

Gliwice, 26.09.2017 r.

Prof. dr hab. inż. Bożena Skołod
Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych
i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania
Politechnika Śląska

RECENZJA

dotycząca osiągnięć naukowych dr inż. Izabeli Rojek
ubiegającej się o nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Podstawa przygotowania recenzji

Pismo Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej (jednostki prowadzącej postępowanie habilitacyjne) z dnia 11 lipca 2017r., działającego w imieniu i z upoważnienia Centralnej Komisji do Stopni i Tytułów, o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Izabeli Rojek w dziedzinie *nauki techniczne*, w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*.

Opinię opracowałam na podstawie dostarczonej monografii, autoreferatu, wykazu opublikowanych prac naukowych, zbioru wybranych publikacji oraz informacji o osiągnięciach naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych.

1. Ogólna charakterystyka Kandydatki

Pani dr inż. Izabela Rojek jest absolwentką Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej, gdzie studiowała na kierunku *informatyka*. W 1989 roku uzyskała stopień magistra inżyniera w zakresie *budowy i oprogramowania maszyn matematycznych*. W latach 1989-2002 Habilitantka była zatrudniona w Politechnice Poznańskiej, gdzie w latach 1997-2000 była słuchaczem studiów doktoranckich. W 2000 roku Rada Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Metodyka projektowania inteligentnej bazy danych do wspomaganie planowania procesów

technologicznych” nadała jej stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*. Promotorem pracy była prof. dr hab. inż. Zenobia Weiss. Od 2002 r. do chwili obecnej Habilitantka pracuje w Zakładzie Systemów Baz Danych i Inteligencji Obliczeniowej Instytutu Mechaniki i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako swoje osiągnięcie naukowe dr inż. Izabela Rojek wskazała monografię naukową zatytułowaną „Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w projektowaniu i nadzorowaniu procesów technologicznych obróbki skrawaniem” wydaną przez Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w 2017r.

Recenzowana monografia jest podsumowaniem pracy naukowej Habilitantki. Na uwagę zasługują wyróżnione dwa obszary badań, tj.: projektowanie procesów technologicznych oraz nadzorowanie procesów obróbki.

W odniesieniu do pierwszego obszaru badań Habilitantka przedstawiła zastosowanie metod sztucznej inteligencji do określania struktur procesu technologicznego, doboru półfabrykatów oraz doboru narzędzi i oprzyrządowania. Zważywszy na fakt, że planowanie procesów technologicznych jest obszarem najsłabiej zautomatyzowanym, a w praktyce nie ma narzędzi komputerowych wspomagających przygotowania produkcji w tym zakresie, wybór zagadnienia naukowego uznaje za ważny tak z naukowego jak i utylitarnego punktu widzenia. Habilitantka przedstawiła metodykę projektowania procesu technologicznego z zastosowaniem wybranych metod sztucznej inteligencji. Działanie systemu ekspertowego, opracowanego na tej podstawie, umożliwi dobór półfabrykatu przez sieć neuronową wskazującą postać materiału do produkcji, na podstawie takich danych jak: klasa części, wielkość produkcji, kształt części, gatunek materiału, dostępność materiału. System pozwala również na określenie struktury procesu technologicznego poprzez zastosowanie reguł decyzyjnych. Następnie przeprowadza dobór maszyn, narzędzi i oprzyrządowania oraz parametrów obróbki. Do wspomagania podejmowania decyzji wykorzystywane są sieci neuronowe i drzewa decyzyjne.

W przypadku sieci neuronowych dr Rojek poświęciła, słusznie, sporo uwagi kwestii przygotowania danych, a w szczególności ich normalizacji (wykorzystała Fuzzy Logic Toolbox programu MatLab) i kodowaniu.

