

## RECENZJA

### **dorobku naukowego i dydaktycznego Pana dra inż. Roberta Piotrowskiego w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie nr 014/28/2018 Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej jako wynik wyznaczenia przez Centralną Komisję d/s Stopni i Tytułu mojej osoby na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Roberta Piotrowskiego. Recenzję opracowałem zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1.09.2011r.

#### 1. Ocena osiągnięcia naukowego

Przedmiotem oceny jest osiągnięcie naukowe pt.: **Zaawansowane algorytmy poprawiające jakość i efektywność sterowania w biologicznych oczyszczalniach ścieków**. Na osiągnięcie składa się cykl 13 prac, w tym 1 autorska monografia pt.: *Zaawansowane algorytmy sterowania i optymalizacji w biologicznej oczyszczalni ścieków typu wsadowego*, wydana w roku 2017 przez Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej (Monografia nr 169) obejmująca 162 strony oraz 11 publikacji współautorskich i 1 autorskiej opublikowanych w czasopiśmie (6) oraz materiałach konferencji o zasięgu międzynarodowym (5). Autoreferat zawiera szczegółowy wykaz tych prac wraz z punktacją zgodną z listą czasopism punktowanych MNiSW, a także współczynnikiem Impact Factor (IF). Wszystkie prace ukazały się po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia doktora nauk technicznych (2005 r.) w okresie od 2007 – 2017 roku.

Podejmowany we wszystkich pracach główny problem badawczy dotyczy modelowania oraz syntezy algorytmów sterowania systemem napowietrzania ścieków, przede wszystkim w oczyszczalniach typu wsadowego (SBR – Sequencing Batch Reactor). Badania przeprowadzono w oparciu o modele symulacyjne wykorzystując komercyjne pakiety: Simba – do modelowania biologicznej oczyszczalni ścieków oraz Matlab do modelowania instalacji napowietrzającej. Niezależnie od badań symulacyjnych przeprowadzono szerokie badania weryfikacyjne opracowanych modeli i algorytmów w odniesieniu do istniejących oczyszczalni ścieków: przepływowej w Kartuzach i Nowego Dworu Gdańskiego oraz sekwencyjnej w Swarzewie. Lektura prac pozwala na stwierdzenie, że Habilitant podejmował kolejne wyzwania badawcze w oparciu o uzyskiwane wyniki, weryfikowane na rzeczywistych obiektach. Ma to odzwierciedlenie w sekwencji prezentowanych publikacji, w których każda kolejna prezentuje rozwiązania poprawiające uprzednio zaproponowane struktury sterowania i zastosowane algorytmy.

Sposób prezentacji osiągnięcia naukowego jest dość nietypowy. Zwyczajowo, w przypadku przewodu habilitacyjnego, przyjmuje się jeden z dwóch sposobów. Pierwszy polega na przygotowaniu rozprawy habilitacyjnej obejmującej charakterystykę osiągnięcia naukowego zaprezentowanego w sposób zwarty i całościowy. Publikacje, szczególnie te opublikowane w czasopiśmie o ustalonej renomie w danej dyscyplinie, stanowią wówczas

potwierdzenie jakości dorobku naukowego Habilitanta. Drugi sposób oparty jest na cyklu publikacji ściśle związanych z osiągnięciem naukowym, stanowiącym pewną zwartą całość. W ocenianym przypadku zachodzi sytuacja mieszana: jest cykl publikacji i jest monografia, którą Habilitant traktuje jako jedną z prac cyklu. Siłą rzeczy pojawiają się zatem w monografii powtórzenia zagadnień podejmowanych we wcześniej opublikowanych artykułach wykazanych jako elementy składowe osiągnięcia naukowego. Potwierdza to również pośrednio Habilitant w akapicie autoreferatu podsumowującego swoje osiągnięcia cytując najczęściej dwie pozycje, z których jedną jest monografia, a drugą wybrana publikacja cyklu. Oceny osiągnięcia nie ułatwia nawet fakt ograniczenia problematyki w tytule monografii do „biologicznej oczyszczalni ścieków typu wsadowego” ponieważ również pozostałe publikacje ogniskują się głównie wokół tego typu obiektów. O ile z jednej strony można zauważyć pewne ograniczenie zakresu badawczego monografii (patrz uwaga powyżej), o tyle z drugiej strony w tytule występuje wyraźne jej rozszerzenie o zagadnienia „optymalizacji”. Powyższe uwagi mają charakter formalny i nie mogą wpływać na moją merytoryczną ocenę, chociaż jej nie ułatwiają.

