

Prof. dr hab. inż. Lech Gładysiewicz  
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii  
Politechnika Wrocławska  
ul. Na Grobli 15, 50-421 Wrocław



Wrocław.13.12.2013

## Recenzja

Pracy doktorskiej mgr. inż. Michała Stawowiaka

pt. „*Porównanie analitycznego i symulacyjnego modelowania przepływającego strumienia urobku w systemie zbiornik przyszybowy – urządzenie wyciągowe*” wykonana na zlecenia Dziekana Wydziału Górnictwa i Geologii Politechnik Śląskiej z dnia 23.09.2013.

### 1. Ocena ogólna pracy

Doktorant podjął się porównania dwóch metod modelowania złożonego układu transportowego kopalni podziemnej, gdzie na styku transportu ciągłego z transportem cyklicznym umiejscowiony jest zbiornik pełniący bardzo ważną funkcję w systemie. Budowa zbiornika przyszybowego jest przedsięwzięciem bardzo kosztownym, a zatem stworzenie wiarygodnych narzędzi służących racjonalnemu doborowi pojemności zbiornika jest celowe i ma znaczenie praktyczne. Od strony naukowej modelowanie przepływu strugi urobku o charakterze losowym w tak złożonym systemie jest zadaniem ambitnym i wymaga wykorzystania zaawansowanych metod stochastycznych. Z tego względu uważam tematykę pracy doktorskiej za aktualną i uzasadnioną. Niestety w całym obszarze ważnych zagadnień Doktorant skupił się głównie na porównaniu i wyborze metody modelowania przepływu urobku przez zbiornik. Posługując się dwoma metodami modelowania wykazał konieczność łącznego analizowania wyciągu szybowego ze zbiornikiem przyszybowym, gdyż są to elementy współzależne. Z lektury pracy można odnieść wrażenie, że najważniejszym i zasadniczym celem pracy jest samo modelowanie natomiast możliwości wykorzystania modelu do opisu procesu rzeczywistego lub weryfikacji istniejących układów potraktowano marginalnie. Powstała praca ma duży potencjał aplikacyjny, niestety niedoceniony i słabo wykorzystany przez Doktoranta.

Mocną stroną pracy jest część analityczna obejmująca: modelowanie przepływu strumienia urobku przez zbiornik, gdzie na wejściu uwzględniono losowy rozkład masy urobku dostarczanego ciągłym układem transportu taśmowego, a na wyjściu opisano proces cyklicznej odstawy urobku przez urządzenie wyciągowe. Analizując proces urabiania Doktorant trafnie zauważył w rozdziale 5 celowość identyfikacji okresów postojów urządzeń urabiających spowodowanych względami technologicznymi i organizacyjnymi (np. przerwy między zmianami roboczymi), przez co strumień urabianej kopaliny ma rozkład dwumodalny, odnotowany w większości cytowanych przez Doktoranta prac. Dla niezerowego strumienia

urobku dostarczanego podczas efektywnej pracy kombajnu przyjął na podstawie testów rozkład normalny, co naturalnie otwiera duże możliwości analizowania strumieni zbiorczych. Zastosowany aparat matematyczny poparty obszernym rozeznaniem literaturowym świadczy o dobrym przygotowaniu Doktoranta do prac analitycznych w tym obszarze złożonych zagadnień.

Doktorant nie wykorzystał w pełni opracowanego modelu symulacyjnego, który umożliwia między innymi wygenerowanie zdarzeń mogących wskazać wąskie gardła systemu typu zbyt mała pojemność zbiornika lub niedoszacowanie wydajności wyciągu szybowego. Bardzo ogólne wnioski dotyczące poprawności doboru wielkości zbiornika nie są poparte analizą możliwości wystąpienia tego typu zdarzeń krytycznych. Większość przedstawionych wyników badań symulacyjnych traktuje bowiem zbiornik jako urządzenie o nieokreślonej pojemności.

Wiele uwag można odnieść do redakcji pracy. Doktorant zbyt wiele miejsca przeznaczył na opis układu wydobywczego kopalni, co nie wnosi nic nowego do rozwiązywanego problemu i nie może stanowić o wartości pracy natomiast w niektórych fragmentach w minimalnym stopniu opisał rozważania teoretyczne, gdzie lekturę utrudnia brak pełnego opisu używanych zmiennych. Wyniki analiz i obliczeń istotne i decydujące o wartości pracy zamieszczono w załączniku, a opisy standardowych testów statystycznych znalazły się w części zasadniczej.

