



dr hab. Mariola Jabłońska, prof. uczelni

Sosnowiec, 15 grudzień 2023 r.

Wydział Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet Śląski w Katowicach
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec
tel. | kom. 323689529, 504751929
e-mail: mariola.jablonska@us.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Marcina Przybyły

pt.: „System monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów wydechowych samojedznych maszyn górniczych na potrzeby zarządzania jakością powietrza w podziemnych wyrobiskach kopalń KGHM PM S.A.”.

wykonanej pod kierunkiem dr hab. Andrzeja Szczurka, prof. PWr.

Podstawa opracowania

Recenzja została wykonana na podstawie pisma RDND08/144/2023 z dnia 21 września 2023 r. - Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej dr hab. inż. Roberta Króla, prof. PWr.

Celowość podjęcia tematu

Zanieczyszczenia powietrza stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia człowieka. Jakość powietrza jakim oddycha człowiek jest o tyle ważna, gdyż organizmowi dostarczamy tlen z powietrza przez 24 godziny na dobę. Bez oddychania oraz bez dostępu powietrza organizm człowieka umiera. Dlatego ważne jest, aby dbać o jakość powietrza w każdym momencie życia, czyli 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu i w każdym miejscu. Przeważającą część swojego życia, każdy z nas spędza w pomieszczeniach zamkniętych dlatego istotna jest jakość powietrza zarówno w miejscu zamieszkania, jak i na stanowiskach pracy.

Zagadnienia będące przedmiotem rozprawy doktorskiej Pana mgr Marcina Przybyły stanowią bardzo wnikliwie studium regulacji prawnych dotyczących pomiarów zanieczyszczeń powietrza emitowanych ze spalin samojedznych maszyn górniczych w podziemnych kopalniach.

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Przyrodniczych
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec
tel. 32 36 89 400, 32 20 09 351, e-mail: wnp@us.edu.pl

www.us.edu.pl/wydzial/wnp





Wytypowano rodzaje zanieczyszczeń, które powinny być monitorowane oraz określono częstotliwość wykonywania pomiarów, a także uwzględniono miejsca narażone na emisję spalin pochodzących z silników o zapłonie samoczynnym.

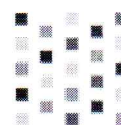
Zaproponowano nowatorski system monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów wydechowych na potrzeby zarządzania jakością powietrza w podziemnych wyrobiskach kopalń.

Autor opracował metodykę pomiarową, która wraz z wypracowanymi metodami walidacji uzyskanych danych pomiarowych umożliwiła oszacowanie niepewności pomiarowej z uwzględnieniem specyficznych warunków wentylacyjno-klimatycznych w wyrobiskach podziemnej kopalni. Zaproponowane wykorzystanie danych pomiarowych, umożliwi bieżącą kontrolę i monitorowanie stężeń zanieczyszczeń powietrza w wyrobiskach górniczych. Uzyskane informacje pozwolą na podejmowanie działań ograniczających ilość uciążliwych zanieczyszczeń powietrza. Takie działania w konsekwencji wpłyną na bezpieczeństwo i komfort pracy osób znajdujących się w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych z układów wydechowych samojezdnych maszyn górniczych. Bardzo cennym elementem rozprawy, jest to, iż Doktorant podaje sposoby poprawy i możliwości ograniczenia negatywnych skutków wpływu zanieczyszczeń na jakość powietrza w wyrobisku oraz wskazuje na możliwość lepszego zarządzania jakością powietrza w kopalniach głębinowych. Do tej pory brakowało opracowań, które proponowałyby wprowadzenie systemu monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów samojezdnych maszyn górniczych w wyrobiskach podziemnych. Podjęcie takiej tematyki badawczej przez Pana mgr Marcina Przybyłę oraz postawiony cel pracy należy uznać za właściwy i w pełni uzasadniony.

Zawartość rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została napisana w formie monografii. Obejmuje dwanaście rozbudowanych rozdziałów i posiada spis treści, spis używanych skrótów oraz literaturę złożoną z 94 pozycji. Opracowanie zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim. Łącznie praca obejmuje 185 stron. Rozprawa zawiera bogatą szatę graficzną w postaci 117 rysunków oraz 57 tabel.

