



Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej

Gdańsk, 2023.12.01

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. Marcina Przybyły

"System monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów wylotowych samojezdnych maszyn górniczych na potrzeby zarządzania jakością powietrza w podziemnych wyrobiskach kopalń KGHM PM S.A."

1. Uwagi ogólne

Systemy monitoringu jakości powietrza atmosferycznego, wewnętrznego czy na stanowiskach pracy są nieodzownym elementem dbałości o zdrowie i życie człowieka oraz szeroko pojętej ochrony środowiska. Ostatnie lata przyniosły rozwój technik pomiarowych oraz metod pobierania próbek ze względu na coraz surowsze regulacje prawne, powodujące zaostrzenie wartości stężeń dopuszczalnych, częstości przekroczeń, czy najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS). Rozwój ten był ukierunkowany w poprawę parametrów metrologicznych urządzeń pomiarowych. Wymagania stawiane tym urządzeniom dotyczą poziomu mierzonych stężeń, czasowi pozyskiwania informacji oraz jakości uzyskanych wyników. Idealnym rozwiązaniem byłoby, aby urządzenia pomiarowe często oparte na czujnikach, czy matrycach czujnikowych charakteryzowały się jakością wyników porównywalną z wynikami uzyskanymi za pomocą technik referencyjnych. Przewaga technik pomiarowych opartych na czujnikach, czy matrycach czujnikowych w stosunku do technik referencyjnych często polega na:

1. cenie urządzenia pomiarowego (czujniki są dużo tańsze od technik referencyjnych),
2. szybkości pozyskiwania informacji (czujniki pracują w trybie *on-line* i mogą pracować również *in-situ*, co często dla technik referencyjnych będących na wyposażeniu laboratorium nie jest możliwe),

3. miniaturyzacji i łatwości w obsłudze (w przypadku technik referencyjnych potrzeba wykwalifikowanego personelu).

Techniki czujnikowe w ostatnich latach zyskują na popularności ze względu na zastosowania w wielu dziedzinach życia człowieka. Drugim aspektem, który niewątpliwie przyczynia się do popularności tego typu technik pomiarowych są coraz lepsze parametry metrologiczne i rozwój metod analizy danych. Na rynku pojawiło się w ostatnim czasie wiele rozwiązań technicznych i technologicznych czujników, który spowodował obniżenie granicy wykrywalności do poziomu stężeń ppb v/v. Jest to niewątpliwym sukces, dodatkowo względnie niska cena tych urządzeń pomiarowych spowodowała, że tzw. rozwiązania *low-cost* cieszą się popularnością i zyskują coraz więcej zwolenników w dobie modnych tematów od Smart City, po ocenę jakości powietrza wewnętrznego i atmosferycznego.

Monitoring jakości powietrza w podziemnych kopalniach nie jest łatwym zagadnieniem, ze względu na dynamikę procesów zachodzących w ograniczonej przestrzeni. Dodatkowo, oprócz występującej emisji z maszyn napędzanych paliwem typu olej napędowy występują zmienne warunki wentylacyjno-klimatyczne, które znacznie się różnią od tradycyjnych pomiarów powietrza atmosferycznego, czy powietrza wewnętrznego.

Podjęta przez Doktoranta tematyka pracy w celu pozyskania nowych informacji oraz poszerzenia wiedzy w tym obszarze jest jak najbardziej uzasadniona. Dodatkowo, ze względu na specyfikę doktoratu wdrożeniowego, Doktorant miał za zadanie rozwiązać problem występujący w danym zakładzie pracy, lub poprzez swoje badania opracować wdrożenie rozwiązań techniczno-technologicznych umożliwiających poprawę funkcjonowania zakładu pracy. Reasumując, uważam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr. Marcina Przybyły z tytułem "System monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów wylotowych samojedznych maszyn górniczych na potrzeby zarządzania jakością powietrza w podziemnych wyrobiskach kopalń KGHM PM S.A." wpisuje się w trendy naukowe oraz rozwiązuje zagadnienia wdrożeniowe związane z doktoratem wdrożeniowym. Doktorant przedstawił wyniki swoich badań, obejmujących ocenę możliwości zastosowania systemu monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza w podziemnych wyrobiskach górniczych. Rozprawa doktorska została przygotowana na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechnik Wrocławskiej pod opieką prof. PWr, dr. hab. inż. Andrzeja Szczurka.

Rozprawa doktorska napisana jest w sposób tradycyjny, składa się z dwóch głównych części tj. części teoretycznej i części eksperymentalnej, razem rozprawa liczy 185 stron, gdzie zawarte jest 117 rysunków, 57 tabel oraz 94 pozycji literaturowych.

Część teoretyczna składa się z 6 rozdziałów, natomiast część eksperymentalna składa się z 5 rozdziałów, w których zawarty jest cel i zakres badań oraz wnioski i podsumowanie. Dodatkowo, w pracy znajduje się streszczenie w języku polskim i angielskim.

