

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Piotra Ostrogórskiego
pt.: „Ocena i detekcja zagrożenia metanowego rejonu ściany w oparciu
o rozproszony system bezprzewodowy”

Recenzja została sporządzona na zlecenie Dyrektora Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk, dr hab. inż. Przemysława Skotnicznego. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. „**Ocena i detekcja zagrożenia metanowego rejonu ściany w oparciu o rozproszony system bezprzewodowy**”, wykonana została przez mgr. inż. Piotra Ostrogórskiego, pod kierunkiem dr hab. inż. Przemysława Skotnicznego.

WPROWADZENIE

Podstawę opracowania recenzji stanowi oprawiony wydruk komputerowy pracy doktorskiej, która została zrealizowana pod kierunkiem naukowym Promotora, Przemysława Skotnicznego. Dyrektor Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk, dr hab. inż. Przemysław Skotniczny, w imieniu Rady Naukowej Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk oraz swoim zwrócił się 30.05.2022 roku o sporządzenie recenzji pracy doktorskiej mgr. inż. Piotra Ostrogórskiego pt. „Ocena i detekcja zagrożenia metanowego rejonu ściany w oparciu o rozproszony system bezprzewodowy”.

Konstrukcja dysertacji oparta jest na 8 rozdziałach, bibliografii i 2 załącznikach o objętości 122 stron, spisie treści, spisie oznaczeń i symboli oraz definicji pojęć. W spisie literatury zamieszczono 115 pozycji literatury, tj. publikacje, materiały konferencyjne, raporty oraz regulacje prawne, z czego 61 to pozycje obcojęzyczne. Praca jest bogato udokumentowana 12 zestawieniami tabelarycznymi oraz 67 rysunkami. Do pracy nie dołączono streszczenia w języku angielskim.

CHARAKTERYSTYKA TREŚCI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Praca doktorska Pana mgr. inż. Piotra Ostrogórskiego koncentruje się na zagadnieniach związanych z zagrożeniem metanowym oraz rozwojem narzędzi do detekcji i określania poziomu tego zagrożenia. W pracy zwrócono uwagę na przyrządy indywidualne i możliwości wykorzystania rejestrowanych przez te urządzenia danych. Możliwość łączenia urządzeń w sieć bezprzewodową w kopalniach podziemnych od lat jest wyzwaniem. Przenikanie fal elektromagnetycznych przez górotwór jest mocno ograniczone ze względu na ich silne tłumienie. Dodatkowo metalowa obudowa wyrobisk działa jak klatka Faradaya ograniczając wydostawanie się fal na zewnątrz. Problem komunikacji podziemnej częściowo rozwiązuje infrastruktura w postaci przewodu promieniującego, który pełni rolę anteny nadawczo-odbiorczej. Wiele z polskich kopalń

posiada łączność i komunikację bezprzewodową realizowaną przewodem promieniującym, jednak zasięg transmisji obejmuje tylko niektóre wyrobiska. Poszczególne rozdziały recenzowanej pracy doktorskiej poszerzają zagadnienia sieci bezprzewodowych w kontekście zagrożenia metanowego.

Rozdział 1., zawarty na niecałych 3 stronach, stanowi wprowadzenie do tematyki przedmiotu recenzowanej pracy doktorskiej. **Rozdział 2.**, (4 strony) zawiera objaśnienie celu i zakresu pracy, tezę pracy, wyjaśnienie pojęć zawartych w tezie oraz uzasadnienie podjęcia tematu badań. W **rozdziale 3.**, na 27-iu stronach przedstawiono obecny stan wiedzy dotyczący zagrożenia metanowego, metody jego prognozowania, przyczyny występowania zjawisk takich jak wybuchy i zapalenia metanu, analizę wypadkowości w tym zakresie. W rozdziale tym omówiono ponadto stosowane obecnie systemy i czujniki metanu. W **rozdziale 4.**, (4 strony) w syntetyczny sposób wyjaśniono zaproponowaną przez Autora koncepcję przekazywania danych pomiarowych przez metanomierze pracujące w sieci bezprzewodowej typu Ad Hoc. W **rozdziale 5.**, (12 stron) przedstawiono algorytmy działania proponowanego systemu detekcji zagrożenia metanowego, który jest wynikiem pracy koncepcyjnej nad rozwiązaniem problemu badawczego. **Rozdział 6.** (28 stron) zawiera opis autorskiego programu DevSim służącego do symulacji ruchu załogi oraz pracy systemu bezprzewodowego w wyrobiskach podziemnych. W rozdziale tym ponadto przedstawiono wyniki symulacji z wykorzystaniem programu DevSim bazujące na danych z programu Ventgraph. W **rozdziale 7** (18 stron) opisano wyniki dwóch eksperymentów przeprowadzonych w kopalniach węgla kamiennego. **Rozdział 8.** (3 strony) zawiera wnioski i podsumowanie pracy.