Rozdział pierwszy stanowi wprowadzenie, w którym autor uzasadnia podjętą tematykę badań, zwraca uwagę na zanieczyszczenia powietrza pochodzenia naturalnego oraz składniki emitowane z silników o zapłonie samoczynnym. Spaliny z takich silników mogą zawierać nawet stukrotnie więcej cząstek stałych niż spaliny z silników benzynowych. Wśród cząstek stałych





dominuje węgiel elementarny, który został przez Doktoranta wybrany jako marker wielkości narażenia i ryzyka zawodowego pracowników zatrudnionych do obsługi maszyn i urządzeń wykorzystujących silniki o zapłonie samoczynnym. Ten składnik został przez autora zaproponowany jako parametr do monitorowania zanieczyszczeń powietrza podczas prowadzenia ruchu kopalni podziemnej.

Rozdział drugi przedstawia dobrze sprecyzowaną w rozprawie tezę oraz koncepcję i plan badań. Trzeci rozdział zawiera informacje dotyczące przepisów i aktów prawnych stosowanych w pomiarach stężeń zanieczyszczeń emitowanych ze spalin silników o zapłonie samoczynnym w podziemnych wyrobiskach oraz na stanowiskach pracy.

Rozdział czwarty opisuje metody pobierania prób gazów i pyłów. Podaje przykłady zastosowań odpowiednich zestawów głowic, które wykorzystywane są w prowadzeniu pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza w kopalni głębinowej. Autor szczegółowo opisał metody pobierania prób do oznaczenia zanieczyszczeń gazowych i pyłowych powietrza, uwzględniając wykorzystanie między innymi metody izolacyjnej, dyfuzyjnej (pasywnej) oraz aspiracyjnej. Wszystkie te metody i ich zastosowanie do poboru odpowiednich składników zanieczyszczeń powietrza w podziemnych wyrobiskach górniczych zostały bardzo dobrze scharakteryzowane i opisane.

Rozdział piąty obejmuje omówienie metod pomiarowych jakie są wykorzystywane w pomiarach gazowych zanieczyszczeń powietrza. Doktorant szczegółowo opisał metody optyczne, jonizacyjne, elektrochemiczne, termiczne, paramagnetyczne i chromatograficzne. Autor omówił zalety i wady poszczególnych metod pomiarowych, wskazywał, które z nich mogą być stosowane w pomiarach gazów w wyrobiskach podziemnych. Doktorant w swoich badaniach do pracy doktorskiej stosował kilka metod pomiarowych do uzyskania jak najlepszych wyników stężenia wybranych składników gazowych. I np. wykorzystał czujniki optyczne – fotometryczne oraz elektrochemiczne w pomiarach stężeń: tlenków azotu, tlenku węgla i ditlenku siarki. Pod koniec rozdziału, autor zwrócił uwagę na bardzo istotny aspekt, jakim jest walidacja i weryfikacja zastosowanych metod pomiarowych. Jest to istotne zagadnienie, które musi być rozpatrywane, zwłaszcza w przypadku opracowania odpowiedniej metodyki pomiarowej. Dla otrzymania rzetelnych wyników z prowadzonych pomiarów, istotne jest wykorzystanie różnych obliczeń statystycznych, które Doktorant szczegółowo omówił.

W kolejnym szóstym rozdziale, autor opisał zastosowane przez niego metody poboru prób oraz metody pomiarowe, które wykorzystał wykonując pomiary w warunkach rzeczywistych, w podziemnych wyrobiskach górniczych kopalń rud. Siódmy rozdział stanowi opis koncepcji systemu monitorowania wybranych zanieczyszczeń pochodzących ze spalin maszyn górniczych.