Opracowany autorski system ekspercki jest dedykowany przede wszystkim osobom o małym doświadczeniu w zakresie przygotowania produkcji w przedsiębiorstwie. Pełni on rolę doradczą. Ostateczna decyzja o kształcie procesu należy jednak do technologa. Budując narzędzie informatyczne Habilitantka wykazała się dużą wiedzą z zakresu technologii i projektowania procesów, ale też umiejętnością tworzenia modeli sieci neuronowych oraz modeli drzew decyzyjnych. Reguły decyzyjne zostały zbudowane z wykorzystaniem zasad opisanych w literaturze i funkcjonujących w przedsiębiorstwie oraz na podstawie danych o procesach technologicznych wykonywanych w przedsiębiorstwie BOHAMET SA. Habilitantka świadomie zlokalizowała swoje rozwiązanie w konkretnym przedsiębiorstwie, co może być ocenione jako ograniczające stosowalność metody. Uważam, że decyzja jest słuszna, ponieważ każdy proces technologiczny jest zależny od przedsiębiorstwa, w którym będzie ulokowany, a więc od dysponowanych zasobów tego przedsiębiorstwa, dostępu do oprzyrządowania i narzędzi. Habilitantka opracowała prototypowe systemy eksperckie. Pierwszy jest systemem eksperckim z modelami sieci neuronowych, drugi z modelami w postaci reguł i drzew decyzyjnych. Wyniki uzyskane przez oba systemy zostały zweryfikowane przez technologów z przedsiębiorstwa BOHAMET SA. W obu przypadkach dobór procesu uznali za skuteczny. Zwrócili jednak uwagę, że dla pracownika bardziej zrozumiała jest wiedza podana w postaci reguł decyzyjnych i tym samym wzbudza ona większe zaufanie niż w przypadku sieci neuronowych, uznawanych za „czarna skrzynkę”.

W odniesieniu do nadzorowania procesu obróbki skrawaniem (drugiego obszaru przedstawionego w monografii), podobnie jak dla projektowania procesu technologicznego, Habilitantka również opracowała metodykę wykorzystującą metody sztucznej inteligencji, tj. sieci neuronowe oraz drzewa i reguły decyzyjne. Metodyka obejmuje następujące obszary: diagnozowanie zakłóceń procesu obróbki, badanie stabilności procesu, kontrolę parametru chropowatości powierzchni Ra i Rz oraz nadzorowanie obrabiarki przez kontrolę i kompensację odkształceń termicznych.

Przedstawione metody i narzędzia mogą być przydatne w szczególności do produkcji zmiennej. Modele mają charakter uniwersalny, dopiero wprowadzenie danych związanych

z działalnością konkretnego przedsiębiorstwa, tj.: dane o zasobach i realizowanych procesach, przekształca je w dedykowane konkretnemu zastosowaniu.

Jako kierunek dalszych prac Habilitantka wskazała powiązanie modeli z systemem harmonogramowania, co uważam, będzie bardzo ciekawym i potrzebnym obszarem badań.

Ideą, jaka przyświecała dr Izabeli Rojek było opracowanie metodyk, modeli i prototypowych systemów eksperckich, które przypominałyby działanie eksperta ludzkiego w danej dziedzinie. Wartością dodaną wynikającą z wykorzystania sieci neuronowych i drzew decyzyjnych jest utworzenie prototypowego systemu eksperckiego CAPP, który automatycznie gromadzi wiedzę i ma zdolność adaptacji. Opracowane narzędzie ma cechy uniwersalności, które dla konkretnego zastosowania jest dopasowywane poprzez wprowadzenie wiedzy o procesach realizowanych w konkretnym przedsiębiorstwie.

Jako oryginalny istotny wkład Habilitantki w dyscyplinę *budowa i eksploatacja maszyn*, wynikający z osiągnięcia naukowego (wskazana monografia) uznaję identyfikację potrzeby usprawnienia etapu przygotowania produkcji w szczególności dla produkcji niepowtarzalnej. Odpowiedzią na taką potrzebę jest stworzenie systemu wspomagania projektowania procesów technologicznych, oraz nadzorowania przebiegu tych procesów. Zidentyfikowana potrzeba stała się również podstawą opracowania oryginalnej metodyki projektowania procesów technologicznych wykorzystującej metody sztucznej inteligencji, w szczególności sztuczne sieci neuronowe drzewa i reguły decyzyjne. Na potrzeby metodyki zostały opracowane modele oraz prototypowe systemy ekspertowe wspomagające planowanie procesów, dobór półfabrykatów, narzędzi i oprzyrządowania. Opracowana metodyka stała się podstawą budowy narzędzia komputerowego wspomagającego planowanie procesów, przeznaczonego, w szczególności, mniej doświadczonym technologom. Narzędzie ma uniwersalny i otwarty charakter, można je dostosować do potrzeb różnych przedsiębiorstw. Opracowane prototypowe systemy ekspertowe przypominają działanie człowieka, będącego ekspertem w danej dziedzinie, mającego zdolność gromadzenia i analizowania danych, wyciągania wniosków służących do rozwiązywania problemów. Poprawność tej oryginalnej metodologii i stworzonego systemu ekspertowego została zweryfikowana z wykorzystaniem danych przedsiębiorstwa.