W recenzji przyjęto następujące kryteria oceny: uzasadnienie wyboru tematu i problematyki badawczej, poprawność formułowania celów i tezy pracy, ocena struktury rozprawy i jej zawartości merytorycznej, uwagi merytoryczne i formalne oraz wynikająca z wyżej sformułowanych kryteriów, ostateczną konkluzję.

II) Wybór tematu i określenie problematyki badawczej

Oceniając trafność wyboru tematu dysertacji należy podkreślić, że Doktorant dostrzegł istotny problem badawczy, który warto analizować zarówno w wymiarze teoretycznym jak i empirycznym. Przedstawiony i rozwiązany problem badawczy ma także opisane w pracy zastosowanie aplikacyjne. Tematyka badawcza ma istotne znaczenie praktyczne koncentrując się na zagadnieniach związanych z zagrożeniem metanowym oraz rozwojem narzędzi do detekcji i określania poziomu tego zagrożenia w podziemnych kopalniach węgla kamiennego. Stosowane w górnictwie przyrządy indywidualne nie pozwalają na transmisję danych pomiędzy sobą, co utrudnia wprowadzenie automatycznego rozpowszechniania informacji o zagrożeniu. Brak wymiany danych pomiędzy przyrządami ogranicza wnioskowanie o poziomie wykrytego zagrożenia do danych z jednego przyrządu. Obecnie przyrządy nie posiadają również możliwości przypisywania pomiaru do miejsca jego wykonania. Fakt ten niesie ze sobą wiele ograniczeń przede wszystkim nie można wykonywać pomiarów w sposób

ciągły podczas przemieszczania się osoby z przyrządem ponieważ w pamięci urządzenia zapisane zostaną tylko stężenia metanu i czas, brakuje informacji o miejscu pomiaru. Połączenie indywidualnych przyrządów pomiarowych w sieć pozwala na uzupełnianie informacji i danych pomiarowych na przykład w bazie danych, która na dalszym etapie rozwoju systemu może posłużyć do analiz z wykorzystaniem algorytmów Big Data, czy Data Mining. Sieć typu Ad Hoc, na której zastosowanie zdecydował się Doktorant, to sieć o częstych zmianach w drodze transmisji sygnału, co jest związane ze zmianami wzajemnego położenia urządzeń w sieci. Sieć Ad Hoc może stanowić uzupełnienie sieci stacjonarnej jednak nie zastąpi jej, choćby ze względu na dopuszczalne przerwy w transmisji i dużą zależność ciągłości transmisji od liczby urządzeń w zasięgu. Na uwagę jednak zasługuje fakt, że wykorzystanie zaproponowanego rozwiązania pozwala na wnioskowanie i ocenę symptomów zagrożenia metanowego rejonu ściany. Obecnie urządzenia gazometrii kopalnianej wysyłają sygnały alarmowe w przypadku przekroczenia dopuszczalnej wartości stężenia. Nie wskazują jednak na symptomy wzrostu poziomu zagrożenia związane ze wzrostem wartości mierzonej, o ile wartość ta nie osiągnęła progu ostrzegawczego lub alarmowego. Wczesne wykrycie zagrożenia może zapobiec fatalnym w skutkach wypadkom oraz wstrzymaniem pracy zakładu lub jego części.

III) Cel i teza pracy

Cel badawczy został opisany przez Doktoranta na stronie 9 pracy, gdzie wskazano na konieczność opracowania nowego systemu pomiarowego wykorzystującego rejestrację stężenia metanu i położenie stosowanego czujnika do wnioskowania o poziomie zagrożenia i informowania załogi o wyniku oceny. Osoba posługująca się przyrządem otrzyma komunikat o aktualnym poziomie zagrożenia metanowego i będzie mogła w odpowiednim czasie zastosować się do procedur górniczych określonych w tym przypadku. Przesyłanie informacji, uzupełnianie danych i wnioskowanie zmierza do wspólnego stanu świadomości o zagrożeniu dla wszystkich osób wyposażonych w przyrządy indywidualne. Wczesne wykrywanie zagrożenia metanowego podobnie jak i innych zagrożeń naturalnych jest kluczowe dla bezpieczeństwa załogi kopalni.