Ósmy rozdział rozprawy doktorskiej szczegółowo opisuje pomiary stężeń wybranych zanieczyszczeń pochodzących ze spalin silników o zapłonie samoczynnym wykonanych bezpośrednio w kabinach operatorów tych maszyn, oraz na kilku wybranych stanowiskach pracy. Natomiast w kolejnym dziewiątym rozdziale autor opisał pomiary stężeń wybranych zanieczyszczeń emitowanych z układów wylotowych samojezdnych maszyn górniczych. Rozdział dziesiąty stanowi szczegółowy opis oznaczania węgla elementarnego w powietrzu kopalnianym na stanowiskach pracy w podziemnych wyrobiskach górniczych. Rozdział jedenasty wnikliwie omawia pobór prób, metody analityczne oraz sposób opracowania, wdrożenia i walidacji pomiarów węglowodorów aromatycznych i innych związków organicznych pochodzących ze spalin maszyn o zapłonie samoczynnym. Końcowa część tego rozdziału zawiera wyniki pomiarów lotnych związków organicznych oraz oznaczania stężenia węgla elementarnego, aby sprawdzić występowanie cech korelacji zastosowanych metod pomiarów, które stanowiłyby uzupełnienie opracowanej metodyki oraz wytypowania miejsc najbardziej narażonych na emisję spalin z silników o zapłonie samoczynnym. Rozdział dwunasty zawiera podsumowanie oraz wnioski końcowe rozprawy doktorskiej. Na zakończenie opracowania dołączono kompletny spis literatury. Całość pracy została przedstawiona na 185 stronach.

Charakterystyka pracy i jej wartość naukowa

Układ poszczególnych rozdziałów rozprawy jest dobrze przemyślany i odpowiednio dobrany do omawianych treści, które w pełni odpowiadają tematowi zawartemu w tytule. Autor pracy jako główną tezę przedstawił stworzenie systemu monitorowania wybranych zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów wylotowych samojezdnych maszyn górniczych, które dostarczać będą informację zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym.

Doktorant na początku swojej pracy przedstawił koncepcję i plan badań, który konsekwentnie był realizowany w kolejnych rozdziałach dysertacji. Pan mgr Marcin Przybyła opisał podstawy prawne obowiązujące przy wykonywaniu pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza, a w szczególności omówił normy i metody pomiarów stosowane zarówno w pomiarach emisji spalin z urządzeń z samoczynnym zapłonem, oraz norm obowiązujących dla wybranych zanieczyszczeń powietrza na stanowiskach pracy. Szczegółowo omówił metody poboru prób do badań wybranych zanieczyszczeń powietrza, zarówno gazowych, jak i pyłowych. Wnikliwie opisał metody wykonywania pomiarów dla wybranych zanieczyszczeń co pozwoliło mu na zaplanowanie oraz przeprowadzenie własnych pomiarów zanieczyszczeń powietrza w wyrobiskach kopalni rud KGHM. Ponadto w swojej koncepcji badań, Doktorant zaplanował pomiar zanieczyszczeń powietrza

wlotowego, które jest dostarczane przez urządzenia wentylacyjne do wyrobisk górniczych. Pomiar ten jest bardzo istotny, gdyż umożliwia analizę wpływu innych źródeł na pomiary wykonywane w czasie rzeczywistym w wyrobiskach górniczych.

Dla zrealizowania postawionej tezy, Doktorant przeprowadził pomiary stężeń: lotnych związków organicznych, tlenu i ditlenku azotu oraz tlenu i ditlenku węgla, które wykonał w kabinach operatorów maszyn górniczych wyposażonych w silniki o zapłonie samoczynnym oraz na kilku stanowiskach pracy (łącznie analizując 15 prób). Uzyskane wyniki porównał z wartościami dopuszczalnymi na stanowiskach pracy. Zauważył, iż najniższe stężenia zanieczyszczeń występowały w komorach remontowych maszyn, które są dobrze wentylowane. Następnie Autor dysertacji przeprowadził pomiary stężeń zanieczyszczeń z układów wylotowych samojezdnych maszyn górniczych, które wykonał przy użyciu przenośnego analizatora spalin. Przeprowadził pomiary tlenu i ditlenku azotu, tlenu i ditlenku węgla, ditlenku siarki oraz cząstek stałych. Aby uzyskać wiarygodne wyniki pomiarów wykonał ocenę poziomu tła. W tej części należy podkreślić wysoką wartość naukową przeprowadzonych analiz. Doktorant wykonał szczegółowy opis zastosowanej procedury pomiarowej. Sporządził kartę pomiarów stężeń wybranych zanieczyszczeń pochodzących ze spalin silników o zapłonie samoczynnym pracujących w samojezdnych maszynach górniczych. Następnie Autor przeprowadził walidację metod pomiarowych, stosując analizę statystyczną. Podczas walidacji użytej metody pomiarowej wykorzystał mieszaninę gazów wzorcowych, dzięki czemu prawidłowo szacowano niepewności związane z wzorcowaniem aparatu pomiarowego. W kolejnych krokach swoich badań dokonał szacowania niepewności związanej z powtarzalnością użytej metody pomiarowej, odtwarzalności wewnątrzlaboratoryjnej metody pomiarowej, precyzji pośredniej wynikającej z pomiarów rzeczywistych różnych samojezdnych maszyn górniczych w podziemnych wyrobiskach oraz całkowitego pomiaru stężenia wybranych zanieczyszczeń gazowych z układów wylotowych samojezdnych maszyn górniczych.