3. Ocena aktywności naukowej

Tematyka naukowa, którą rozwijała dr Izabela Rojek od początku swojej działalności była związana z zagadnieniami wspomagania projektowania procesów technologicznych.

Przed doktoratem Habilitantka uczestniczyła w projektach KBN, zrealizowała projekt promotorski, którego wynikiem była praca doktorska, badania własne oraz badania statutowe. Uczestniczyła w projektach realizowanych dla takich przedsiębiorstw jak: Fabryka urządzeń laboratoryjnych i medycznych POLON – Poznań SA., TECTRO Kunststofftechnik – Polska sp. Z o.o. w Bydgoszczy, dla których, wraz zespołem, opracowała aplikacje baz danych wspomagających projektowanie procesów technologicznych.

W kolejnych latach (po obronie doktoratu) Jej działalność naukowa rozszerzyła się o zastosowania sztucznej inteligencji oraz o zagadnienia dotyczące nadzorowania procesów obróbki skrawaniem. Dowodzą tego publikacje, z których do ważniejszych zaliczam:

- *Neural Networks as a Performance Improvement Models in Intelligent CAPP Systems* opublikowany w Control and Cybernetics vol.39,1/2010 (lista A MNiSW, 20 pkt)
- *Technological Process Planning by the Use of Neural Networks* opublikowany w Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing 31 (1) 2017. (lista A MNiSW, 15 pkt)
- *Predictive compensation of thermal deformations of Ball screws in CNC machines using Neural Network* opublikowany w Journal TEHNICKI VJESNIK- TECHNICAL GAZETTE 2017 (lista A MNiSW, 15 pkt - w druku).

Wyniki badań związane z tematyką, przedstawioną jako osiągnięcie naukowe zostały ponadto opublikowane w 20 artykułach z listy B MNiSW oraz w materiałach konferencyjnych. Dr Izabela Rojek jest właścicielką zgłoszenia patentowego na temat: Sposób projektowania procesu technologicznego przy użyciu sztucznych sieci neuronowych. Innym obszarem badań prowadzonych przez Habilitantkę było zarządzanie miejską siecią wodociągową. Elementem łączącym go z wcześniej omówionym obszarem są metody sztucznej inteligencji, wspomagające podejmowanie decyzji. Z tego zakresu opublikowała m.in.:

- *Models for better environmental intelligent management with water supply system* 28(12) 2014 opublikowany w Journal of water Resources management (lista A MNiSW, 40pkt).

- *Comparison of different types of neural nets for failures location within water supply networks* opublikowany w *Eksploatacja i niezawodność – maintenance and reliability* 16(1)/2014 (lista A MNiSW, 15 pkt).

Temat ten poruszony został również w 12 artykułach opublikowanych w czasopismach z listy B MNiSW. Prace z tego zakresu związane były z realizacją 3 Grantów (2 projekty rozwojowe MNiSW oraz jeden projekt rozwojowy NCBiR), zrealizowanych w latach 2000-2015, dotyczących opracowania *informatycznego systemu wspomaganie decyzji, zarządzania siecią wodociągową i kontroli jakości wody w miejskim systemie zaopatrzenia w wodę oraz optymalizacji produkcji dystrybucji wody*. Habilitantka była głównym wykonawcą w tych projektach.

Dr I. Rojek bardzo aktywnie uczestniczyła w projektach badawczych (9 grantów) oraz w pracach realizowanych dla przemysłu (9 projektów). Bardzo aktywnie współpracowała z licznymi ośrodkami w kraju i za granicą, o czym świadczą liczne staże naukowe realizowane w takich krajach, jak: Niemcy, Irlandia, Francja, Dania, Słowacja. Otrzymała liczne nagrody za osiągnięcia naukowe, z których za ważniejsze uznaje: Nagrody Rektora Politechniki Poznańskiej, Nagroda Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Stypendium Prezydenta Miasta Bydgoszcz dla młodych naukowców, Złoty Medal Targów Poznańskich.

Ilościowo dorobek dr Izabeli Rojek również nie budzi zastrzeżeń. Opublikowała 5 artykułów na liście A, 31 w czasopismach z listy B., ponadto opublikowała 50 prac w materiałach konferencyjnych. Uczestniczyła w 9 projektach badawczych KBN/MNiSW/NCN/NCBiR, 6 finansowanych przez UE oraz wykonała 12 ekspertyz na zamówienie przemysłu.

