

Prof. dr hab. inż. Zdzisław KABZA
Instytut Elektrowni i Systemów Pomiarowych
Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki
Politechnika Opolska
45-272 OPOLE ul. Sosnkowskiego 31
tel. 77 400 6215
fax 77 400 6347
e-mail: z.kabza@po.opole.pl.

Adres domowy:
Z. Kabza
45-831 OPOLE
ul. Zamiejska 41
tel. 77 474 3733



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Wojaczka

„Dobór okresów obsługi elementów bloku energetycznego z uwzględnieniem niezawodności i ryzyka”

dla Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach

1. Wstęp

Niniejszą recenzję opracowano na zlecenie dziekana wydziału (pismo RIE – BD/4/658/202/2011 z dnia 20 czerwca 2011r).

Autor rozprawy doktorskiej Adam Wojacek uzyskał tytuł zawodowy mgr inż. energetyka i uczestniczył w studiach doktoranckich z zakresu maszyn i urządzeń energetycznych. Doktorant uczestniczy w strategicznym programie badawczym „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Andrzej Rusin z Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych.

Z wejściem Polski do Unii Europejskiej wiąże się obowiązek prowadzenia polityki energetycznej z uwzględnieniem regulacji prawa wspólnotowego oraz wytycznych organów wspólnoty. Współczesna polityka energetyczna każdego państwa powinna obejmować bezpieczeństwo energetyczne, ochronę środowiska, rozwój zrównoważony, konwersję paliw i technologii oraz redukcję zużycia energii na jednostkę PKB przy prognozowanym wzroście PKB. Problem dostępności i kosztów różnych form energii stał się przedmiotem zainteresowania globalnego ze względu na silną zależność rozwoju cywilizacyjnego od zużycia energii. Można w uproszczeniu powiedzieć, że celem gospodarki energetycznej

współczesnego państwa jest zapewnienie ciągłości dostaw i minimalizacja kosztów energii. Do innowacyjnej realizacji tego celu w 2010r uruchomiono w Polsce pięcioletni strategiczny program badawczy podzielony na 4 główne zadania i kilkadziesiąt zagadnień. W zadaniu pierwszym przewidziano opracowanie technologii dla wysokosprawnych „zeroemisyjnych” bloków węglowych zintegrowanych z wychwytem CO₂ ze spalin wytwarzanych z węgla. Jednym z tematów cząstkowych do wieloetapowego opracowania jest „Ocena ryzyka oraz optymalizacja planowania gospodarki diagnostyczno-remontowej” zaplanowana do wykonania przez doktoranta pod kierunkiem promotora. Tematyka pracy doktorskiej Adama Wojaczka obejmuje przegląd metod planowania remontów, wstępny dobór okresów wymiany prewencyjnej i korekcyjnej elementów maszyn energetycznych i jest powiązana z problematyką realizowaną w zadaniu 1. Zagadnienia te są aktualne i bardzo ważne dla branży energetycznej oraz interesujące z punktu widzenia naukowego.

2. Ocena pracy

Recenzowana praca posiada 166 stron, 9 rozdziałów, 119 pozycji bibliograficznych, w tym 2 źródła internetowe. Po zwięzłym wprowadzeniu Autor przedstawił stan gospodarki remontowej w polskich elektrowniach i skatalogował jej metody realizacyjne.

Przegląd ten stanowił podstawę do sformułowania 8 celów cząstkowych obejmujących wybrane zagadnienia z gospodarki remontowej energetyki, a mianowicie: krajowe strategie remontowe i ich efektywność, analizę czasu pracy i awaryjności elementów dla potrzeb optymalizacji prewencyjnej i kryterium niezawodności oraz ryzyka.