Głównym celem badawczym pracy było opracowanie algorytmu, czyli sposobu detekcji zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego z wykorzystaniem programu do symulacji ruchu załogi oraz pracy urządzeń w sieci Ad Hoc.

Ponadto Doktorant na stronie 10 pracy wskazał jednoznacznie tezę pracy, cytując: „Zastosowanie sieci czujników indywidualnych stężenia metanu wraz z zaproponowanym algorytmem przetwarzania i weryfikacji danych pozwala na wyznaczenie aktualnego poziomu zagrożenia metanowego w miejscu przebywania załogi”. Strona formalna tezy jest poprawna, a zatem możliwe jest przeprowadzenie jej weryfikacji. Teza koresponduje z tytułem i treścią pracy doktorskiej.

IV) Metoda badawcza

Przyjęte przez Doktoranta metody są adekwatne do realizacji wskazanego celu badawczego pracy.

Opracowanie algorytmu, czyli sposobu detekcji zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego z wykorzystaniem programu do symulacji ruchu załogi oraz pracy urządzeń w sieci Ad Hoc zostało poprzedzone studiami literatury, analizą wypadkowości oraz przeglądem obecnie dostępnych i stosowanych systemów i czujników metanu. Kolejnym krokiem było stworzenia autorskiego programu DevSim służącego do symulacji ruchu załogi oraz pracy systemu bezprzewodowego w wyrobiskach podziemnych, a także symulacja jego działania. W końcowej części pracy dokonano weryfikacji działania programu w warunkach rzeczywistych dwóch kopalń węgla kamiennego.

V) Struktura rozprawy, zawartość merytoryczna

Rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Ostrogórskiego pt.: „Ocena i detekcja zagrożenia metanowego rejonu ściany w oparciu o rozproszony system bezprzewodowy”, stanowi spójne opracowanie umożliwiające realizację zamierzonego celu badawczego. Praca składa się ze wstępu, rozdziałów merytorycznych, podsumowania i wniosków oraz bibliografii.

VI) Uwagi dotyczące strony merytorycznej i formalnej

Strona formalna

1. Strona warsztatowa przedłożonej rozprawy zasługuje na pozytywną ocenę. Praca jest staranna. Doktorant wykazał się znajomością literatury przedmiotu, umiejętnie ją prezentując i właściwie adaptując na potrzeby własnych badań. Pojęcia z zakresu górnictwa i pokrewnych nauk są stosowane w większości właściwie. Strona teoretyczna i empiryczna są ze sobą skorelowane. Tekst opatrzony jest licznymi rysunkami i tabelami.
2. Strona redakcyjna i edytorska jest bardzo dobra. Występują niewielkie niejasności i błędy redakcyjne, które jednak nie wpływają na jasność i precyzję opisu toku i zakresu badań.
3. Rysunki, tabele, spis literatury zostały zamieszczone prawidłowo, opatrzone odpowiednimi podpisami i wyjaśnieniami, są prawidłowo cytowane w tekście, choć w przypadku niektórych rysunków nie jest jasne czy są one autorskimi dokonaniem Doktoranta.

Strona merytoryczna

Praca dotyczy tematyki badawczej zawierającej się w kilku interdyscyplinarnych zagadnieniach, będącej przedmiotem dyskusji naukowej. Dlatego wybrane problemy, dostrzeżone niejasności, przedstawione wątpliwości, poruszane poniżej, mają charakter dyskusji naukowej. Należy zauważyć, że przedstawiona do recenzji rozprawa zawiera rozwiązanie problemu badawczego o charakterze aplikacyjnym.

