

prof. dr hab. inż. Bohdan Mochnacki  
Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy  
w Katowicach

Katowice, 30 stycznia 2021r.

## RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Pelona  
pt. „Zastosowanie wybranych modeli prognostycznych do przewidywania liczby wypadków  
na przykładzie kopalni węgla kamiennego”

### **Podstawa przygotowania recenzji**

Pismo Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina z dnia 05. 01. 2021 roku o powołaniu mnie przez Radę Dyscypliny na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Pelona.

### **1. Uwagi ogólne**

Opiniowana praca doktorska została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Stanisława Gila, prof. PŚl. Jej promotorem pomocniczym był dr inż. Józef Parchalski. Praca dotyczy ważnych zarówno z teoretycznego jak i praktycznego punktu widzenia zagadnień wykorzystania ilościowych metod prognostycznych (wykorzystano tu modele ekonometryczne oraz autokorelacyjne) do przewidywania liczby wypadków w kopalniach węgla kamiennego. Dokonano również oszacowania błędów prognoz. Oczywiście prezentowane metody i środki można adaptować również na inną grupę zakładów przemysłowych. Na etapie modelowania wykorzystano dane statystyczne o wypadkowości dotyczące trzech kopalń o różnorodnej strukturze, a w szczególności KWK Mysłowice-Wesoła, KWK Budryk i ZG Brzeszcze. Na zakończenie tego krótkiego wstępu pragnę podkreślić, że temat rozprawy doktorskiej jest dobrany właściwie i dotyczy praktycznego wykorzystania skomplikowanych metod prognostycznych do analizy ważnych problemów związanych z bezpieczeństwem pracy w przemyśle wydobywczym.

## 2. Przegląd i uwagi dotyczące treści rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska (205 stron) składa się ze wstępu, 10 dalszych rozdziałów, wykazu literatury (127 pozycji), streszczeń w języku polskim i angielskim. Ogólnie rzecz biorąc, układ pracy jest prawidłowy.

W rozdziale 2 przedstawiono szczegółowy opis wybranych kopalń węgla kamiennego, będących przedmiotem badań w głównej części pracy doktorskiej. Podano ich krótką historię, lokalizację, wielkość zasobów, warunki wydobywania itd. Informacje te nie są bezpośrednio związane z zasadniczą tematyką pracy, ale wydają się interesujące i potrzebne.

Rozdział trzeci poświęcono aspektom prawnym wypadków w środowisku pracy. Rozpatrywano grupę wypadków zawodowych, a w szczególności wypadki przy pracy, wypadki przy pracy w okresie ubezpieczenia wypadkowego itp. w świetle podstaw prawnych, określających terminologię a również zasady postępowania przy ustalaniu okoliczności i przyczyn wypadku czyli postępowania powypadkowego. Omówiono zasady uznawania zdarzenia za wypadek, sposoby dokumentowania wypadków i zasady przyznawania świadczeń z tytułu wypadków przy pracy.

W rozdziale czwartym zaprezentowano klasyfikację zagrożeń i standardy analizy wypadków przy pracy. Omówiono wybrane klasyfikacje zagrożeń i ryzyka w środowisku pracy związanej z specyfiką górnictwem węgla kamiennego. Przedstawiono sposoby statystycznej analizy wypadków przy pracy, w tym analizę bezwzględną, wskaźnikową i rodzajową. Zdefiniowano wskaźniki wypadkowości w górnictwie węgla kamiennego, a w szczególności wskaźnik częstości wypadków, ciężkości wypadków i ich ryzyka. Zdefiniowano pojęcie analizy retrospektywnej oraz sposób jej opisu na podstawie analiz: bezwzględnej, wskaźnikowej, rodzajowej i korelacji. Przedstawiono również stosowane w górnictwie węgla kamiennego wskaźniki wypadkowości bazujące m.in. na kryteriach: czasu, wskaźniki: struktury, natężenia i dynamiki, wskaźniki: częstości, ciężkości i ryzyka.

