

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Lucjana Świerczka pt.

**Nowa metoda wykorzystania wskaźnika Grahama do oceny stanu zagrożenia
pożarowego w rejonach ścian inertyzowanych azotem**

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Lucjana Świerczka pt. „*Nowa metoda wykorzystania wskaźnika Grahama do oceny stanu zagrożenia pożarowego w rejonach ścian inertyzowanych azotem*” opracowana została na podstawie zlecenia Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach z dnia 21.04.2023, zgodnie z wymaganiami ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668).

1. Treść i zakres pracy doktorskiej

Recenzowana praca składa się ze 136 stron tekstu i Załącznika nr 1 (11 stron). Rozprawa zawiera 6 rozdziałów merytorycznych i podsumowanie (rozdział 7), uzupełnionych rysunkami i tabelami; rozdział 8 stanowi spis literatury. Pod względem formalno-redakcyjnym rozprawa jest przejrzysta, kolorowe rysunki i tabele zawierają informacje poprawnie zinterpretowane w tekście, dostarczają potrzebnej informacji dla lepszego zrozumienia prowadzonych badań.

Rozprawa doktorska dotyczy interesującego tematu jakim jest problematyka poprawnej oceny zagrożenia pożarowego w rejonach ścian wydobywaczy. Pożary są ciągle poważnym ograniczeniem bezpiecznej eksploatacji pokładów węgla, a ocena poziomu zagrożenia ciągle stanowi dla nauki i praktyki wyzwanie. Praktyka górnicza korzysta z szeregu wskaźników oceny poziomu zagrożenia pożarowego, szczególnie w zakresie pożarów endogenicznych. Jednym z istotnym wyznacznikiem oceny stanu zagrożenia pożarem endogenicznym jest wskaźnik Grahama. Znacznym utrudnieniem interpretacji wskaźnika Grahama jest stosowana inertyzacja rejonu zrobów ściany azotem, co powoduje trudności w prawidłowej interpretacji oceny zagrożenia za pomocą wskaźnika Grahama. Autor rozprawy podejmuje badania prowadzące do zwiększenia wiarygodności oceny zagrożenia pożarami endogenicznymi za pomocą wskaźnika Grahama, szczególnie w sytuacji inertyzacji azotem. Oceniając treść rozprawy doktorskiej oraz walory aplikacyjne, stwierdzam, że tematyka rozprawy mieści się w obszarze dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

W rozdziale 2 Autor formułuje tezy rozprawy doktorskiej:

1. *Istnieje możliwość opracowania kryteriów stosowania wskaźnika Grahama dla zwiększenia wiarygodności oceny stanu zagrożenia pożarem endogenicznym w rejonach ścianowych, w których stosuje się azot do inertyzacji.*

2. *Możliwe jest wyznaczanie stanu zagrożenia pożarowego w oparciu o sztuczną sieć neuronową, stopniując to zagrożenie analogicznie do wskaźnika Grahama.*

Autor zamierza wykazać, że realizując kolejne zadania badawcze udowodni postawione tezy.

W rozdziale 3 Autor, opierając się na analizie literatury, znajduje potwierdzenie tezy o możliwości niepoprawnej oceny zagrożenia pożarowego za pomocą wskaźnika Grahama. Biorąc pod uwagę strukturę wzoru do wyznaczania wartości tego wskaźnika Grahama, Autor wykazał, że takie przypadki są możliwe. W tym celu prowadzi wnikliwą analizę wskaźnika Grahama, poszukując przyczyn wpływających na wiarygodność wskaźnika Grahama. Mając do dyspozycji liczną (2777 próbek) próbę statystyczną, Autor stosując metody statystyczne, w tym test t-Studenta, wyznaczył przedział wiarygodności wskaźnika Grahama, z prawdopodobieństwem wynoszącym co najmniej 95%. Prowadzona analiza wzoru do obliczania wskaźnika Grahama wnosi przydatne elementy oceny jego wiarygodności, Autor uzyskane wyniki przedstawia na wykresach i w tabelach. Prowadzone analizy wartości wskaźnika Grahama potwierdziły, że istotny wpływ na to, czy wskaźnik Grahama jest wiarygodny, ma wartość jego mianownika, co pozwoliło Autorowi na opracowanie kryterium przedziału dla wiarygodności wskaźnika Grahama.