Chcąc rzetelnie ocenić wyniki uzyskane przez Habilitanta należy również wziąć pod uwagę Jego udział procentowy w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. W pięciu pracach udział ten jest znaczący i wynosi powyżej 50%, natomiast w dwóch (prace 2,11) jest raczej symboliczny i wynosi 20%.

Zgodnie z moją uwagą sformułowaną na wstępie o progresywnym podejmowaniu kolejnych problemów w horyzoncie czasowym 2007 – 2017, podejmuję ocenę osiągnięcia rozpoczynając od publikacji konferencyjnej IFAC, wskazanej pod pozycją 13. W pracy przedstawiono model matematyczny instalacji napowietrzającej w oczyszczalni ścieków typu SBR w Swarzewie. . Opis ogólny oczyszczalni został również zamieszczony w monografii w rozdz. 2.2 – 2.4. W odniesieniu do wybranych elementów systemu napowietrzania zaproponowano również analog elektryczny instalacji. Autorzy koncentrują się na modelowaniu systemu napowietrzania oraz jego walidacji na podstawie pomiarów dostępnych w analizowanym obiekcie.

W pracy 12 autorzy rozpatrują system napowietrzania w instalacji oczyszczalni przepływowej i przedstawiają propozycje struktury systemu sterowania oraz algorytmy. Elementy systemu napowietrzania są paralelne do systemu omawianego w pracy 13, istotne zmiany wprowadzono jednak w zakresie wymagań technologicznych. Wpływa to w istotny sposób na dobór algorytmów sterowania. W pracy zaproponowano dwupoziomą hierarchiczną strukturę systemu sterowania napowietrzaniem oraz dokonano syntezy nieliniowego, hybrydowego algorytmu sterowania predykcyjnego stężeniem tlenu w reaktorze.

W pracy 11 wykorzystano algorytmy ewolucyjne i przedstawiono numeryczne rozwiązanie nieliniowego, hybrydowego zadania optymalizacji predykcyjnej. Działanie algorytmu zostało zweryfikowane na rzeczywistym obiekcie z przepływową oczyszczalnią ścieków w Nowym Dworze Gdańskim.

W pracy 9 i 10 zaproponowano implementację sprzętową nieliniowych układów sterowania stężeniem tlenu w oczyszczalni ścieków

Kolejne publikacje 7,8 koncentrują się na problemach implementacji sterowania adaptacyjnego dla SBR wraz z rozszerzeniem możliwości pomiarowych w zakresie bieżącej oceny ładunku zanieczyszczeń w ściekach surowych oraz na wybranych etapach procesu oczyszczania. W pracy 6 Autorzy zaproponowali kolejną modyfikację sterowania wykorzystując nieliniowe algorytmy sterowania rozmytego dla SBR. Praca 5 ma moim zdaniem szczególne znaczenie, gdyż - po pierwsze dotyczy reaktora przepływowego, a po drugie jest jedyną pracą autorską Habilitanta (poza monografią). Autor wykorzystuje w pracy zaawansowany, najbardziej rozbudowany model procesów biologicznych w oczyszczalni ścieków –ASM3. Model ten jest szeroko stosowany przez technologów i wymagał

wprowadzenia pewnych modyfikacji dla potrzeb sterowania. Sterowanie procesami biologicznymi w przepływowej oczyszczalni ścieków wymaga uwzględnienia dodatkowych czynników wpływających na przebieg procesów, w szczególności wpływu recyrkulacji wewnętrznej. Zastosowane algorytmy sterowania zweryfikowano dla WRRF (Water Recovery Resource Facility) w Kartuzach.

Kolejne prace 3 i 4 podejmują problematykę sterowania SBR-ów z wykorzystaniem dwóch modeli: IMC (Internal Model Controller) oraz DMRAC (Direct Model Reference Adaptive Control).

W pracy 3 przeprowadzono analizę pracy układu sterowania poddając ocenie stabilność zaproponowanego nieliniowego adaptacyjnego układu regulacji stężeniem tlenu z wykorzystaniem teorii stabilności Lapunowa. Oceniono wpływ parametrów układu regulacji na efektywność i jakość sterowania. Interesujące wyniki uzyskano w przypadku zastosowania nieliniowego, hybrydowego modelu decyzyjnego, w którym dyskretną zmienną decyzyjną była kolejność faz i liczba sekwencji fazy tlenowej i beztlenowej, natomiast zmienną ciągłą długość fazy tlenowej lub beztlenowej. W poszukiwaniu rozwiązania tego zadania optymalizacji wykorzystano generację rozwiązania początkowego za pomocą algorytmu genetycznego. Uzyskane utylitarne efekty zarówno w zakresie redukcji zanieczyszczeń jak i oszczędności z tytułu kosztów eksploatacji (głównie energii) są zadziwiająco wysokie.