W kolejnym piątym rozdziale opisano proces prognozowania, jego podstawy, cele, funkcje, metody i horyzont czasowy. Szczegółowo omówiono etapy mechanizmu prognozowania i miary dokładności prognoz. Złożony proces podejmowania decyzji składa się bowiem z kilku etapów i powinien przebiegać według z góry określonego schematu postępowania. Do najważniejszych etapów należy zidentyfikowanie sytuacji decyzyjnej, zaprojektowanie wybranych wariantów, dokonanie oceny opracowanych wariantów i w konsekwencji wybór jednego z nich według założonych kryteriów. Ostatni etap obejmuje realizację podjętej decyzji oraz kontrolę jej efektów. Omawiany rozdział napisany jest w sposób kompetentny,

a przy tym jasno i zrozumiale. Jedyna uwaga krytyczna dotyczy informacji zawartej na stronie 60, gdzie wspomniano o fakcie, że dopuszczalny błąd prognozy ma najczęściej charakter asymetryczny nie wyjaśniając zupełnie tego pojęcia.

Rozdział szósty zatytułowany „Wybrane modele prognostyczne” w podstawowej jego części zawiera opis 25 typów modeli prognostycznych podzielonych na kilka grup. Do grupy pierwszej nazwanej modele elementarne zaliczono 9 modeli, które skrótowo omówiono. Następną grupą modeli to modele wygładzania wykładniczego w pracy omówiono 12 z nich. Kolejna grupa zawiera opis dwóch modeli regresyjnych, a w szczególności modelu liniowego i modelu zlinearyzowanego (można było w tym miejscu problem linearyzacji nieco rozwinąć, bo nie zawsze jest to zadaniem prostym). Na końcu omówiono jeszcze model autoregresyjny AR (na stronie 81 znalazłem omyłkę w numeracji modelu AR).

Omawiany rozdział 6 zawiera jeszcze informacje o błędach prognoz, ocenie tempa zmian i kilku innych elementach teorii prognozowania. Podsumowując rozdział ten świadczy o dużej wiedzy i rozeznaniu doktoranta o problematyce prognozowania w ujęciu ilościowym. Można w sumie uznać, że rozdział szósty zamyka tzw. część literaturową pracy, a dalsze jej rozdziały związane są w mniejszym lub większym stopniu z badaniami własnymi.

Na podstawie przeprowadzonych rozważań sformułowano cel i zakres pracy (rozdział 7) Wymieniono tu analizę statystyki wypadków przy pracy w wybranych kopalniach węgla kamiennego na bazie zebranych danych oraz przewidywanie wypadkowości z wykorzystaniem wybranych modeli prognostycznych. Nie wspomniano o ważnym elemencie pracy, jakim są wnioski o przydatności tych różnorodnych modeli do realizacji obliczeń i oceny dokładności prognoz będących przedmiotem pracy.

W rozdziale ósmym zebrano dane statystyczne dotyczące wypadkowości w wybranych kopalniach węgla kamiennego. Dane te uzyskano z Wyższego Urzędu Górniczego, a dotyczyły one lat 2007-2018. Na podstawie tych informacji sporządzono analizę bezwzględną i wskaźnikową tych wypadków. Rozpatrywano następujące wskaźniki:

- $W_Z$  (częstość wypadków na 1000 zatrudnionych) ,
- $W_D$  (częstość wypadków ogółem na 100 tys. Roboczodniówek0,,
- $C_W$  (ciężkość wypadków na 1 poszkodowanego),
- $W_R$  (ryzyko wypadków),
- $W_T$  (częstości wypadków na 1 mln Mg wydobywania).

Otrzymane wyniki stanowiły bazę do obliczeń związanych z prognozowaniem, które przedstawiono w dalszych rozdziałach pracy.