W rozdziale 4 rozprawy doktorskiej Autor, kontynuuje analizę wiarygodności wskaźnika Grahama, którą prowadzi dla ścian poddanych wpływem inertyzacji azotem. Podawanie azotu jest szeroko stosowane w profilaktyce pożarowej, a dodatkowa zawartość azotu w próbkach powietrza pobranych ma negatywny wpływ na ocenę stanu zagrożenia pożarowego przy pomocy tego wskaźnika. Badano wiarygodność wskaźnika Grahama w oparciu o wyniki precyzyjnych analiz chromatograficznych próbek powietrza pobranych z rejonów czterech ścian wydobywczych, w których podawano azot jako gaz inertny. Autor przygotował liczną bazową próbę statystyczną (36239 przypadków) z wyników pobranych próbek powietrza z inertyzowanych azotem rejonów czterech ścian z wynikami pochodzącymi z próbek powietrza, pobranych z rejonów ścian nie poddawanych inertyzacji. Opracowana baza danych, do dalszej analizy, została przez Autora wyznaczona na podstawie czterech prawidłowych przyjętych kryteriów. Badania statystyczne tzw. statystyk opisowych w tym badania porównawcze wyznaczonej „Próby bazowej” wykazały, że podany przedział wiarygodności może być niewystarczający.

W rozdziale 5 rozprawy doktorskiej Autor poszukuje kryterium stosowania wskaźnika Grahama w rejonach ścian, w których prowadzi się inertyzację przy użyciu azotu. Wyniki analizy statystycznej wykazały, że podawany azot w celach inertyzacji ma wpływ na zaniżanie oceny stanu zagrożenia pożarowego określonego przy pomocy wskaźnika Grahama, a co ciekawe, może do tego dochodzić nawet wtedy, gdy mianownik wskaźnika Grahama znajduje się w przedziale wiarygodności opisanym w rozdziale 3. Autor bierze pod uwagę stężenia gazów wydzielających się w procesie samozagrzewania węgla, którymi są: etylen, propylen, acetylen, tlenek węgla i wodór. Autor buduje dwie grupy danych: pierwsza tzw. „Grupa I” zawierała próbki powietrza pobrane ze zrobów ścianowych i zza tam izolacyjnych, w których nie stosowano azotu jako gazu inertnego. Natomiast „Grupa II” składała się z

próbek powietrza pobranych w podobnych miejscach, ale zawierających zwiększone stężenia azotu. Autor prowadzi dalsze badania porównawcze obu grup danych z zastosowaniem metod statystycznych w tym testu t-Studenta; na podstawie tych badań Autor wyznaczył dodatkowe kryterium współczynnika Grahama, które należy brać pod uwagę, w przypadku próbek powietrza zawierających azot w ilości większej lub równej co najmniej 80% i dla których omawiany wskaźnik klasyfikuje taki przypadek jako sytuację braku zagrożenia pożarem endogenicznym. Ważnym osiągnięciem Autora jest podanie algorytmu dla oceny wiarygodności wskaźnika Grahama, który został przedstawiony w postaci schematu blokowego na rysunku 5.5.

W rozdziale 6 Autor przedstawia dalsze rozważania stanu zagrożenia pożarowego dla przypadku gdy mianownik wskaźnika Grahama, obliczony dla danej próbki powietrza, znajduje się poza przedziałem wiarygodności lub jest ujemny. To ważne zagadnienie z zakresu oceny zagrożenia pożarem endogenicznym Autor proponuje rozwiązać przy pomocy narzędzia informatycznego sztucznej sieci neuronowej. W tym celu Autor przygotował 24 różne topologie sztucznych sieci neuronowych, a każdą z nich poddał procesowi uczenia, który wynosił milion cykli obliczeniowych. Jako dane wejściowe Autor wykorzystał bazę danych obejmującą próbki powietrza pobranych z różnych rejonów kopalń węgla kamiennego dla których wykonano badania metodą precyzyjnych analiz chromatograficznych. Tym samym budowę sztucznej sieci neuronowej oparto na rzeczywistych danych pobranych w wyrobiskach kopalni. Autor wnikliwie opisał funkcjonalność i przydatność zastosowanego narzędzia informatycznego, a w kolejnych podrozdziałach rozważał:

- przygotowanie danych do nauki sztucznej sieci neuronowej,
- sposób tworzenia sieci neuronowych,
- poszukiwania optymalnej sieci neuronowej,
- porównanie poziomu zagrożenia pożarowego wyznaczonego przy pomocy wskaźnika Grahama oraz przy pomocy sztucznej sieci neuronowej.

Uzyskane wyniki badań Autor przedstawił na rysunkach i w tabelach; uzyskane wyniki świadczą o znacznej przydatności zastosowanego narzędzia do określania poziomu zagrożenia pożarem endogenicznym. W kosekwencji Autor rekomenduje użycie wskaźnika Grahama w praktyce i opracowanej sztucznej sieci neuronowej, a algorytm postępowania Autor przedstawił na rysunku 6.28.

Pracę doktorską kończy rozdział 7, w którym Autor wnikliwie przedstawia podsumowanie swoich badań oraz końcowe, uzasadnione wnioski. Na podstawie wykonanych badań i przeprowadzonej analizy statystycznej i za pomocą sztucznej sieci neuronowej, Autor osiągnął cele postawione w rozdziale 2 pracy, a tym samym tezy rozprawy doktorskiej zostały udowodnione.