2. Cel rozprawy i zadania szczegółowe

Cel rozprawy został określony w czterech zadaniach szczegółowych:

1. opracowanie metodyki pomiarowej w celu jednakowego podejścia metrologicznego oraz pomiarowego,
2. walidacja opracowanej metodyki pomiarowej z uwzględnieniem specyficznych warunków wentylacyjno-klimatycznych w podziemnych wyrobiskach górniczych,
3. pozyskanie danych w wyniku monitoringu stężenia zanieczyszczeń,
4. pozyskanie informacji co do zarządzania jakością powietrza ze względu na bezpieczeństwo i komfort pracy.

Cel rozprawy doktorskiej wg mnie nie został sformułowany jasno i klarownie. Uważam, że Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej powinien przedstawić cel naukowy oraz zadanie wdrożeniowe, co ułatwiłoby ocenę, czy cel został w pełni zrealizowany. Niekiedy trudno oddzielić w pracy, co zostało naukowo zrealizowane, a co należy do zadania czy projektu wdrożeniowego. Niezależnie od formy przedstawionego celu rozprawy doktorskiej uważam, że Doktorant podjął się ambitnego celu wymagającego przeprowadzenia wymagających eksperymentów. Badania wykonane w ramach przedstawionych zadań szczegółowych nie budzą większych zastrzeżeń. Wątpliwości moje budzi częstotliwość przeprowadzonych badań - nie jest to jasno sformułowane w pracy. Ponadto, również wybór substancji chemicznych, które monitorowano nie jest jednoznaczny, dlaczego nie prowadzono monitoringu metanu oraz siarkowodoru? Na pewno w publicznej obronie będzie trzeba wyjaśnić te wybory.

3. Krótkie omówienie rozprawy doktorskiej

Prace badawcze w ramach przewodu doktorskiego prowadzone były w kilku etapach, których realizacja doprowadziła do osiągnięcia postawionego celu. Przeprowadzone prace eksperymentalne poprzedzone zostały w miarę krytycznym przeglądem literatury przedmiotu (94 pozycje literaturowe w przypadku rozpraw doktorskich nie są imponującym wynikiem), gdzie Doktorant opisał m. in.: podstawy prawne dotyczące monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza w podziemnych kopalniach, metody pobierania próbek gazowych i pyłów, metody pomiarowe stosowane w monitoringu powietrza w podziemnych kopalniach. Brakuje mi w tym przeglądzie literatury wyzwań i trendów naukowych,

jakie są stawiane obecnie w przypadku prowadzenia monitoringu jakości powietrza w podziemnych kopalniach.

Prace badawcze i rozwojowe obejmowały natomiast: opracowanie koncepcji systemu monitoringu jakości powietrza w wyrobiskach górniczych, a konkretnie w kopalni będącej miejscem pracy Doktoranta. Ponadto, część eksperymentalna obejmowała pomiary imisyjne: CO, CO₂, NO, NO₂, węglowodory alifatyczne i aromatyczne oraz ich pochodne, EC oraz pomiary emisyjne spalin z samojezdnych maszyn górniczych. Dodatkowo, w części eksperymentalnej przeprowadzono walidację metody pomiarowej użytej do pomiarów spalin z samojezdnych maszyn górniczych oraz metody pomiarowej użytej do oznaczania LZO. Dobór metod badawczych oraz możliwość pozyskania dodatkowych informacji nie budzą dla mnie większych wątpliwości. Wątpliwości budzą natomiast interpretacja uzyskanych niektórych wyników.

Nie ulega wątpliwości, że pozyskana wiedza i informacje z tych badań pozwoliły Doktorantowi osiągnąć postawiony cel rozprawy doktorskiej.

4. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Tematyka pracy doktorskiej jest ciekawa i ważna z punktu widzenia pozyskania informacji na temat szybkiej detekcji jakości powietrza w podziemnych kopalniach oraz stanowisk miejsc pracy. Najważniejszym elementem rozprawy, podlegającym szczegółowej ocenie są wyniki badań przedstawione w rozprawie doktorskiej. Wyniki powinny stanowić oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego oraz w przypadku doktoratu wdrożeniowego rozwiązać problem lub wdrożyć takie rozwiązanie, aby funkcjonalność zakładu uległa poprawie. Mogę stwierdzić, że znalazłem w tej pracy kilka uchybień i wątpliwości, jednakże przedstawione wyniki prac eksperymentalnych wskazują na umiejętność poprawnego prowadzenia badań naukowych. Wniosek ten uzasadnia: opis prowadzonych badań, dyskusja wyników oraz sformułowane konkluzje, które potwierdziły poprawnie zaplanowanie, a także wykonanie prac eksperymentalnych doprowadzając Doktoranta do realizacji celu rozprawy doktorskiej.

Przedstawione w recenzowanej pracy doktorskiej rezultaty badań po doprecyzowaniu w publicznej obronie kilku aspektów wnoszą wg mnie elementy nowości w rozwoju nauki dotyczącej oceny powietrza w podziemnych kopalniach. Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta zaliczyłbym:

1. przeprowadzenie walidacji metodyki pomiarowej z uwzględnieniem specyficznych warunków wentylacyjno-klimatycznych w podziemnych wyrobiskach górniczych,

2. opracowanie wstępnego testu przesiewowego do oceny poziomu narażenia pracownika na stężenie węgla elementarnego.