W oparciu o wskaźnik częstości wypadków ogółem na 1000 zatrudnionych porównano poziom bezpieczeństwa pracy w wybranych kopalniach po zsumowaniu danych dla załóg własnych i firm usługowych. Dane zebrane i przetworzone w tym rozdziale wykorzystano w dalszych częściach pracy dotyczących bezpośrednio prognozowania.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono wyniki prognozowania wypadków w wybranych kopalniach na bazie analizy bezwzględnej wypadkowości. Do obliczeń wykorzystano 25 modeli opisanych w rozdziale 6: Nie będę tu ich wymieniał, ale, jak wspomniałem, informację o kolejnych modelach wraz z ich klasyfikacją przedstawiono w poprzednich częściach pracy.

Związane z prognozowaniem wypadków obliczenia przeprowadzono w arkuszu kalkulacyjnym Excel z wykorzystaniem wbudowanych funkcji, narzędzi analizy danych oraz narzędzia optymalizacyjnego. W kilku przypadkach wykorzystano również inne narzędzia. Oceny jakości prognoz dokonano w oparciu o omówione w pracy kryteria K1 – K5.

Dodatkowo obliczone wartości błędów poddano normalizacji, dzieląc dla każdego z wymienionych w pracy kryteriów różnicę danej wartości i średniej z wszystkich wykorzystanych prognoz przez wartość odchylenia standardowego.

Należy docenić znaczny wkład pracy związanej z wyznaczaniem prognoz wg 25 kryteriów dla trzech zakładów wydobywczych z podziałem na pracowników własnych i zewnętrznych. Moim zdaniem jednak sposób prezentacji wyników, a szczególnie opis dochodzenia do nich nie jest najlepszy. Dla każdego kryterium podano numery wykorzystanych zależności podanych w rozdziale 6, następnie pokazano mało czytelny zrzut z ekranu monitora dotyczący odpowiednich wyliczeń a na końcu w sposób bardzo lapidarny podano informacje o ewentualnych pewnych dodatkowych krokach algorytmu. Wydaje mi się (jest to moje subiektywne odczucie), że lepiej było ograniczyć się do pewnych selektywnie wybranych metod prognozowania i omówić je bardziej szczegółowo, krok po kroku, zamieszczając na końcu w tabelach wyniki dla wszystkich rozpatrywanych metod. Było by to podejście bardziej interesujące dla Czytelnika.

Rozdział dziesiąty ma strukturę podobną do rozdziału poprzedniego, a dotyczy prognozowania wypadkowości bazującego na wskaźniku  $W_z$ . Prognozy dotyczą załóg własnych. Wykorzystano wszystkie z 25 modeli omówionych w rozdziale 6. Moje uwagi do treści zawartych w rozdziale są podobne jak sformułowane poprzednio.

W prognozowaniu rozważanych zagadnień nie można znaleźć jednej uniwersalnej metody prognostycznej. Dobrze sprawdzają się metody wag harmonicznych i modele autoregresyjne *AR*. W końcowej części pracy można znaleźć informacje o najlepszej dobroci dopasowania.

Ostatni rozdział dotyczy sformułowanych wniosków na podstawie przeprowadzonej analizy bezwzględnej i wskaźnikowej, a także opracowanych prognoz wypadkowości w wybranych kopalniach. W tej części pracy, jak wspomniałem poprzedni, zarekomendowano modele o najlepszej jakości dopasowania.

### **3. Ocena merytoryczna rozprawy**

Pracę doktorską mgr inż. Grzegorza Pelona oceniam pozytywnie. Wymagała ona znacznego wkładu pracy, potrzeby zapoznania się Doktoranta z wieloma problemami zarówno z dziedziny statystyki, jak i prognozowania, wykorzystania efektywnego pewnych narzędzi informatycznych i oczywiście bardzo dobrego rozeznania w problematyce wypadków górniczych.. Temat pracy jest oryginalny i nowoczesny. Stwarza on możliwość realizacji dalszych ciekawych badań naukowych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Autor opracował liczne autorskie procedury numeryczne niezbędne do realizacji obliczeń.

### **4. Wniosek końcowy**

Pragnę stwierdzić, że mgr inż. Grzegorz Pelon wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych, a recenzowana praca spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez odpowiednie przepisy

Wnoszę o dopuszczenie pracy do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej.



Bohdan Mochnacki