2. Ocena szczegółowa pracy doktorskiej, podsumowanie

Celem pracy doktorskiej było rozszerzenie stanu wiedzy w zakresie zastosowania wskaźnika Grahama, który służy w górnictwie podziemnym do oceny zagrożenia

pożarowego. Stwierdzam, że w przedstawionej rozprawie doktorskiej znajdują się oryginalne rozwiązania Autora, jak np.:

- Zastosowanie metod statystycznych dla obszernej bazy danych pozwoliło na wnikliwą i krytyczną analizę wskaźnika Grahama.
- Znaczna poprawa interpretacji stanu zagrożenia pożarowego według wskaźnika Grahama niż ma to miejsce obecnie.
- Omówienie i wyjaśnienie niewiarygodnych i ujemnych wartości ilorazu Grahama z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Należy podkreślić, że opracowane sieci uczone z wykorzystaniem danych z precyzyjnych analiz chromatograficznych próbek powietrza kopalnianego, a następnie analizowano dobroć dopasowania do danych testowych, taki tok postępowania świadczy o porowności prowadzonych badań i uzyskanych wynikach.
- Zaproponowanie nowego sposobu postępowania dla oceny stanu zagrożenia pożarowego w rejonach ścian niepoddawanych i poddawanych inertyzacji azotem.

Wymienione osiągnięcia stanowią o znacznej wartości merytorycznej rozprawy, w tym na widoczny aspekt praktyczny.

Reasumując stwierdzam, że forma i zakres pracy są poprawne i dostosowane dla osiągnięcia celu rozprawy. Stwierdzam, że Autor wykazał się dobrą znajomością przedmiotu badań oraz krytycznym podejściem do własnych wyników badań naukowych. Biorąc powyższe uwagi, wyrażam przekonanie, że rozprawa doktorska mgra inż. Lucjana Świerczka charakteryzuje się poprawną konstrukcją badań, a przyjęte metody badań i interpretacji wyników są właściwe dla tego rodzaju prac. Autor osiągnął cele pracy i udowodnił postawione tezy oraz wykazał znajomość wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Rozprawa doktorska zawiera oryginalne rozwiązania badanego problemu naukowego oraz wnosi nowe elementy poznawcze do aerologii górniczej, zwłaszcza w zakresie oceny zagrożenia pożarowego w górnictwie podziemnym węgla kamiennego

3. Uwagi i spostrzeżenia

W przedstawionej do oceny pracy w trakcie jej studiowania nasuwają się pewne pytania i spostrzeżenia:

1. Korzysta Pan z wyników pomiarów stężeń gazów wykonywanych w rejonie ścian, każde pomiary wykonywane są z pewną niepewnością pomiarową, w rozprawie nie porusza Pan tego zagadnienia, czy uważa Pan, że przedstawione wywody i analizy bezwzględnie są słuszne, czy też są obciążone niepewnością?
2. Ocena poziomu zagrożenia pożarowego nie jest łatwym zagadnieniem, a źle podjęte działania generują znaczne koszty, jak Pan ocenia czy wskaźnik Grahama, którego wiarygodność Pan zwiększył stanowi przełom w ocenie tego zagrożenia?

3. Czy zastosowanie Pana rozwiązań, podanych we Wnioskach rozprawy, sugeruje aby dokonać zmiany w zapisach prawa górniczego? Jeśli tak, to dlaczego.

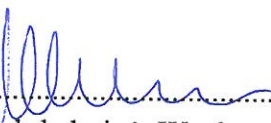
4. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy merytorycznej i formalnej rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Lucjana Świerczka pt. „*Nowa metoda wykorzystania wskaźnika Grahama do oceny stanu zagrożenia pożarowego w rejonach ścian inertyzowanych azotem*” uważam, że stanowi oryginalną pracę mieszczącą się w dyscyplinie naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka i odpowiada warunkom określonym w odpowiedniej Ustawie, ponieważ:

- zawiera zwarty opis metodyki badawczej oceny współczynnika Grahama, interpretacji jego wartości oraz przydatności do oceny zagrożenia pożarowego;
- powyższe stanowi o oryginalnym rozwiązaniu problemu naukowego, jakim jest opracowanie nowych algorytmów oceny zagrożenia pożarowego;
- wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w zakresie górnictwa podziemnego i zwalczania zagrożeń pożarowych;
- wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i organizacji skomplikowanych badań.

Recenzowana praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art.187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku. W związku z tym stawiam wniosek o dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony.

Recenzowana praca Pana mgr inż. Lucjana Świerczka z uwagi na oryginalne i istotne osiągnięcia naukowe i aplikacyjne w pełni zasługuje na wyróżnienie, o co wnoszę do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa.


.....
Prof. dr hab. inż. Wacław Dziurzyński