

dr hab. inż. Stanisław Trenczek  
Główny Instytut Górnictwa  
40-166 Katowice, pl. Gwarków 1

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ  
I GOSPODARKI ZASOBAMI  
Dziennik Podawczy  
Dnia..... 19. 11. 2021  
Lp..... 1146/21

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

### pt. „Metoda prognozowania temperatury powietrza w wyrobiskach ścianowych zmechanizowanych i niezmechanizowanych w warunkach kopalń wietnamskich”, której autorem jest mgr inż. Truong Tien Quan

---

#### 1. Wstęp

Recenzję rozprawy doktorskiej mgr. inż. Truong Tien Quan opracowałem na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, prof. dr. hab. inż. Stanisława Nagy.

Szczegółowa ocena rozprawy doktorskiej odnosi się do warunków określonych art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2021 Poz. 478) w kontekście ich spełnienia, a także zasad wskazanych w Załączniku nr 1 do Zarządzenia Rektora AGH nr 44/2021 z dnia 12 lipca 2021 r.

#### 2. Informacja o ocenianej rozprawie doktorskiej

##### 2.1. Tytuł rozprawy doktorskiej

Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena rozprawy doktorskiej pt. „**Metoda prognozowania temperatury powietrza w wyrobiskach ścianowych zmechanizowanych i niezmechanizowanych w warunkach kopalń wietnamskich**”, przygotowanej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Promotorem pracy jest dr hab. inż. Marek Borowski, profesor AGH, a promotorem pomocniczym – dr inż. Rafał Łuczak.

**Na podstawie recenzowanej treści rozprawy stwierdzam, że tytuł rozprawy jest właściwie dobrany.**

##### 2.2. Układ rozprawy doktorskiej

###### a) Informacja o częściach składowych rozprawy

W rozdziale 1. (str. 10-12) scharakteryzowane zostały uwarunkowania geologiczno-górnictwa występujące w kopalniach podziemnych, które wpływają na warunki klimatyczne.

W rozdziale 2. (str. 13-14) podano cel, zakres i tezy pracy. Punktem wyjścia jest stwierdzenie, że istnieje wiele metod służących prognozowaniu temperatury powietrza w wyrobiskach górniczych, które oparte są na wynikach przeprowadzonych badań. Dodano jednak, że wymagają one dopasowania do warunków występujących w kopalniach wietnamskich. Powodem tego jest występowanie – oprócz ciepła jawnego – ciepła niejawnego. Następnie podano cel i zakres pracy, a także założone tezy.

W rozdziale 3. (str. 15-43) przedstawione zostały różne zagadnienia dotyczące temperatury i wilgotności powietrza w podziemnych wyrobiskach górniczych (nawiązując do nich w pkt 2.10. niniejszej recenzji).

W rozdziale 4. (str. 44-57) Doktorant przedstawił znane z literatury sposoby i metody prognozowania temperatury powietrza w wyrobiskach podziemnych oraz omówił – w czterech podrozdziałach – najbardziej znane modele temu służące. Kolejno opisał: opracowaną w Głównym Instytucie Górnictwa metodę prognozowania temperatury PTO, metodę opracowaną przez prof. Józefa Waclawika, metodę A. F. Woropajewa oraz metodę J. Voß'a. Na koniec dokonał podsumowania wszystkich metod prognozowania, z którego wynika, że w kopalniach wietnamskich metody te nie sprawdzają się. Powodem tego jest niepełne uwzględnienie wymiany ciepła utajonego, wynikającego z wilgoci.

W rozdziale 5. (str. 58-64) scharakteryzowano zagrożenie klimatyczne w wietnamskich kopalniach węgla kamiennego. Na początku dokonano rysu historycznego rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Wietnamie oraz opisano lokalizację zagłębi węglowych. Podkreślono znaczenie Wietnamskiej Grupy Przemysłu Węglowego i Surowców Mineralnych (VINACOMIN) w zwiększaniu rocznego wydobycia węgla kamiennego. Następnie scharakteryzowano ściany w wietnamskich kopalniach węgla kamiennego, opisano występujący w nich stan zagrożenia klimatycznego, a także podano możliwości zwalczania zagrożenia temperaturowego. Dodano też, że klimatyzacją zaczęto się interesować od 2016 r., tj. od czasu wprowadzania zmechanizowanych kompleksów ścianowych – aktualnie w trzech kopalniach stosowane są urządzenia chłodnicze.