W skład zestawu monotematycznych publikacji wchodzi również praca 2, która prezentuje schemat syntezy algorytmu sterowania wykorzystującego model Takagi-Sugano do identyfikacji procesu sterowania stężeniem tlenu w reaktorze SBR. Autorzy przedstawiają sformalizowane metodologicznie ujęcie problemu z wyszczególnieniem założeń, ograniczeń oraz kryteriów sterowania (przy symbolicznym 20% udziale Habilitanta).

Podsumowując syntetycznie przedstawione kolejne publikacje starałem się zebrać uzyskane wyniki zachowując jednak chronologię, która moim zdaniem ma znaczenie ponieważ świadczy o progresji badań Habilitanta. W autoreferacie Habilitant wskazuje również na perspektywę dalszych badań związanych z biologicznymi oczyszczalniami ścieków. Pozytywnie odbieram również dążenie do bieżącej weryfikacji zastosowanych rozwiązań na obiektach rzeczywistych zarówno na etapie identyfikacji jak i oceny jakości sterowania.

Przedstawiony do oceny zestaw 13 pozycji stanowi zwarty materiał tematyczny spełniający w mojej ocenie wymagania formalne i zawierający poprawne metodycznie rozwiązanie wielu ważnych problemów naukowo-badawczych z dziedziny automatyki. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w liczących się czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, indeksowanych w bazie Web of Science, umieszczonych na liście A MNiSW (wszystkie powyżej 15 pkt.).

Zaprezentowany materiał, dokumentujący osiągnięcie naukowe dra Roberta PIOTROWSKIEGO pt.:

*Zaawansowane algorytmy poprawiające jakość i efektywność sterowania w biologicznych oczyszczalniach ścieków*

**uwzględniłem za wartościowy pod względem naukowym, spełniający w pełni wymagania stawiane odpowiednim przepisom Ustawy o stopniach i tytule naukowym, w zakresie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych.** Przedstawione osiągnięcie naukowe mieści się w dyscyplinie automatyka i robotyka, specjalności automatyka.

## 2. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

### 2.1. Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)

Habilitant przedstawił również dokonania naukowo-badawcze nie mieszczące się w zakresie omawianego osiągnięcia naukowego, w których podejmował ważką problematykę badawczą związaną z matematycznym modelowaniem procesów wymiany ciepła oraz kinetyki neutronów reaktora jądrowego. W tym zakresie przedstawił wykaz 4 publikacji indeksowanych w bazie Web of Science, opublikowanych w latach 2014 -16. W autoreferacie podkreślił swoje zaangażowanie w tematyce związanej z energetyką jądrową, głównie w zakresie modelowania procesów wymiany i transportu ciepła.

### 2.2. Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne

W tym zakresie Habilitant umieścił adnotację – nie dotyczy. Moim zdaniem, gdyby były takie osiągnięcia, to należało by je przedstawić, gdyż są one istotne, szczególnie w kategorii osiągnięć w obszarze nauk technicznych.

### 2.3. Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe.

Wobec kolejnej adnotacji Habilitanta – nie dotyczy, moja uwaga jest analogiczna jak w pkt. 2.2.

### 2.4. Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe

Habilitant wymienia wdrożone wyniki zrealizowanych 3 prac dyplomowych z zakresu systemów bazodanowych zrealizowanych w środowisku MS Access.

### 2.5. Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3 Rozporządzenia MNiSW z dnia 1.09.2011 r.

Do oceny dorobku, który nie mieści się w ramach głównego osiągnięcia naukowego, Habilitant przedstawił 43 publikacje z listy B MNiSW. W zdecydowanej większości dotyczą one problematyki związanej z ocenianym osiągnięciem naukowym – choć nie tylko. Pozostała część publikacji dotyczy szeroko rozumianej problematyki automatyki i robotyki, w tym problemów modelowania różnych obiektów i procesów oraz zaawansowanych algorytmów sterowania.

## 2.6. Autorstwo lub współautorstwo opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych (§4 pkt.2 Rozporządzenia )

Habilitant uczestniczył w przygotowaniu 10 prac zbiorowych w formie rozdziałów w monografii czy materiałów konferencyjnych. Jego wkład w przygotowanie obejmował głównie budowę modeli oraz udział w badaniach symulacyjnych.