Na ogromne uznanie zasługuje ilość przeprowadzonych analiz. Doktorant przeprowadził pomiary wybranych zanieczyszczeń dla 69 samojezdnych maszyn górniczych (uwzględniając różne prędkości obrotowe silników). W ten sposób zgromadził olbrzymia ilość danych. Znając poziomy emisji każdej z maszyn Doktorant może stworzyć bazę danych, która pozwoli na umiejętne zarządzanie ich pracą. Autor podał przykład, że można kierować maszyny o niższym poziomie emisji zanieczyszczeń do miejsc, w których wentylacja jest utrudniona lub miejsc znajdujących się daleko od szybu wdechowego, a świeże powietrze wędruje najdłużej. Natomiast maszyny o wyższych poziomach stężeń zanieczyszczeń, mogą być kierowane w miejsca prac, gdzie wentylacja jest dużo lepsza i panują lepsze warunki wentylacyjne, co ułatwia rozcieńczanie emitowanych spalin do powietrza kopalnianego.

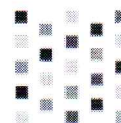


Pan magister Marcin Przybyła przeprowadził szczegółowe analizy w celu oznaczenia węgla elementarnego pochodzącego ze spalin w powietrzu kopalnianym, oraz na stanowiskach pracy zlokalizowanych w podziemnych wyrobiskach górniczych. Doktorant bardzo szczegółowo opisał metodę pobierania próbek zanieczyszczeń pyłowych. Korzystał z różnych badań od badania pyłu kopalnianego z użyciem liczników cząstek, poprzez analizy wykorzystujące skaningową mikroskopię elektronową, dyfrakcję rentgenowską metodą proszkową oraz spektroskopię Ramana. Na uznanie zasługuje fakt, iż z dużą starannością i dokładnością Pan mgr Marcin Przybyła dokonał walidacji pobierania próbek przez stosowanie różnych głowic pomiarowych w celu wybrania najbardziej optymalnego rozwiązania dla podziemnych wyrobisk górniczych. Doktorant przeprowadził 9 serii pomiarowych, a ich wyniki poddał ocenie statystycznej. Efektem końcowym było opracowanie i wdrożenie, walidowanej i akredytowanej metody badawczej, która może być wykorzystana do pomiarów stężenia węgla elementarnego w powietrzu kopalnianym oraz na stanowiskach pracy zlokalizowanych w podziemnych wyrobiskach górniczych. Dodatkowo w swojej rozprawie doktorskiej, Pan mgr Marcin Przybyła opracował i opisał wdrożenie metody chromatografii jonowej do oznaczania lotnych związków organicznych pochodzących ze spalin emitowanych z samojezdnych maszyn górniczych.

Na zakończenie swojego opracowania Doktorant postanowił przeprowadzić eksperyment korelacji pomiarów lotnych związków organicznych z analizą węgla elementarnego. Efektem tych prac było zaproponowanie czterech modeli, które pokazują korelacje pomiędzy ilością lotnych związków organicznych a stężeniem węgla elementarnego w powietrzu kopalnianym i mogą być wykorzystane w badaniach przesiewowych do wstępnej oceny jakości powietrza w miejscach narażonych na emisję spalin z silników o zapłonie samoczynnym.