Rozdział 6. (str. 65-104) poświęcony jest wynikom badań eksperymentalnych w wietnamskich kopalniach węgla kamiennego. Omówiono metodykę pomiarów, następnie przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w wybranych wyrobiskach eksploatacyjnych, tj. w ośmiu kopalniach na jednej ścianie i w dwóch kopalniach na dwóch ścianach. W dalszej części omówiono kolejno modele prognozy zmian temperatury powietrza. Jako pierwszy omówiono pakiet oprogramowania Venstim Design, służący m.in. do projektowania i optymalizacji wentylacji oraz prognozowania przepływu ciepła, gazów i innych elementów związanych z przewietrzaniem. Szczegółowiej opisano jego możliwości prognozowania temperatury i wilgotności powietrza, a także określania wymagań co do projektowania sposobu klimatyzacji. Następnie przedstawiono wyniki modelowania zmian temperatury w poszczególnych wyrobiskach ścianowych. Danymi wejściowymi były m.in.: rodzaj wyrobisk, kształt i rozmiar wyrobisk źródła ciepła jawnego, utlenianie węgla, ciepło z instalacji technologicznych (rurociągi), czas przewietrzania, temperatura pierwotna górotworu oraz założenia do tyżące ciepła utajonego pochodzącego z odparowania wody w wyrobiskach i powierzchni węgla. Wyniki zilustrowano rysunkami schematów przewietrzania ścian z naniesionymi danymi wyjściowymi tego programu. W podsumowaniu tych symulacji stwierdzono, że choć przeprowadzone prognozowanie jest dosyć dokładne, to proces konstrukcji symulacji jest skomplikowany i nie odnosi się on bezpośrednio do miejsca pracy górników. Stąd konieczność posiadania dokładnej, prostej i łatwej metody prognozowania temperatury powietrza na wylocie ze ściany w miejscu pracy, w warunkach kopalń wietnamskich lub poprawy współczynników w tradycyjnych metodach.

Rozdział 7. (str. 105-167) poświęcony jest statystycznej analizie danych pomiarowych. Na początku określono siedem (choć w tekście podano, że sześć) głównych parametrów wpływających na temperaturę powietrza w wyrobisku. Następnie przeprowadzono analizę statystyczną dla 274 wariantów, w tym dla ścian zmechanizowanych – wyniki przedstawiono w załączniku 1 doktoratu (str. 204-211) – i ścian niezmechanizowanych – wyniki przedstawiono w załączniku 2 (str. 211-219). W dalszej części opisano badanie rozkładu danych pomiarowych

i statystyk opisowych zmiennych oraz kolejno pokazano rozkłady danych pomiarowych i statystyki opisowe zmiennych dla ścian zmechanizowanych i ścian niezmechanizowanych. Dokonano też analizy korelacyjnej parametrów dla modelu ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych. Zobrazowano to macierzami korelacji dla tych dwóch rodzajów ścian. Istotną częścią tego rozdziału jest opis metodyki przeprowadzonych badań oraz wyniki modelowania temperatury powietrza na wylocie ze ścian zmechanizowanych przeprowadzonego wg przyjętych modeli. Najpierw wg modelowania wielorakiego, w którym skorzystano z siedmiu zmiennych niezależnych od temperatury powietrza na wlocie do ściany. Wyniki badań przedstawiono w tabelarycznych zestawieniach i na wykresach. Zestawienia zbiorcze wyników prognozy temperatury powietrza na wylocie ze ścian wykonanych za pomocą modeli regresji przedstawiono w załączniku 3 (str. 220-233) dla ścian zmechanizowanych i w załączniku 4 (str. 234-247) dla ścian niezmechanizowanych.