Do najważniejszych osiągnięć w ramach zadań wdrożeniowych zaliczyłbym:

1. wdrożenie do praktyki pomiarowej metody oznaczania węgla elementarnego pochodzącego ze spalin samojezdnych maszyn górniczych we współpracy z akredytowanym laboratorium CIOP-PIB w Warszawie.

Do przedstawionych wyników w pracy mam jednak kilka uwag, komentarzy czy wątpliwości, które mam nadzieję, że zostaną wyjaśnione podczas publicznej obrony:

1. Jaka jest różnica pomiędzy cząstkami stałymi a aerozolem str. 8, wydaje mi się, że Doktorant zamiennie stosuje te pojęcia.
2. Co to są aromatyczne octany str. 8? proszę o wyjaśnienia.
3. Czy węgiel aktywny jest sorbentem polarnym? str. 23 proszę o wyjaśnienia.
4. Co to jest fotojonizacja płomieniowa? wg Doktoranta to technika stosowana w detektorach PID str. 32, proszę o wyjaśnienia.
5. Niepewność gazów str. 43, na czym polega?
6. Węglowodory cykliczne to nie są węglowodory typu WWA str. 59, proszę o komentarz.
7. Czy współczynniki k1-k9 zawarte w Tabeli 1 str. 71 są poprawnie użyte do obliczenia NDS WWA?
8. Tabele 18, 21, 22 str. 70-73, jakie są przedziały czasowe dla wykonywanych pomiarów poziomu stężeń zanieczyszczeń?
9. Dlaczego stężenie NO wynosi 4 ppm na str. 85, a na stronie 76 tylko 1,57 ppm, a dotyczy pomiarów imisyjnych, skąd ta różnica?
10. Odzysk str. 146, nie jest parametrem walidacyjnym, proszę o komentarz w tej sprawie.

Inne drobne uwagi oraz komentarze zostały zawarte w punkcie "Ocena formy redakcyjnej rozprawy".

5. Ocena formy redakcyjnej rozprawy

Mimo należytej staranności Doktorant nie ustrzegł się błędów edytorskich, stylistycznych czy drobnych związanych z pisownią. Poniżej przedstawione są strony, na których znalazłem te błędy edytorskie: 6, 8, 12, 13, 38. Ponadto, rysunki przedstawiające szacowanie niepewności w 9 rozdziale charakteryzują się małą rozdzielczością i są mało czytelne, przez co utrudniają interpretację uzyskanych wyników.

Również cała część redakcyjna jest napisana czcionkami różnych formatów, co utrudnia czytanie i wpływa na ogólną czytelność pracy.

6. Podsumowanie recenzji

Tematyka pracy doktorskiej jest ciekawa i ważna z punktu widzenia informacji na temat jakości powietrza w kopalniach podziemnych oraz poziomu emisji z samojezdnych maszyn górniczych. Ponadto, Doktorant wykazał, że przeprowadzone badania przyczyniły się do wdrożenia do praktyki pomiarowej metody pomiarowej dotyczącej poziomu stężenia węgla elementarnego w podziemnych wyrobiskach górniczych. Mogę stwierdzić, że znalazłem w tej pracy pewne uchybienia i wątpliwości, jednakże przedstawione wyniki prac eksperymentalnych wskazują na umiejętność poprawnego i logicznego prowadzenia badań naukowych. Co w świetle wymagań określonych w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742), a mianowicie:

1. Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Czy przedmiot rozprawy doktorskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Mogę stwierdzić, że w poprawnym stopniu zostały spełnione wyżej przedstawione wymagania. Wniosek ten uzasadnia: opis prowadzonych badań, dyskusja wyników oraz sformułowane wnioski, które w znacznym stopniu potwierdziły poprawność zaplanowanych i wykonanych prac eksperymentalnych.

Na zakończenie recenzji chciałbym podkreślić, że rozprawa doktorska mgr. Marcina Przybyły zatytułowana "System monitoringu stężeń zanieczyszczeń powietrza emitowanych z układów wylotowych samojezdnych maszyn górniczych na potrzeby zarządzania jakością powietrza w podziemnych wyrobiskach kopalń KGHM PM S.A.", przedstawia ciekawe rozwiązane naukowe, jak również wdrożeniowe. W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Marcina Przybyły spełnia wymagania pracy doktorskiej o której mowa w stosownej ustawie.

W związku z powyższym zwracam się do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie mgr. Marcina Przybyły do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

POLITECHNIKA GDAŃSKA
WYDZIAŁ CHEMICZNY
Katedra Inżynierii Procesowej
i Technologii Chemicznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
NIP 584 020 35 93 REGON 000001620

Kierownik Katedry Inżynierii Procesowej
i Technologii Chemicznej

dr hab. inż. Jacek Gabiński, prof. PG
WYDZIAŁ CHEMICZNY
POLITECHNIKA GDAŃSKA