Uwagi dyskusyjne:

1. W pracy zaproponowano zastosowanie sieci Ad Hoc jako „stosunkowo taniego w utrzymaniu rozwiązania, nie wymagającego zaangażowania dodatkowego personelu”. Wskazano na koszty energii elektrycznej potrzebnej do ładowania akumulatorów oraz koszty ewentualnych napraw i wzorcowania czujników jako główny koszt utrzymania sieci. W pracy jednak nie zawarto analizy kosztów wdrożenia opisanego rozwiązania w warunkach KWK, jak również późniejszych kosztów utrzymania takiego rozwiązania. Przedstawianie beneficjentom rozwiązania, wypracowanego w ramach niniejszej pracy doktorskiej, wymaga uzupełnienia analizy kosztowej.
2. Wymiana danych, w ramach przedstawionego w pracy algorytmu, polega na komunikowaniu się urządzeń znajdujących w zasięgu. Doktorant w pracy zauważa, że uzupełnianie danych odbywa się poprzez ich kopiowanie, powstaje więc problem dublowania się danych, który musi być wyeliminowany. Najprostszym sposobem jest usuwanie nadmiarowych danych na podstawie ID urządzenia i czasu zakończenia pomiaru odcinkowego. Wadą tego rozwiązania jest ciągła wymiana danych, a co za tym idzie energochłonność, która w przypadku urządzeń przenośnych jest istotną kwestią. Zagadnienie to nie zostało jednak rozwinięte w pracy, a jest ono istotne ze względu na niezawodności działania systemu.
3. W pracy przedstawiono wyniki dwóch eksperymentów z dwóch kopalń węgla kamiennego, nie zamieszczono jednak wyjaśnienia w jaki sposób dokonano wyboru kopalń oraz miejsc prowadzenia badań. Jakie kryteria przyjęto?
4. W drugim eksperymencie na wylocie ze ściany przewietrzanej systemem na „U” zaobserwowano znaczącą wariancję stężenia metanu co może powodować wskazania urządzeń na wysoki poziom zagrożenia metanowego. Wg Autora warto zatem rozważyć stosowanie szerszych pól tolerancji dla odcinków obejmujących skrzyżowania ściany z chodnikiem nadścianowym. Jak w praktyczny sposób planuje Doktorant rozwiązanie tego problemu by uniknąć zbyt „szerokiego pola tolerancji”, które będzie prowadziło do rzadszego informowania o zagrożeniu.
5. W końcowym rozdziale pracy zaprezentowano najważniejsze wnioski wynikające z pracy. Stwierdzono, że czas rozchodzenia się pakietu informacji w większym stopniu zależy od ustalenia tras przejścia osób niż od liczby osób na tych trasach, czy tempa przejścia. Liczba osób wpływa na skuteczność przekazywania informacji – częściej zachodzi okazja do wymiany danych. Nie podano jednak minimalnej liczby osób, która wg Autora zapewni poprawne działanie systemu.
6. Niektóre rysunki w pracy wymagają zamieszczenia dodatkowego wyjaśnienia lub legendy np. na rysunku 20 brakuje wyjaśnienia kolorów oraz znaczenia „szarych pól”, na rysunku 21 brakuje wyjaśnienia oznaczenia „*”. Ponadto, tak jak wspomniano wcześniej w recenzji, w przypadku niektórych rysunków nie

jest jasne czy są one autorskimi dokonaniem Doktoranta (szczególnie dotyczy to rysunków o numeracji od 32 do 61).

7. W pracy Doktorant używa pojęcia „katastrofa” w odniesieniu do wypadków zbiorowych. W polskich przepisach nie występuje definicja katastrofy górniczej, dlatego proponuję w publikacji naukowych polskojęzycznych używać pojęcia wypadki zbiorowe lub pojęcie katastrofa ująć w cudzysłów.

VII) Konkluzja

Całościowa analiza recenzowanej dysertacji doktorskiej mgr. inż. Piotra Ostrogórskiego pt. **„Ocena i detekcja zagrożenia metanowego rejonu ściany w oparciu o rozproszony system bezprzewodowy”**, pozwala na sformułowanie wniosku, że Autor przedstawił opracowanie naukowe, w którym zaprezentował zarówno swoją wiedzę teoretyczną jak i kompetencje w zakresie metod badawczych pozwalających na rozwiązanie istotnego problemu badawczego, koncentrującego się na zagadnieniach związanych z zagrożeniem metanowym oraz rozwojem narzędzi do detekcji i określania poziomu tego zagrożenia w podziemnych kopalniach węgla kamiennego.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia wymogi określone w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, w której sformułowano wymóg, iż "rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub artystycznego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej".

Wnoszę zatem do Rady Naukowej Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