Autor uczestniczył w projekcie zamawianym, dotyczącym projektowania, eksploatacji kotłów i turbin do nadkrytycznych bloków węglowych, w ramach którego analizowano wpływ jakości eksploatacji na ryzyko techniczne. Doktorant wraz z promotorem przedstawili tę problematykę w trzech [84, 85, 86] publikacjach, dwóch zagranicznych oraz w prestiżowym, polskim „Rynku Energii”. Zagadnienia niezawodności i ryzyka bloku energetycznego wraz z odpowiednią podbudową teoretyczną rozwinięto w rozdziałach 3-7. Analizując wskaźniki niezawodnościowe Agencji Rynku Energii Autor wykazał, że w ostatnim dziesięcioleciu wskaźnik awaryjności krajowych bloków energetycznych wzrósł ponad dwukrotnie a wskaźnik dyspozycyjności obniżył się prawie o 2%. Wykorzystując rozkład wykładniczy Weibull’a i metody wnioskowania statystycznego Doktorant rozważał przydatność różnych modeli obsługi prewencyjnej. Wartościowa część recenzowanej rozprawy stanowi procedura oceny i zarządzanie ryzykiem pracy podstawowych elementów bloku energetycznego. System komputerowej oceny ryzyka

(program autorski) pozwala: oszacować poziom ryzyka technicznego kotła i turbiny i śledzić narastanie ryzyka w czasie eksploatacji. Umożliwia zatem racjonalne planowanie gospodarki diagnostyczno-remontowej na podstawie analiz jakościowych i obliczeń ilościowych za pomocą różnych modułów obliczeniowych. Analiza ryzyka niezawodności pracy bloku energetycznego musi uwzględniać wszystkie okresy obejmujące studium projektowo-konstrukcyjne, procesy inwestycyjne, rozruch oraz wszystkie etapy i warunki z uwzględnieniem eksploatacji, remontów i modernizacji, a także utylizacji. Próbę takiego podejścia przedstawił Doktorant w rozdziale 7, który nazwał „*Strategie remontowe*” oparte o analizę ryzyka pod ogólnym hasłem *optymalne zarządzanie*. W tym rozdziale uwzględniono niektóre urządzenia pomocnicze np. młyny, wentylatory, podajniki. Sygnalizowano silniki napędzające młyny i wentylatory, ale przemilczano generator z urządzeniami pomocniczymi. Turbogenerator jest częścią bloku energetycznego. Celowe jest w przyszłości wykorzystanie doświadczeń elektryków do analizy ryzyka bloku energetycznego np. z monografii Sławomira Szymańca pt. *Diagnostyka maszyn elektrycznych w warunkach przemysłowej eksploatacji*. Diagnostyka kompleksowa dostarczająca dane wejściowe do analizy ryzyka powinna uwzględniać w nazywanym przez Autora procesie optymalizacji wszystkie urządzenia cieplne, przepływowe, mechaniczne i elektryczne. Wartościowe dla praktyki inżynierskiej są opracowane przez Doktoranta przykłady doboru zakresów remontowych na podstawie jakościowego diagramu ryzyka dla wybranych elementów np. kotła, młyna, turbiny. Bardzo cenne są materiały uzyskane od służb remontowych energetyki dotyczące awaryjności, częstości i zakresów remontów oraz niezawodności systemu. Umożliwiło to Autorowi opracowanie ciekawych modeli, diagramów i analiz, które pozwoliły spełnić kryterium minimalizacji kosztów remontu poprzez odpowiednią organizację zakresu i czasu prowadzenia remontów. Opracowano również modele matematyczne doboru okresów międzyremontowych uwzględniające efekty ekonomiczne w funkcji ryzyka związanego z eksploatacją obiektu. Ważnym elementem dla krajowej dyspozycji mocy jest tzw. rezerwa gorąca lub zimna systemu energetycznego. Doktorant rozważał koszty gotowości bloku energetycznego powiązane z nakładami przeznaczonymi na przyspieszenie remontu w funkcji efektów ekonomicznych uzyskanych z przyspieszenia czasu uzyskania tzw. gotowości ruchowej. Recenzowana rozprawa jest pracą dojrzałą. Doktorant wykazał się znajomością technologii mechaniczno-energetycznych. Poprawnie zastosował metody wnioskowania statystycznego i ekonometrię. Umiejętnie wykorzystał analizę niezawodności i ryzyka.

