych przy budowie tamy izolacyjnej, 2 górników zatrudnionych przy transporcie mechanicznym rozładunku i załadunku materiału, przodowy i osoba dozoru. Przedział wiekowy badanych pracowników waha się od 31 do 50 lat.

Badania prowadzone w tym zakresie na stanowiskach pracy oddziału górniczo-wentylacyjnego w rejonie likwidowanej przecznicy materiałowej wykazały, iż praca w kamizelkach chłodzących jest nie tylko możliwa ale rzutuje również na bezpieczeństwa pracy załóg górniczych poprzez obniżenie wszystkie czterech istotnych parametrów fizjologicznych: temperatury wewnętrznej ciała człowieka, temperatury skóry, częstość skurczów serca czy ubytku masy ciała pracownika wskutek pocenia. Zastosowanie kamizelek chłodzących pozwoliło również na zmianę kwalifikacji ryzyka zawodowego związanego z zagrożeniem klimatycznym na poszczególnych stanowiskach pracy.

Rozdział osmy zawiera podsumowanie wyników przeprowadzonych badań. Przeprowadzone badania doświadczalne w komorze klimatycznej Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego S.A. w Bytomiu na wybranej grupie ochotników poddanych testom wysiłkowych w ubraniu roboczym bez kamizelki chłodzącej i z kamizelką chłodzącą wykazały dużą zmienność podstawowych parametrów fizjologicznych.

W podsumowaniu doktorantka stwierdza, że zastosowanie kamizelek chłodzących przez pracowników kopalń jako środka ochrony indywidualnej umożliwia odprowadzenie większej ilości ciepła z organizmu przez przewodzenie i zwiększa wygodę i komfort pracy. Powszechne wykorzystanie kamizelek chłodzących do prac w wyrobiskach

przygotowawczych i eksploatacyjnych kopalń głębinowych obniży ryzyko przegrzania organizmu i zwiększy bezpieczeństwo pracy.

Wykorzystanie kamizelek chłodzących jako indywidualnych środków ochrony osobistej pozwalających na redukcję temperatury ciała pracownika o kilka stopni należy uznać za uzupełnienie dotychczasowych rozwiązań technicznych stosowanych w górnictwie dla ograniczenia zagrożeń klimatycznych.

Praca doktorska mieści się w dyscyplinie naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Stwierdzam, że tytuł pracy doktorskiej sugeruje zawężenie treści pracy do oceny wpływu stosowania kamizelek chłodzących na klimatyczne warunki pracy górników a z treści pracy wynika, że doktorantka dokonała oceny środków technicznych stosowanych do poprawy warunków klimatycznych, porównania metod oceny ryzyka związanego z zagrożeniem klimatycznym na stanowiskach pracy.

Merytoryczna ocena pracy doktorskiej

Opiniowana praca doktorska dotyczy ważnego zagadnienia jakim jest poprawa warunków klimatycznych pracy górników zatrudnionych w kopalniach. Doktorantka, w celu udowodnienia postawionych w pracy tez, prowadzone badania podzieliła na cztery części. Pierwsza część badań miała odpowiedzieć na pytania dotyczące odczuć pracowników zatrudnionych w trudnych warunkach klimatycznych i podejścia przedsiębiorcy dla ich poprawy. W tym celu prowadzone były badania ankietowe. Z tych badań wynika, że górnicy nie są w pełni zadowoleni z panujących warunków klimatycznych. Przedsiębiorcy nie dążą w pełni do poprawy tych warunków. Dodatkowo pracownicy w wyniku przeprowadzonej listy kontrolnej i bezpośredniej rozmowy, źle ocenili działania kopalni w zakresie zwalczania zagrożenia klimatycznego wskazując przy tym, iż największym problemem jaki występuje na ich stanowiskach pracy jest brak możliwości oddania nadmiaru ciepła z organizmu w istniejących warunkach klimatycznych i jego przegrzewanie się co wpływa na proces zmęczenia fizycznego.