W rozdziale 8. (str. 168-177) przedstawiono wyniki prognozy temperatury powietrza na wylocie ze ściany uzyskane przy zastosowaniu sztucznych sieci neuronowych. Najpierw dosyć szczegółowo scharakteryzowano model sztucznej sieci neuronowej (ANN), następnie określono trzy ich grupy: uczącą, testową i walidacyjną, w proporcjach 70%, 15% i 15%. Do badań wybrano pięć sieci z najlepszym dopasowaniem modelu. Na koniec omówiono wyniki weryfikacji modeli sztucznych sieci neuronowych.

W rozdziale 9. (str. 178-186) przeprowadzono weryfikację metody prognozy temperatury powietrza dla ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych w warunkach wietnamskich.

Ostatnim jest rozdział 10. (str. 187-188), który zawiera podsumowanie i osiem wniosków z wyników przeprowadzonych badań. Zdaniem Doktoranta pozwala to uznać, że postawione w pracy tezy zostały udowodnione.

#### **b) Ocena układu rozprawy**

Jak wynika z przedstawionego powyżej opisu rozprawy, jej strukturę stanowią rozdziały merytoryczne, podsumowanie i wnioski końcowe. Ponadto w jej skład wchodzi spisy tabel i rysunków, a także wykaz publikacji, aktów prawnych i innych materiałów informacyjnych oraz zestawienia wyników badań Doktoranta (wspomniane wcześniej załączniki).

Recenzowana rozprawa zawiera łącznie 263 strony, w tym:

- pierwsze 3 strony (str. 1-3), to strona tytułowa w j. polskim i j. angielskim oraz podziękowanie,
- następne 3 strony (str. 4-6) to spis treści,
- kolejne 2 strony (str. 7-8) to streszczenie w j. angielskim,
- następna strona (str. 9) to wykaz ważniejszych oznaczeń,
- dalsze 179 stron (str. 10-188), to zasadnicza treść doktoratu, tj. tekst podany w 10 rozdziałach, zawierający 45 tabel, 107 rysunków i 85 wzorów,
- kolejne 2 strony (str. 189-190) to spis tabel,
- następne 5 stron (str. 191-195) to spis rysunków,
- dalszych 8 stron (str. 196-203) zajmuje bibliografia – łącznie 132 pozycje, na którą składają się m.in. dwie pozycje współautorskie Doktoranta,
- ostatnie 60 stron (204-263) stanowią załączniki, będące tabelarycznymi zestawieniami wyników wykonanych pomiarów i parametrów charakteryzujących uwarunkowania geologiczno-górniczne i klimatyczne.

W zasadniczej części doktoratu daje się zauważyć nieproporcjonalnie zróżnicowane objętości poszczególnych rozdziałów. Np. rozdział 3. zawiera 49 stron, a rozdział 7. nawet 63 strony, gdy np.

rozdział 9. tylko dziewięć stron. Jest to niewątpliwie wadą tej rozprawy. Jestem jednak świadom tego, że tematyka, która musi być w rozprawie omówiona jest nieproporcjonalnie obszerna. Dlatego też **uznając, że merytoryczne, zasadnicze rozdziały rozprawy są obszerniejsze, układ rozprawy doktorskiej oceniam jako układ do zaakceptowania.**

### **2.3. Ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej**

Piśmiennictwo zastosowane w recenzowanej pracy doktorskiej odpowiada wymaganiom stawianym tego typu rozprawom. Zasady pisowni języka polskiego, ortografia oraz stylistyka są (poza nielicznymi wyjątkami) zachowane. Biorąc pod uwagę, że autorem rozprawy nie jest obywatel RP tym bardziej należy podkreślić poprawność zastosowanego piśmiennictwa. **Konkludując stwierdzam, że zastosowane w ramach rozprawy doktorskiej piśmiennictwo jest bardzo poprawne.**

### **2.4. Wskazanie oraz ocena celu pracy doktorskiej**

W pracy doktorskiej podano, że jest ona pierwszą rozprawą naukową dotyczącą zagrożenia klimatycznego w wietnamskim przemyśle węglowym. Na podstawie przedstawionej w rozprawie doktorskiej obszernej wiedzy Doktoranta z zakresu uwarunkowań sprzyjających zagrożeniu klimatycznemu, uwarunkowań występujących w różnych państwach w kontekście tego zagrożenia i w różnego rodzaju górnictwach podziemnych, a także na podstawie wiedzy o różnych metodach oceny i prognozowania poziomu zagrożenia klimatycznego oraz wcześniejszych, negatywnych doświadczeń w zastosowaniu znanych rozwiązań dla warunków kopalń wietnamskich możliwe było sformułowanie przez niego następującego celu pracy.