Podsumowując wartość naukową pracy Pana mgr Marcina Przybyły stwierdzam, iż postawioną tezę badawczą w pełni zrealizował. Zaproponował stworzenie systemu monitorowania wybranych zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów samojezdnych maszyn górniczych. Przedstawione badania należy uznać za nowatorskie. Zwłaszcza opracowanie nowych metod pomiarowych: 1) oznaczanie węgla elementarnego (akredytowana metoda pomiarowa) oraz 2) opracowanie metody pomiarowej z wykorzystaniem przenośnego chromatografu gazowego do wyznaczenia lekkich związków organicznych w powietrzu kopalnianym. Opisane osiągnięcia naukowe wskazują to na dojrzałość naukową autora.

Nowatorskie podejście do przeprowadzenia badań zanieczyszczeń powietrza z emisji silników pojazdów samojezdnych w kopalniach głębinowych może mieć zastosowanie w innych zakładach górniczych i ma doniosły wkład w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.





Uwagi krytyczne

Recenzentka zasadniczo nie wnosi uwag krytycznych do ocenianej pracy doktorskiej. Jest ona bardzo dobrze przygotowana. Wszystkie zaplanowane etapy prowadzonych pomiarów, ich walidacja a następnie interpretacja jest przeprowadzona z dużą starannością. Ponadto recenzentka jest pod wrażeniem ogromu przeprowadzonych badań. Doktorant stosując wiele różnych metod pomiarowych, wykazał się doskonałą znajomością warsztatu badawczego. Porównywanie uzyskanych wyników z danymi literaturowymi oraz odniesienie ich do norm prawnych świadczy o znajomości i doskonałym opanowaniu tematyki w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Doktorant wykazał się także umiejętności wykorzystania tej wiedzy w praktyce. Warto podkreślić iż przedłożona rozprawa zawiera szereg tabel, rysunków, wykresów oraz zdjęć doskonale dokumentujących poszczególne etapy realizacji zaplanowanych badań.

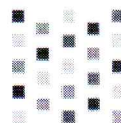
Jedyną uwagę, która ma na celu wywołanie dyskusji jest brak informacji o ewentualnych rozwiązaniach stosowanych do redukcji emisji szkodliwych substancji tj. filtrów cząstek stałych, bądź substancji ograniczających emisję tlenków azotu z silników o zapłonie samoczynnym. Czy takie rozwiązania są lub mogą mieć zastosowanie w samojezdnym maszynach górniczych z silnikami o zapłonie samoczynnym?

Powyższa uwaga w żaden sposób nie umniejszają całości pracy.

Podsumowanie

Wybór tematu należy uznać za trafny zarówno pod względem aplikacyjnym, jak i poznawczym. Przyjęty przez Pana magistra Marcina Przybyłę plan badań, dla zrealizowania postawionych tez został w pełni wykonany. Doktorant:

- a) wykazał się umiejętnością prowadzenia badań z wykorzystaniem wielu metod pomiarowych,
- b) doskonale potrafił wykorzystać uzyskane wyniki badań do ich zastosowania w praktyce,
- c) nabył niezbędnej wiedzy w zakresie omawianej tematyki,
- d) wykazał się umiejętnością samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów naukowych,
- e) zastosował nowatorskie metody pomiarowe.





Podsumowując, stwierdzam, że recenzowana praca doktorska Pana magistra Marcina Przybyły zasługuje na wyróżnienie za opracowanie koncepcji systemu monitorowania stężeń zanieczyszczeń powietrza pochodzących ze spalin samojezdnych maszyn górniczych, opracowanie i wdrożenie, akredytowanej metody badawczej wykorzystywanej do pomiarów stężenia węgla elementarnego w powietrzu kopalnianym oraz na stanowiskach pracy zlokalizowanych w podziemnych wyrobiskach górniczych, a także za opracowanie i wdrożenie metody chromatografii jonowej do oznaczania lotnych związków organicznych pochodzących ze spalin emitowanych z samojezdnych maszyn górniczych. Osiągnięcia te wnoszą nowe informacje oraz dają nowe możliwości poznawcze i badawcze w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Recenzowana praca w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, zgodnie z art. 187 ust.1 i 2 ustawy Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2022 r., poz.574 z późn. zm.) i wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Doktoranta do dalszego etapu postępowania kwalifikacyjnego w celu uzyskania stopnia doktora.

Z poważaniem

