

Prof. dr hab. inż. Mieczysław Metzger  
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki  
Politechniki Śląskiej  
ul. Akademicka 16  
44-100 Gliwice

Gliwice, 15.XI.2019

**Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr inż Rafała Czubasiewicza**

**p.t.**

**“Modelowanie i zaawansowane algorytmy  
sterowania procesami dystrybucji i wymiany  
ciepła”**

**Promotor:**

**dr hab. inż. Jacek Czeczot, prof. PŚI**

**Dziedzina nauki: Nauki Techniczne,**

**Dyscyplina naukowa:**

**Automatyka i Robotyka**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Rafała Czubasiewicza, którą opracowałem na prośbę Dziekana Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, prof. dr hab. inż. Joanny Polańskiej zleconą w piśmie z dnia 10 października 2019 r. Recenzję przygotowałem zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z dnia 16 kwietnia 2003 r. z późniejszymi zmianami).

**Struktura i ocena formalna pracy**

Dysertacja jest zredagowana bardzo starannie. Dla oceny merytorycznej zwróciłem uwagę na bardzo dobrze zredagowaną bibliografię i odnośniki literaturowe. Należy dodać również rysunki znakomicie-merytorycznie ilustrujące dyskutowane przez Autora zagadnienia. Należy również dodać, że te rysunki są również wykonane bardzo starannie od strony graficznej. Te cechy formalne pracy są pomocne dla wyeksponowania przez Autora swoich osiągnięć. A więc oczywiście dla czytelnika pracy. Stąd też, moim zdaniem Autor swoje wyniki przedstawia w sposób ciekawy i przekonujący.



## Ocena merytoryczna rozprawy

Osobiście w recenzjach pomijam omówienie zawartości kolejnych rozdziałów pracy skupiając się na ocenach merytorycznych i uwagach dyskusyjnych. Dwie tezy pracy są prawidłowo sformułowane i dobrze udowodnione. Merytorycznie wyniki nie budzą zastrzeżeń od strony teorii sterowania jak również modelowania i symulacji.

Pierwsza teza:

**„Zaawansowane algorytmy sterowania są w stanie zapewnić lepszą jakość regulacji pracy obiektów cieplnych w porównaniu do klasycznych rozwiązań”**

nie jest oryginalna i jest często udowadniana w dysertacjach i publikacjach dla różnych algorytmów i obiektów regulacji. Ta teza wydaje się też oczywista ponieważ po to się proponuje nowe zaawansowane algorytmy aby polepszyć działanie regulacji ale przecież nadal to klasyczne algorytmy Pi oraz PID dominują w praktyce przemysłowej. Autor w swojej pracy dokonał tego dla konkretnego laboratoryjnego procesu cieplnego oraz dla zaawansowanych algorytmów B-BAC, IMC i DCM w porównaniu do algorytmów PI (z działaniem feedforward i bez). Jest to zauważalny oryginalny wkład w rozwój automatyki procesowej w dziedzinie nauk technicznych.

Druga teza jest bardziej interesująca ale też bardziej ryzykowna:

**„Badania symulacyjne, prowadzone w oparciu o dokładny model procesu, umożliwiają przeniesienie opracowanych układów regulacji wraz z nastawami bezpośrednio do układu sterowania obiektem rzeczywistym bez konieczności wykonywania dodatkowego strojenia”**

Moim zdaniem jest to bardzo mocna teza (i rzadko udowadniana) i wymagająca też dużego nakładu badań. Jest też ryzykowna ponieważ jest wyniki są bardzo uzależnione od konkretnego modelu matematycznego użytego do badań symulacyjnych. Dodatkowo, moim zdaniem, zawsze można dodatkowo „pokręcić” nastawami algorytmów i jeszcze poprawić wyniki regulacji. Tym niemniej należy bardzo wysoko ocenić rezultaty jakie uzyskał Doktorant. Zrobił to dla konkretnego obiektu i dobrze przebadanego modelu. I te wyniki stanowią spójną całość. Ponieważ badania związane z udowodnieniem drugiej tezy należą do problematyki trudnej (zarówno teoria sterowania jak i dynamika procesów) a jednocześnie mało wyeksploatowanej to Autora i Promotora namawiam do przygotowania publikacji w znaczącym czasopiśmie.

Od strony procesowej główny problem technologiczny poruszany w pracy jest mi bardzo bliski, ponieważ w zasadzie przez całe życie naukowe moje zainteresowania dzieliłem pomiędzy procesami biologicznymi i cieplnymi. Praca dotyczy procesu przekazywania ciepła przy wykorzystaniu podgrzewanej wody co jest najbardziej rozpowszechnione zarówno w przemyśle jak i w miejskim ciepłownictwie. Regulacja takiego procesu ze względu na nieliniowości opóźnienia jest bardzo ciekawym i trudnym problemem. I temu właśnie problemowi poświęcona jest dysertacja.

Pomimo poszukiwań błędów zarówno merytorycznych jak i redakcyjnych (co jest obowiązkiem recenzenta) nie znalazłem istotnych. Pewnym uchybieniem jest tylko pominięcie cytowania pozycji źródłowych dotyczących wymienników ciepła. O ile pierwsze prace na temat modeli matematycznych wymienników ciepła (Profos, Takahashi, Masubushi) powoli giną w pomroce dziejów to szkoda, że Autor nie powołał się przynajmniej na prace naszych poprzedników w Zakładzie UiUA (Trybalski, Krzyżanowski).

### **Wniosek dotyczący dopuszczenia pracy do publicznej obrony.**

Praca stanowi w swojej konwencji spójną całość z jasno postawioną (dwupunktową) tezą, a wyniki zarówno analityczne jak i eksperymentów symulacyjnych nie budzą zastrzeżeń i dobrze uzasadniają postawione tezy.

Uważam, że mgr inż. Rafał Czubasiewicz w przedłożonej rozprawie poprawnie sformułował, rozwiązał i opisał oryginalne zadanie naukowe, jakim było zastosowanie zaawansowanych algorytmów regulacji dla konkretnego obiektu i porównanie wyników z algorytmami klasycznymi.

**Wobec spełnienia wszystkich wymogów obowiązującej Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym, stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. Rafała Czubasiewicza do jej publicznej obrony.**

Moim zdaniem otrzymane wyniki badawcze są wyróżniające się. Niestety względy formalne czyli brak znaczącej publikacji w czasopiśmie JCR uniemożliwia mi postawienie wniosku o wyróżnienie.