*Celem pracy doktorskiej jest opracowanie metody prognozowania temperatury powietrza w rejonie eksploatacji prowadzonej systemem ścianowym w zmechanizowanych i niezmechanizowanych wyrobiskach ścianowych przewietrzanych sposobem na U od granic pola w warunkach wietnamskich kopalni podziemnych.*

Podane przez Doktoranta różne ekstremalne uwarunkowania klimatyczne występujące w różnych państwach uzasadniają podany cel. Inaczej mówiąc, to co sprawdza się w uwarunkowaniach danego zagłębia węglowego lub/i danego państwa niekoniecznie musi się sprawdzać w innych uwarunkowaniach – tj. w warunkach wietnamskich kopalń węgla kamiennego, dlatego **cel pracy doktorskiej oceniam jako właściwy.**

### **2.5. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych**

Inspiracją pracy doktorskiej były wyniki badania warunków klimatycznych w rejonach ścian kopalń wietnamskich przeprowadzone badawczą metodą obserwacyjną. Wykazały one, że istnieją czynniki wpływające na temperaturę powietrza na wylotach ścian. Z kolei zastosowana badawcza metoda sondażu diagnostycznego pozwoliła określić główne czynniki wpływające na temperaturę powietrza. Kolejną zastosowaną metodą badawczą jest metoda analizy i konstrukcji logicznej, która pozwoliła wyodrębnić siedem takich głównych czynników dla ścian zmechanizowanych, i sześć dla ścian niezmechanizowanych. W najistotniejszej części pracy zastosowano kolejne dwie metody badawcze. Najpierw metodę statystyczną, która pozwoliła zgromadzić i uporządkować dane dotyczące warunków klimatycznych i parametrów geologiczno-górnicznych wybranych 12 ścian w 10 kopalniach węgla kamiennego w Wietnamie, którymi prowadzono eksploatację pokładów węgla w latach 2017-2020. Następnie zastosowano metodę symulacji komputerowej, dzięki której uzyskano wyniki modelowania temperatury powietrza na wylocie ze ścian zmechanizowanych i ścian

niezmechanizowanych przeprowadzonego wg modelowania wielorakiego oraz modeli regresji i przy zastosowaniu modelu sztucznych sieci neuronowych (ANN).

**Zastosowanie kilku metod badawczych oceniam jako właściwe. Jednocześnie dowodzi to umiejętności ich odpowiedniego wyboru i zastosowania przez Doktoranta w rozwiązywaniu problemu naukowego.**

## **2.6. Ocena omówienia uzyskanych wyników badań**

Najistotniejsze wyniki, to wyniki badań prognozy temperatury powietrza na wylocie ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych uzyskane przy zastosowaniu sztucznych sieci neuronowych. Dokonano tu wyboru odpowiednich parametrów jako danych wejściowych i wyjściowych dla stworzenia dokładnego i niezawodnego modelu. Ponadto, w oparciu o zebrane dane, zastosowano modele sieci neuronowych przygotowane z wykorzystaniem pakietu STATISTICA, przy czym funkcję aktywacji i liczbę warstw ukrytych wybrano za pomocą testów statystycznych metodą najmniejszych kwadratów.