Druga część badań skupiona była na ocenie parametrów fizjologicznych górników zatrudnionych w trudnych warunkach klimatycznych w jednym z oddziałów wydobywczych. Dla przeprowadzenia tych badań opracowano odpowiednią metodykę prowadzenia badań. W tej części dokonano oceny warunków klimatycznych różnymi metodami, które przedstawiono w rozdziale trzecim pracy. Na tej podstawie dokonano porównania metod oceniających warunki klimatyczne. Istota badań sprowadzała się do oceny wpływu trudnych warunków klimatycznych na parametry fizjologiczne zatrudnionych górników, którzy dobrowolnie podali się badaniom. Określono tutaj zmianę temperatury wewnętrznej, utratę masy górników z powodu utraty wody. Takie badania są dość dobrze przedstawiane w literaturze fachowej. Wyniki tych badań wykazały, iż praca między innymi na stanowisku kombajnisty, sekcijnego, górnika zatrudnionego w górnej wnęce ścianowej czy operatora przenośnika nadścianowego jest skrajnie ciężka co prowadzi do znacznego nawet 5 kg ubytku masy ciała i wzrostu wszystkich parametrów życiowych wskazujących na znaczne wyczerpanie fizyczne pracowników i duży wydatek energetyczny włożony w realizację zadań produkcyjnych.

Trzecia część badań polegała na badaniach prowadzonych w komorze klimatyzacyjnej w CSRG S.A. z wykorzystaniem kamizelek chłodzących i różnych natężeniach wykonywanej pracy. Badania przeprowadzono z udziałem trzech osób, a wyniki pozwoliły na porównanie parametrów życiowych ratowników górniczych używających kamizelek chłodzących i pracujących bez kamizelek.

Natomiast czwarta część badań sprowadzała się do badania górników zatrudnionych w wyrobiskach kopalni wyposażonych w kamizelki chłodzące. Otrzymane wyniki badań doktorantka podała analizie i na tej podstawie wyciągała wnioski, które przedstawiła w podsumowaniu. Wykorzystanie kamizelek chłodzących na stanowiskach pracy pozwoliło

również na poprawę wydolności fizycznej pracowników z nich korzystających i poprawę komfortu pracy przy jednoczesnym zmniejszeniu zagrożenia klimatycznego.

Przedstawione tezy w pracy doktorskiej doktorantka udowodniła.

Praca doktorska poszerza wiedzę w zakresie oceny ryzyka w przypadku występujących zagrożenia klimatycznego i możliwości wykorzystania kamizelek chłodzących w wyrobiskach górniczych i stanowi oryginalne podejście doktorantki do rozwiązywanego problemu. Uzasadniona wydaje się być również konieczność prowadzenia dalszych badań w celu znalezienia odpowiedniej metody poprawy warunków klimatycznych górników zatrudnionych w górnictwie podziemnym.

Na uwagę zasługuje fakt bardzo dobrego rozeznania literaturowego doktorantki w zakresie problematyki oceny ryzyka w kopalniach.

Uwagi krytyczne

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

- Podział treści pracy na rozdziały jest mało precyzyjny i utrudnia czytelnikowi zrozumienie toku postępowania w przeprowadzanej analizie wyników pomiarów. Generalnie rozdziały są objętościowo małe za wyjątkiem rozdziału szóstego i siódmego - stanowiącego zasadniczą część pracy doktorskiej. Mimo obszerności tych rozdziałów, szczególnie szóstego trudno jest określić udział doktorantki w sposobie opracowywania wyników badań ankietowych.
- Podany cel praktyczny realizacji pracy jest dość odważny i sugerujący wykorzystanie kamizelek chłodzących dla poprawy warunków pracy. Myślę, że okresowe stosowanie kamizelek np. przez ratowników w akcjach prowadzonych w trudnych warunkach klimatycznych jest oczywiste. Natomiast stosowanie kamizelek chłodzących dla górników zatrudnionych w wyrobiskach np. ścianowych jest trudne z uwagi na organizację procesu jak i konieczność przeprowadzenia badań w szerszym zakresie. Doktorantka przeprowadziła badania o bardzo małym zakresie z kamizelkami, a wyciąga wnioski o braku wpływu stosowania kamizelek na stan zdrowia górników.

Niezależnie od powyższych uwag w pracy występuje szereg błędów drukarskich i niezbyt precyzyjnie przeprowadzona korekta tekstu. Z zamieszczonego wykazu literatury na dwadzieścia dwie pozycje nie ma powołania w tekście pracy. Wiele powołań literaturowych zostało wykonane nieprawidłowo tzn. z treści pracy wynika, że nie na te pozycje powinno być powołanie. Na literaturę powinno się powoływać mając na uwadze źródło danej informacji a nie na pozycje które zawierają te informacje. Równoczesne powoływanie się na dziesięć pozycji jest jakimś nieporozumieniem.

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

Wniosek końcowy

Praca przedstawiona mi do recenzji zawiera oryginalne rozwiązanie problemu i wskazuje, że doktorantka jest przygotowana do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. **Anny Lubosz** 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 powyższym proponuję Radzie Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach przyjęcie recenzowanej pracy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