Za najważniejsze osiągnięcia Doktoranta uważam:

- opracowanie modelu ryzyka technicznego powiązanego z rachunkiem ekonomicznym elektrowni, który pozwala optymalizować gospodarkę remontową i modernizacyjną,
- sformułowanie zaleceń do racjonalizacji gospodarki remontowej poprzez stosowanie kompleksowych analiz ryzyka niezawodności,
- wykorzystanie w gospodarce remontowej algorytmów genetycznych, ewolucyjnych, procesów Markowa oraz historycznie udokumentowaną wiedzę ekspercką,
- przeprowadzenie analizy wielu wariantów optymalizacyjnych dla różnych wariantów funkcji celu,
- opracowanie programu komputerowo wspomagającego gospodarkę remontową kotła i turbiny,
- wskazanie dalszych możliwości optymalizacji gospodarki remontowej energetyki poprzez wykorzystanie systematycznie rozwijającej się wiedzy.

Uważam, że kompozycja rozprawy tworzy logiczny, przemyślany i spójny materiał do kontynuacji prac naukowo-wdrożeniowych w gospodarce remontowej energetyki. Praca napisana jest poprawną polszczyzną z uwzględnieniem stosowanego w energetyce słownictwa i oznaczeń, a także poprawna redakcyjnie.

Cenny jest wkład naukowy Doktoranta do dyscypliny naukowej energetyka, udokumentowany nie tylko w rozprawie, ale również w kilkunastu poważnych publikacjach przywoływanych w pracy.

3. Pytania do Doktoranta

W czasie dwustronnych rozmów przekonałem się o dobrym przygotowaniu naukowym i praktycznym z zakresu modelowania zagadnień rewitalizacyjnych procesów i urządzeń energetycznych. Zostało również uzgodnionych kilka kwestii dyskusyjnych, dlatego nie zostały przywołane w recenzji rozprawy.

Do publicznej dyskusji wytypowałem trzy następujące zagadnienia:

- Polska Grupa Energetyczna zakupiła do implementacji procesu inwestycyjnego dwie metodologie. Proszę na przykładzie wybranej metody ocenić jej przydatność do gospodarki remontowej energetyki.
- w punktach 7.4, 7.6 rozważa Pan maksymalizację zysku z eksploatacji bloku energetycznego poprzez minimalizację kosztów remontu i racjonalną jego organizację.

Proszę oszacować spodziewane zyski roczne, które można osiągnąć przez zastosowanie rozważanej w pracy strategii remontowej dla bloku 200 oraz 360 MW.

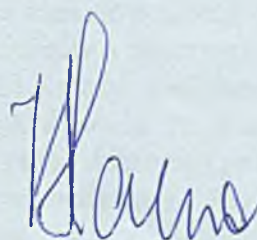
- Proszę rozważyć możliwości wykorzystania procedur symulacyjnych do obliczania trwałości elementów w celu przedłużenia planowanego czasu eksploatacji.

1. Opinia końcowa

Reasumując stwierdzam, że mgr inż. Adam Wojacek trafnie sformułował zadania naukowe dotyczące racjonalnego planowania gospodarki remontowej podstawowych elementów bloku termoeenergetycznego.

W opracowanych modelach uwzględnił przede wszystkim kryteria niezawodności i ryzyka, które mają istotny wpływ na bezpieczeństwo i ekonomikę produkcji energii elektrycznej. Zagadnienia naukowe rozpatrzone w rozprawie są aktualne i mają bardzo duże znaczenie praktyczne. Opracowanie i wstępne przetestowanie modeli wymagało od Doktoranta rozległej wiedzy z zakresu termoeenergetyki, technologii, ekonomiki oraz nowoczesnych metod optymalizacji, modelowania i statystyki matematycznej.

Uważam, że opiniowana praca w pełni odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytule naukowym. Wnoszę o przyjęcie rozprawy na Radzie Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach i dopuszczenie Adama Wojaczka do jej publicznej obrony.



prof. dr hab. inż. Zdzisław Kabza