Wyniki wszystkich prognoz zilustrowane zostały wykresami, w których porównano wartości predykcji uzyskane przy zastosowaniu każdego modelu z wartościami rzeczywistymi. Najpierw wykonano to w odniesieniu dla pięciu modeli (od ANN-1 do ANN-5) dla ścian zmechanizowanych, a następnie dla pięciu modeli (od ANN-6 do ANN-10) ścian niezmechanizowanych. Zestawienie zbiorcze wyników prognozy temperatury powietrza, wykonanych za pomocą sztucznych sieci neuronowych, przedstawiono w załączniku 5 dla ścian zmechanizowanych oraz w załączniku 6 dla ścian niezmechanizowanych. Przeprowadzona przez Doktoranta weryfikacja metody prognozy temperatury powietrza dla ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych w warunkach wietnamskich bazuje na przygotowanych wcześniej danych wejściowych – parametry powietrza, moc zainstalowanych urządzeń, głębokość zalegania oraz parametry ścian zmechanizowanej i niezmechanizowanej. Obejmuje ona zestawienia wyników prognozy temperatury powietrza na wylocie badanych ścian na podstawie modelu regresji i modelu sztucznych sieci neuronowych, które posłużyły do sporządzenia wykresów temperatury powietrza na wylocie ze ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych uzyskanych z pomiarów i z modeli prognozowanych temperatur. Następnie przeprowadzono krótką dyskusję uzyskanych wyników, w której wykazano, że przyjęte metody prognozowania temperatury powietrza na wylocie ze ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych z wykorzystaniem modeli liniowych i nieliniowych oraz modeli sztucznej sieci neuronowej dają dokładniejsze rezultaty dla kopalń wietnamskich.

**Powyższe wskazuje, że omówienie przez Doktoranta uzyskanych wyników badań jest poprawne.**

## **2.7. Praktyczne zastosowanie uzyskanych wyników badań**

Jak już wcześniej podałem (za Doktorantem), recenzowana rozprawa doktorska jest pierwszym tego typu opracowaniem w Wietnamie. Potraktowanie w sposób kompleksowy zagrożenia klimatycznego występującego w ścianach zmechanizowanych i niezmechanizowanych jest na pewno nową wiedzą z tego zakresu. Z kolei narastający poziom zagrożenia klimatycznego w kopalniach wietnamskich wymaga pragmatycznego podejścia do sposobów jego zwalczania. To zaś wymaga dobrego rozpoznania potencjalnego poziomu zagrożenia klimatycznego w poszczególnych ścianach, a więc dokładnych (na ile to możliwe) prognoz temperatury powietrza na wylotach ścian. **Uzyskane w doktoracie wyniki badań pokazują, że opracowana przez Doktoranta metoda prognozowania dla**

kopalń wietnamskich jest odpowiedzią na takie zapotrzebowanie. Dlatego uważam, że metoda ta znajdzie praktyczne zastosowanie.

### **2.8. Nieprawidłowości mające miejsce w rozprawie doktorskiej**

Jak już wcześniej podałem, recenzowana praca doktorska jest napisana bardzo poprawnie. Tym nie mniej zauważyłem nieprawidłowości, których liczba jest znikoma. Jest kilka przypadków zapisu zmiennych kursywą we wzorach, natomiast w opisie wskaźników bez kursywy. Jest też kilka przypadków braku spacji przed i po znakach równości.

Ostatnia uwaga dotyczy pomyłkowego zapisania nazwisk autorów w literaturze. Błędnie podano autorów niektórych publikacji. Np. w poz. 36 podano Józef K. zamiast Knechtel J., w poz. 37 podano Józef W., zamiast Waćławik J.

**Podkreślić jednak należy, że te drobne błędy nie wpływają na końcową ocenę pracy.**

### **2.9. Ocena rozprawy doktorskiej pod kątem oryginalności rozwiązania problemu naukowego**

Jako oryginalne rozwiązanie problemu naukowego należy uznać zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozowania temperatury powietrza na wylocie ze ściany. Wymagało to od Doktoranta wyboru odpowiednich parametrów jako danych wejściowych i wyjściowych dla stworzenia dokładnego i niezawodnego modelu. Wykorzystano tu pakiet STATISTICA, przy czym funkcję aktywacji i liczbę warstw ukrytych wybrano za pomocą testów statystycznych metodą najmniejszych kwadratów. Poprawny jest dobór wyszczególnionych grup: uczącej, testowej i walidacyjnej w proporcjach 70%, 15% i 15%, zaś podkreślić należy dokonany optymalny wybór do badań pięciu sieci z najlepszym dopasowaniem modelu. Potwierdza to szczegółowe przedstawienie każdego z pięciu wybranych modeli ANN prognozy temperatury powietrza na wylocie dla ścian – począwszy od wybranych konfiguracji, poprzez wskaźniki dokładności modeli, aż do wyników analizy wrażliwości modeli. **Na tej podstawie uznaję, że Doktorant w swojej pracy zastosował oryginalne rozwiązania problemu naukowego**, które pozwoliło udowodnić przyjęte wcześniej przez niego tezy:

- 1) Ze względu na specyfikę warunków wietnamskich kopalń istnieje możliwość powiązania czynników górniczych i geologicznych z warunkami klimatycznymi w wyrobiskach ścianowych zmechanizowanych i niezmechanizowanych w warunkach wietnamskich.*
- 2) Na podstawie metod statystycznych istnieje możliwość dokładnego prognozowania temperatury powietrza na etapie projektowania i prowadzenia eksploatacji w wyrobiskach ścianowych zmechanizowanych i niezmechanizowanych.*

### **2.10. Ocena rozprawy doktorskiej pod kątem prezentowania ogólnej wiedzy teoretycznej Doktoranta w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**

Już w rozdziale 1. Doktorant podał przykłady różnych kopalń z różnych państw świata, gdzie warunki klimatyczne są ekstremalne. Opisał też wpływ niekorzystnych warunków klimatycznych na funkcjonowanie pracowników. W dalszej części swej pracy odniósł się do uwarunkowań klimatycznych występujących w kopalniach wietnamskich, w których narasta wpływ ciepła powstającego w wyniku stosowania maszyn i urządzeń energomechanicznych na wzrost temperatury powietrza w wyrobiskach górniczych. W rozdziale 2. podał wiele metod służących prognozowaniu temperatury powietrza w wyrobiskach górniczych, które oparte są na wynikach badań przeprowadzonych przez różnych badaczy w różnych krajach. Opisał m.in. podstawowe informacje dotyczące temperatury i wilgotności powietrza w podziemnych wyrobiskach górniczych, a także szczegółowo omówił każdy z procesów wymiany ciepła, jaka dokonuje się poprzez przewodzenie,

konwekcję i promieniowanie. Zaznaczył przy tym, że dodatkowym, niejawnym źródłem ciepła jest odparowywanie wilgoci.

Odnosił się także do ciepła niejawnego oraz ciepła wytworzonego przez pracujące urządzenia energomechaniczne, wyróżniając stałe, ruchome i rozproszone źródła ciepła.

Bardzo ciekawie ujął też komfort i dyskomfort cieplny, które mają wpływ na bezpieczeństwo pracowników. Szczegółowo omówił uwarunkowania klimatyczne na to wpływające, a także sposoby określania konkretnych parametrów określających bezpieczeństwo i niebezpieczeństwo w danym środowisku pracy. Opisał też stopnie zagrożenia klimatycznego dla górników w miejscu pracy zawarte w obowiązujących w Polsce przepisach oraz przytoczył obowiązujący w Wietnamie wskaźnika WGBT (Wet Bulb Globe Temperatur). Ponadto Doktorant odniósł się do wpływu temperatury powietrza w wyrobiskach podziemnych na górników. Przytoczył tu szereg przykładów spadku wydajności pracy związanego z wysoką temperaturą powietrza, a także spadku wydolności organizmu. Podał też zestawienie chorób związanych z ciepłem w miejscu pracy w podziemnych zakładach górniczych w odniesieniu do przyczyny przedstawiając objawy i symptomy tych chorób, a także sposób leczenia. Dodatkowo podał też metody zwalczania zagrożenia temperaturowego, w tym zapobiegające nadmiernemu ogrzewaniu i nawilżaniu powietrza oraz obniżające temperaturę powietrza. Przytoczył przykłady klasycznych metod związanych z intensywnością przewietrzania i upraszczaniem sieci wentylacyjnych oraz różnych, stosowanych na świecie rozwiązań z zakresu klimatyzacji.