W pracy zabrakło przejrzystych przykładów aplikacji opracowanych modeli w postaci przeliczenia wybranych, istniejących układów transportowych kopalń z odstawą główną „ciąg przenośników taśmowych - zbiornik - wyciąg szybowy” celem wskazania systemów ze zbiornikiem dobrze dobranym, zbyt małym – powodującym przestoje produkcyjne lub zbyt dużym (zbyt drogim) – napełnianym w niewielkim stopniu. Pewne znamiona aplikacyjne mają przykłady obliczeń zamieszczone w suplemencie, gdzie między innymi pokazano możliwości analizowania wymaganej pojemności zbiornika w zależności od stopnia wykorzystania czasu dyspozycyjnego wyciągu szybowego.

## **2. Uwagi szczegółowe i zagadnienia dyskusyjne**

- Wyjaśnienie wymaga opisany przez doktoranta przypadek symulacji pracy systemu bez zbiornika. Praca takiego hipotetycznego układu wymaga wstrzymywania wydobywania i wyłączania ciągu przenośników taśmowych, co związane jest z wymaganym stosunkowo długim okresem czasu sekwencyjnego zatrzymywania (hamowania) i rozruchu całego układu transportowego. Wymagane są też odpowiednie przedziały czasowe na ponowne uruchomienie systemu ścianowego. Przyjęty w modelowaniu jednomodalny, normalny rozkład strugi urobku do tego typu zdarzeń jest nieadekwatny.
- W sprzeczności do wcześniejszych rozważań w rozdziale 5 Doktorant w rozdziale 8 przyjął zbyt daleko idące uproszczenia w postaci przyjęcia rozkładu normalnego dla całego strumienia urobku w ciągu doby. Wynika to z opisu procedury importu danych z kopalnianego programu rejestrującego Zefir do programu obliczeniowego Matlab (strona 73), gdzie pominięto dane o dacie i czasie zmierzonej strugi urobku. Zestawienie tych danych z informacjami o organizacji pracy zmianowej w kopalni (przerwy między zmianami, okres rozruchu ściany, postoje obsługowe, etc.)

pozwołyby zapewne na identyfikację cyklicznych okresów postępu urządzeń wydobywczych w ciągu doby, w czasie których wyciąg szybowy może z powodzeniem wywieźć urobek nagromadzony w zbiorniku przyszybowym. Uwzględnienie tych zagadnień to typowe zadanie dla modelu symulacyjnego.

- W rozdziale 6 Doktorant przedstawił histogram wydajności głównego przenośnika pobierającego urobek ze ściany wydobywczej (rys. 6.3) wykorzystując pięciominutowe okresy pomiarowe i na tej podstawie zweryfikował hipotezę mówiącą o rozkładzie normalnym wydajności. Przyjęcie takiego, a nie innego przedziału czasowego wymaga uzasadnienia. W przypadku analizowania układu „zbiornik - wyciąg szybowy” istotny jest przeciętny czas załadunku naczynia wyciągowego. Tak naprawdę to analizowano nie wydajność chwilową tylko pięciominutową średnią ruchomą. Przy prędkości taśmy od 2 do 3 m/s okres pomiaru 5 min odpowiada załadowaniu ciągną górnego na długości od 600 do 900 m. Takie uproszczenie jest bardziej przydatne przy analizowaniu mocy napędu niż wydajności chwilowej przenośnika.
- Dyskusyjny jest wniosek końcowy pracy ze str. 195 mówiący o tym, że metoda analityczna jest znacznie dokładniejsza niż metoda symulacyjna. Przy takich samych założeniach upraszczających wyniki opisujące przepływ urobku przez zbiornik są porównywalne. Sam Autor wykazał różnice kilkuprocentowe. Wydaje się, że metoda symulacyjna daje większe możliwości. Dzięki uwzględnieniu zdarzeń wykraczających poza zakres uproszczeń wynikających z normalności i jednododalności rozkładu wydajności, np. przy uwzględnieniu zerowych okresów wydajności wynikających z organizacji pracy kopalni, może dać dokładniejszy opis procesu.

### 3. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji praca dotyczy dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska. Zakres pracy świadczy o opanowaniu wiedzy ogólnej w tej dyscyplinie przez Doktoranta. Pomimo wielu dyskusyjnych uwag praca zawiera elementy oryginalnego twórczego rozwiązania. Podstawowym mankamentem pracy jest skoncentrowanie się wyłącznie na zagadnieniach modelowania z marginalnym potraktowaniem zastosowań praktycznych. Recenzowana praca spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim. W związku z tym stawiam wniosek o dopuszczenie pracy doktorskiej mgr. inż. Michała Stawowiaka pt. „*Porównanie analitycznego i symulacyjnego modelowania przepływającego strumienia urobku w systemie zbiornik przyszybowy – urządzenie wyciągowe*” do publicznej obrony.