Współpracował w realizacji strategicznego projektu badawczego: *Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej* na zlecenie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, w latach 2012-2014. W latach 2010-2012 brał udział w projekcie realizowanym w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego – Porytet 2: *Spółczesność wiedzy*, który obejmował modernizację laboratoriów Politechniki Gdańskiej.

W 2006 roku przygotował jako współautor raport końcowy dla Komitetu Badań Naukowych projektu pt.: *Monitorowanie i sterowanie jakością wody w systemach dostarczania i dystrybucji (SDiDW) wody pitnej – MiSterJa*.

## 2.7. Sumaryczny Impact Factor publikacji wg listy JCR (§4 pkt.3 Rozporządzenia)

Impact Factor wszystkich prac Habilitanta wynosi 16.294 (przy czym ponad 50% - 9.019 dotyczy prac nie wchodzących w skład ocenianego osiągnięcia habilitacyjnego)

## 2.8. Liczba cytowań wg bazy Web of Science (§4 pkt.4 Rozporządzenia)

Wskaźniki bibliometryczne 17 prac Habilitanta opublikowanych po doktoracie zostały podane w autoreferacie i wynoszą:

Liczba cytowań 142 ( w tym 103 bez autocytowań)

## 2.9. Indeks Hirscha opublikowanych publikacji wg bazy WoS (§4 pkt.5 Rozporządzenia)

Indeks Hirscha wynosi 7.

## 2.10. Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach (§4 pkt.6 Rozporządzenia)

Habilitant był głównym wykonawcą Projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych pt.: *Monitorowanie i sterowanie jakością wody w systemach dostarczania i dystrybucji (SDiDW) wody pitnej – MiSterJa* realizowanego w latach 2003-2006, który wiąże się z głównym nurtem jego prac badawczych.

W roli wykonawcy występował w projekcie badawczym: : *Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej* na zlecenie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, w latach 2012-2014.

## 2.11. Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową (§4 pkt.7 Rozporządzenia.)

Dr Piotrowski był wielokrotnie laureatem Nagrody Rektora Politechniki Gdańskiej (w roku 2011 oraz w latach 2013-2016).

Otrzymał również wyróżnienie w ogólnopolskim konkursie dla doktorantów i kadry naukowej za najlepsze publikacje naukowe z dziedziny energetyki jądrowej (2014 r.)

## 2.12. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych (§4 pkt.8 Rozporządzenia)

W autoreferacie, Habilitant przedstawił 4 pozycje referatów wygłoszonych na konferencjach o zasięgu międzynarodowym (3 pozycje) i krajowym (1 pozycja).

## 3. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

### 3.1. Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych (§5pkt.1 Rozporządzenia)

Habilitant uczestniczył w roli wykonawcy w programie europejskim w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego na lata 2007-2013 realizowanego na rzecz rozwoju infrastruktury naukowo-dydaktycznej Politechniki Gdańskiej.

### 3.2. Udział w konferencjach (§5pkt.2 Rozporządzenia)

Dr Piotrowski uczestniczył aktywnie (wygłosił referat) na dwóch Krajowych Konferencjach Automatyki (w roku 2014 i 2017) oraz w 11 i 12 IFAC Symposium on Large Scale Systems w Laxenburgu w Austrii. Pełnił funkcję członka Komitetu Organizacyjnego, kierował również obradami w sesji.

### 3.3. Otrzymane nagrody i wyróżnienia (§5pkt.3 Rozporządzenia)

Habilitant otrzymał nagrodę III stopnia Rektora Politechniki Gdańskiej za wyróżniającą działalność dydaktyczną w 2009 r. Uzyskał również wyróżnienia jako promotor i konsultant 2 prac inżynierskich w konkursie „Młodzi Innowacyjni” oraz 2 prac magisterskich.

### 3.4. Udział w konsorcjach i sieciach badawczych (§5pkt.4 Rozporządzenia)

Habilitant wskazuje na swój udział w pracach międzyuczelnianego zespołu kilku uczelni przygotowującego wspólne projekty badawcze w obszarze energetyki jądrowej oraz międzywydziałowym zespole Politechniki Gdańskiej. Doceniam ten obszar aktywności Habilitanta, lecz moim zdaniem, te działania nie kwalifikują się do udziału w konsorcjach i sieciach badawczych.