**Wszystko to pokazuje, że w recenzowanej rozprawie doktorskiej Doktorant zaprezentował bardzo szeroki zakres ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.**

### **3. Odniesienie się do innych aspektów recenzji zawartych w zasadach sporządzania recenzji**

Analiza recenzowanej pracy doktorskiej pozwala mi na stwierdzenie, że:

- jest ona samodzielną pracą Doktoranta,
- jest napisana na bardzo dobrym poziomie naukowym,
- jest ona pracą godną opublikowania w formie książkowej,
- z uwagi na poszerzenie wiedzy o uwarunkowania klimatyczne kopalń wietnamskich, a także nowatorskie podejście do zastosowania metody prognozowania temperatury powietrza na wylocie ścian zmechanizowanych i niezmechanizowanych z wykorzystaniem modeli liniowych i nieliniowych oraz modeli sztucznej sieci neuronowej uważam, że zasługuje ona na wyróżnienie.

**Wszystkie uwagi istotne dla ostatecznej konkluzji wyraziłem w powyższych i poniższych fragmentach przedmiotowej recenzji, przy czym wskazane błędy i nieprawidłowości nie wpływają na ocenę końcową rozprawy doktorskiej.**

### **4. Błędy i niesłuszne oraz niedokładne sformułowania zawarte w rozprawie doktorskiej**

W recenzowanej pracy w zasadzie nie znalazłem istotnych błędów formalnych dotyczących stosowanego nazewnictwa, redakcji tekstu, tabel i rysunków, czy też innych niepoprawności edytorskich. Przedstawione poniżej kwestie są – moim zdaniem – pewnego rodzaju merytorycznym niedociągnięciem. Przedstawiono je w sposób wymagający dodatkowych wyjaśnień.



Kwestia pierwsza.

W rozdziale 3., na str. 32 Doktorat stwierdza – cytując:

*W aktualnych górniczych przepisach klimatycznych błędnym parametrem jest wartość temperatury 33°C jako kryterium dopuszczalnej pracy górników w skróconym do 6 godzin czasie. Wartość ta dla środowisk, w których wilgotność względna powietrza jest większa od 90% przy małej prędkości przepływu powietrza, jest zbyt tolerancyjna, a tym samym niebezpieczna dla pracowników. W środowiskach górniczych, w których wilgotność względna powietrza jest niższa od 80% wartość temperatury powietrza 33°C jest zbyt rygorystyczna, nie pozwalająca na pracę w praktycznie bezpiecznych klimatycznie środowiskach [14].*

Z zacytowanego wyводу wynika, że Doktorant negatywnie ocenia jednoznaczne kryterium 33°C jako granicy dopuszczalności pracy. Odniesienie się do niej w kontekście wilgotności względnej oraz przywołanie pozycji literatury sugeruje, że jest ono oparte na publikacji Jana Drendy pt. „Ocena klimatycznych warunków pracy górników w polskich kopalniach węgla kamiennego i rudy miedzi” z 2012 r. W dalszej części Doktorant podał, że w publikacji tej zaproponowano temperaturę zastępczą klimatu jako kryterium oceny zagrożenia klimatycznego.

Za błąd merytoryczny uważam nie przedstawienie pewnej chronologii w zmianach kryterium oceny zagrożenia klimatycznego w polskich kopalniach podziemnych, skoro już o tym napisano. Otóż temperatura zastępcza klimatu została zapisana jako kryterium oceny zagrożenia klimatycznego w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 29 stycznia 2013 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz. U. z 2013 r. Poz. 230), które weszło w życie (po kolejnych zmianach terminów obowiązywania wprowadzanych kolejnymi rozporządzeniami) z dniem 1 lipca 2017 r. Jednak po kilkunastomiesięcznym okresie stosowania tych przepisów uznano, że nie jest to dobre rozwiązanie dla pracowników. Dlatego z dniem 18 października 2019 r. weszło w życie kolejne rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz. U. z 2019 Poz. 1883), w którym ponownie wprowadzono kryterialną wartość temperatury powietrza 33°C. W związku z tym, jeśli rzeczywiście Doktorant uważa, że ta kryterialna wartość temperatury powietrza jest błędem to stanowisko to należało poprzeć bardziej konkretnymi argumentami. Czy takimi dysponuje?

Kwestia druga.