W zakresie "Istotnej aktywności zawodowej" wysoko oceniam osiągnięcia Habilitantki. Na wyróżnienie zasługuje jej duża aktywność publikacyjna oraz udział w realizacji projektów badawczych wykonywanych w kraju i w licznych konsorcjach międzynarodowych. O jakości realizowanych prac świadczą również liczne nagrody, jakie uzyskała za swoją działalność.

4. Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Habilitantka posiada bogaty dorobek dydaktyczny związany z pracą w dwóch ośrodkach akademickich, w Politechnice Poznańskiej oraz w Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego

w Bydgoszczy. Do ważniejszych osiągnięć zaliczyć można prowadzenie zajęć tematycznie związanych z Jej działalnością naukową, łączących zagadnienia z zakresu informatyki i wspomagania komputerowego z eksploatacją maszyn i systemów wytwórczych. Przykładem są prowadzone przez Nią zajęcia, tj.:

- *Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich*
- *Systemy baz danych dla kierunku mechanika i budowa maszyn*
- *Projektowanie i zarządzanie bazami danych w produkcji*
- *Projektowanie procesów technologicznych*
- *Zintegrowane systemy wytwarzania*
- *Planowanie i sterowanie produkcją*
- *Wstęp do sztucznej inteligencji.*

Ponadto prowadziła zajęcia na studiach podyplomowych, była promotorem kilkudziesięciu prac dyplomowych inżynierskich oraz kilkunastu prac końcowych na studiach podyplomowych. Do ważnych osiągnięć dydaktycznych Habilitantki zaliczam też organizowanie studiów podyplomowych *Techniki informatyczne w finansach* i *Techniki informatyczne w produkcji* w ramach projektu dofinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego UE oraz opracowanie programu studiów specjalizacji *informatyka przemysłowa*. Jej działalność dydaktyczna przejawia się również udziałem w Radzie Programowej Kierunku Informatyka, firmowaniu kierunku, przygotowywaniem raportów akredytacyjnych, uczestnictwem w komisjach egzaminacyjnych. Działalność dydaktyczna została zauważona i nagrodzona nagrodami Rektora Politechniki Poznańskiej oraz nagrodą Rektora Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy.

W zakresie działalności organizacyjnej wysoko oceniam Jej członkostwo w stowarzyszeniach (np. International Association of Engineers, Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Polskiego Towarzystwa Informatycznego i innych); udział w redakcjach czasopism oraz członkostwo w komitetach naukowych konferencji. Jest osobą aktywną i zauważalną w środowisku naukowym. Współorganizowała konferencje i seminaria. W latach 2003-2013 kierowała Zakładem Systemów Baz Danych i Inteligencji Obliczeniowej.

Działalność dydaktyczną i organizacyjną dr Izabeli Rojek oceniam pozytywnie. Na podkreślenie i wysoką ocenę zasługuje różnorodność prowadzonych zajęć dydaktycznych, duża liczba prac dyplomowych wykonanych pod jej opieką oraz wkład w poprawę procesu dydaktycznego, Jej zaangażowanie w podnoszenie swoich kompetencji oraz duży dorobek organizacyjny i zaangażowanie w życie Wydziału i Uczelni.

5. Ocena końcowa

Na podstawie dokonanej oceny osiągnięcia naukowego, tj rozprawy habilitacyjnej „Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w projektowaniu i nadzorowaniu procesów technologicznych obróbki skrawaniem” oraz pozostałego dorobku naukowego uważam, że dr inż. Izabela Rojek spełnia w sposób wystarczający wymagania Ustawy i przyjęte zwyczajowo, w kwestii dopuszczenia do dalszej procedury związanej z nadaniem stopnia doktora habilitowanego. Jednocześnie stwierdzam, że przedstawiona monografia i publikacje dowodzą jej znacznego wkładu w dziedzinę *nauk technicznych* w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*. Na uwagę zasługuje też wdrożeniowy aspekt prowadzonych badań.

Osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne Habilitantki, dr Izabeli Rojek, będące przedmiotem niniejszej opinii spełniają w sposób wystarczający wymagania stawiane w Ustawie o stopniach i tytule naukowym z dn. 14 marca 2003r. (DzU. Z 2014) oraz kryteria oceny zawarte w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1. września 2011r. Wnoszę zatem o dopuszczenie dr inż. Izabeli Rojek do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Bożena Skolna