### 3.5. Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych (§5pkt.5 Rozporządzenia)

Brak jest informacji o kierowaniu projektami o takim charakterze.

### 3.6. Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism (§5pkt.6 Rozporządzenia)

Habilitant jest członkiem zespołu redakcyjnego czasopisma Information Technology and Control, które znajduje się na liście A MNiSW.

### 3.7. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych (§5pkt.7 Rozporządzenia)

Dr Piotrowski pełnił w latach 2015-16 funkcję sekretarza i członka zarządu Stowarzyszenia na rzecz elektrowni jądrowej w woj. Pomorskim.

### 3.8. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki (§5pkt.8 Rozporządzenia)

Aktywność dydaktyczna Habilitanta koncentruje się na prowadzeniu wykładów, ćwiczeń oraz laboratoriów z zakresu podstaw automatyki, dynamiki systemów, teorii sterowania oraz algorytmów wspomaganie decyzji. W realizacji prac dyplomowych współpracuje z przedsiębiorstwami regionu. Brał aktywny udział w opracowaniu nowych programów studiów na kierunku automatyka i robotyka. Wielokrotnie współorganizował i uczestniczył w działaniach promocyjnych w ramach Bałtyckich Festiwalu Nauki oraz dniach otwartych Politechniki Gdańskiej.

### 3.9 Opieka naukowa nad studentami (§5pkt.9 Rozporządzenia)

Dr Piotrowski wskazuje w autoreferacie na promotorstwo ok. 100 prac dyplomowych, z których rekrutują się również prac nagrodzone w licznych konkursach. Podejmuje wysiłek opieki nad dyplomantami uczestniczącymi w konkursach oraz przygotowującymi artykuły na ogólnopolskie konferencje naukowe dla młodych badaczy.

### 3.10. Opieka naukowa nad doktorantami (§5pkt.10 Rozporządzenia)

Habilitant pełni aktualnie rolę promotora pomocniczego w 2 przewodach doktorskich, w których promotorem jest prof. Kazimierz Duzinkiewicz oraz w jednym zakończonym przewodzie w roku 2016.

### 3.11. Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich (§5pkt.11 Rozporządzenia)

Brak informacji na ten temat.

### 3.12. Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań (§5pkt.12 Rozporządzenia)

Habilitant jest współautorem dwóch raportów cząstkowych i jednego końcowego dla NCBiR pt.: *Opracowanie metody i wykonanie przykładowej analizy systemowej pracy bloku jądrowego z reaktorem wodnym przy częściowym skojarzeniu* za lata 2012-2014.

### 3.13. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych (§5pkt.13 Rozporządzenia)

Habilitant wykazuje swój udział w zespołach przygotowujących wnioski projektowe kierowane do Narodowego Centrum Nauki (3), Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (5), Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (1), Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego oraz w 7 Programie Ramowym Unii Europejskiej.

### 3.14. Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych (§5pkt.14 Rozporządzenia)

Dr Piotrowski nie pełnił roli recenzenta w projektach o randze międzynarodowej i krajowej. Wykazuje natomiast dużą aktywność w recenzowaniu publikacji w czasopismach. W sumie recenzował 45 artykułów, z czego 15 do czasopism z listy A MNiSW.

Przygotowana dokumentacja zawiera również „Inne osiągnięcia” Habilitanta, poza wyszczególnionymi działaniami zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1.09.2011r. Dotyczą one głównie Jego aktywności organizacyjnej i dydaktycznej w ramach Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej w formie członkostwa w komisjach Rady Wydziału, opieki nad studentami oraz udziału w międzynarodowych warsztatach z zakresu energetyki jądrowej.

**W konkluzji uważam, że zaprezentowany materiał publikacyjny zawiera znaczące, w części również oryginalne, osiągnięcie naukowe Habilitanta, które w pełni spełnia wymagania sformułowane w Ustawie o stopniach i tytule naukowym. Osiągnięcia Habilitanta należy przypisać do dyscypliny Automatyka i Robotyka. Podobnie dorobek organizacyjny i dydaktyczny, charakteryzujący się szerokim spektrum działalności Habilitanta, spełnia wymagania stawiane przy nadaniu stopnia doktora habilitowanego przez odnośne przepisy. Wobec powyższych stwierdzeń, wnoszę o przyjęcie przez Radę Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej przedłożonego osiągnięcia naukowego i dopuszczenie dra inż. Roberta PIOTROWSKIEGO do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie naukowej Automatyka i Robotyka.**

Andrzej URBANIAK