Rozdział 7. poświęcony jest statystycznej analizie danych pomiarowych. Na początku określono siedem (choć w tekście podano, że sześć) głównych parametrów wpływających na temperaturę powietrza w wyrobisku. Rozumiem, że siedem dotyczy ścian zmechanizowanych, a sześć parametrów dotyczy ścian niezmechanizowanych. Zatem jest to tylko drobny lapsus. Wracając do sedna przytoczę wymienione parametry: temperatura powietrza na wlocie, wilgotność względna powietrza, strumień objętości powietrza, głębokość zalegania wyrobiska, moc urządzeń elektrycznych pracujących w wyrobisku, wydobycie dobowe, długość wyrobiska. Daje się zauważyć, że nie uwzględniono tu temperatury pierwotnej górotworu, która co prawda ma związek z głębokością zalegania wyrobiska (taki czynnik uwzględniono), jednak praktyka pokazuje, że często występują anomalie i na tej samej głębokości można stwierdzić różne temperatury górotworu. Rodzi się więc pytanie, czym Doktorant uzasadniał nie uwzględnienie takiego parametru?

Kwestia trzecia.

Dotyczy ona narzędzi wykorzystanych do analizy wyników badań, a w szczególności odnosi się do jednego aspektu. W rozdziale 7., na str. 141 pracy Doktorant podsumował estymację nieliniową przeprowadzoną dla ścian zmechanizowanych. Podał, że modele i oszacowania parametrów



zależności korelacji pomiędzy temperaturą powietrza  $t_p$  na wylocie ścian zmechanizowanych dokonano w stosunku do zmiennych niezależnych. Jednym z wniosków było stwierdzenie, iż w większości wypadków zależność korelacyjna temperatury powietrza na wylocie ściany od takich czynników, jak temperatura powietrza na wlocie ściany, moc urządzeń elektrycznych, głębokość zalegania wyrobiska, wydobywanie dobowe, długość wyrobiska jest znaczna lub wysoka. Natomiast od wilgotności powietrza oraz wydatku powietrza jest mała (bardzo niska wartość współczynnika determinacji  $R^2$ ). Z kolei na str. 163 jest podsumowanie takiej samej estymacji nieliniowej dla ścian niezmechanizowanych, z którego wynika, że jedynie zależność temperatury powietrza na wylocie ściany od temperatury powietrza na wlocie ściany jest wysoka. W związku z tym mam dwa pytania. Dlaczego, zdaniem Doktoranta:

- dla ścian niezmechanizowanych nie ma znaczącej lub wysokiej korelacji pomiędzy temperaturą powietrza na wylocie ściany a tymi czynnikami, które miały znaczącą lub wysoką korelację w ścianach zmechanizowanych, tj. głębokością zalegania, wydobywaniem dobowym i długością wyrobiska?
- nie ma znaczącej, czy też wysokiej korelacji pomiędzy temperaturą powietrza na wylocie ściany a wilgotnością powietrza i strumieniem objętości powietrza zarówno w przypadku ścian zmechanizowanych, jak i niezmechanizowanych?

**Podkreślić przy tym muszę, że podniesione przeze mnie kwestie nie dyskredytują wartości recenzowanej rozprawy i nie mają wpływu na jej ocenę końcową. Liczę jednak na to, że Doktorant odniesie się do tych kwestii podczas obrony pracy doktorskiej.**

## **5. Konkluzja**

Na podstawie powyżej przedstawionych argumentów stwierdzam, że **recenzowana rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom w art. 187. ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, co artykułuję poniżej.**

- 1) W rozprawie doktorskiej zaprezentowano wysoki poziom ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz potwierdzono umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej Doktoranta.**
- 2) Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, polegające na oryginalnym rozwiązaniu w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, tj. w górnictwie węgla kamiennego Socjalistycznej Republiki Wietnamu.**
- 3) Recenzowana rozprawa doktorska stanowi pracę pisemną wykonaną przez Doktoranta.**
- 4) Do rozprawy doktorskiej dołączono streszczenie w języku angielskim.**

**Spełnia ona również wymagania ujęte w zasadach wskazanych w Załączniku nr 1 do Zarządzenia Rektora AGH nr 44/2021 z dnia 12 lipca 2021 r.**

**W związku z powyższym wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Truong Tien Quan i dopuszczenie jej do publicznej obrony.**



Katowice, 15.11.2021 r. ....