

**Recenzja**  
**dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego**  
**postępowania habilitacyjnego Pana dr Piotra Wosia**

1. Informacje ogólne
2. Ogólna charakterystyka problematyki uprawianej przez habilitanta.
3. Wkład habilitanta w rozwój dyscypliny
4. Recenzja osiągnięć naukowych habilitanta
  - 4.1. automatyka serwonapędu elektrohydraulicznego
  - 4.2. innowacyjny manipulator trzyosiowy
  - 4.3. sterowanie bio-sygnałami
  - 4.4. sterowanie wibroizolacją
  - 4.5. automatyzacja diagnostyki przepływowej
  - 4.6. sterowanie pomiarem i monitoring przecieku
  - 4.7. robotyka murarska
5. Asymilacja osiągnięć w środowisku
6. Osiągnięcia dydaktyczne
7. Osiągnięcia organizacyjne
8. Staże i wyjazdy
9. Współpraca z gospodarką i przemysłem
10. Wniosek do Rady Doskonałości Naukowej

## **1. Informacje ogólne**

Pan Piotr Woś jest młodym kielczaninem, związanym przez całe swe zawodowe życie z Politechniką Świętokrzyską. Najpierw, w roku 1990 ukończył studia na kierunku mechanika w specjalności automatyzacja procesów produkcyjnych, a potem obronił na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn, w roku 2008, pracę doktorską pod tytułem: „Regulacja serwonapędów elektrohydraulicznych odpornych na działanie zmiennych obciążeń”, wykonaną pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Ryszarda Dindorfa, który stał się później nie tylko jego mistrzem i mentorem ale i głównym współpracownikiem. Ze swym profesorem tworzy od 12 lat trwały zespół badawczy, który pracując regularnie i systematycznie doszedł do znakomitych wyników w tak trudnej dyscyplinie jak mechatronika, automatyka i sterowanie. Część tych wyników, wydzielonych trafnie w siedem powiązanych z sobą tematów, habilitant przedstawia jako swoją rozprawę habilitacyjną.

## **2. Ogólna charakterystyka problematyki uprawianej przez habilitanta.**

Habilitant uprawia i rozwija niezwykle ważną dyscyplinę naukową wyrastającą z mechatroniki i dotyczącą układów sterowania oraz robotyzacji. Jest to, przypomnijmy, dziedzina mająca dla nauk technicznych status nadrzędny, wymaga ona doskonałej znajomości wszystkich dziedzin uprawianych w technice takich jak budowa, eksploatacja, urządzeń i maszyn, mechanika ciał stałych i płynnych, numeryka, metody eksperymentalne, etc. Wymaga ona od badacza szczególnej wiedzy, wielkiej wyobraźni, oraz umiejętności łączenia z sobą czasami trudno dopasowywalnych elementów współczesnej techniki.

Osobiście z dużą przyjemnością, studiowałem osiągnięcia habilitanta, przypominając sobie jak w czasach studenckich, będąc zatrudnionym w zespole badawczym prof. R. Ciesielskiego z Politechniki Krakowskiej, miałem okazję uczestniczyć w pracach nad opracowaniem systemu sterowania wibroizolacją na jednym z głównych mostów przez Wisłę miasta Krakowa. Było to niezapomniana dla mnie inspiracja badawcza – chcąc coś zrozumieć z rozmów i przepisywanych przeze mnie raportów, sięgnąłem do świeżo wydanej książki Ogata „Metody Przestrzeni Stanów w Teorii Sterowania”. Pogrążyłem się wtedy bez reszty w przepiękny świat: „sterowań” „transmitacji”, „resolwent”, „uchybów”, „transformacji Laplace’a”, „splotów”, „funkcji celu”, etc, gdzie matematyka, będąc nieledwie służką mechatroniki, po raz pierwszy nie pyszniła się swego boskiego pochodzenia twierdzeniami, stwierdzając raz po raz, iż to właśnie nie kto inny jak ona ogranicza nasze poznanie i możliwość sterowania światem przyrody technicznej.

Los nie dał mi możliwości pracy w mechatronice. Ze sterowaniem stricte matematycznym zetknąłem się tylko raz omawiając niezwykłą rozprawę doktorską lwowianina, prof. Roberta Szewalskiego (założyciela i dyrektora IMP PAN), dotyczącą sterowania ruchem wałów „miękkich”; później w ramach współpracy z krajową energetyką zajmowaliśmy się, w moim zespole, sterowaniem rozruchów zespołu kocioł-turbina prowadzonym w trybie „regulacji poślizgowej”. Ale los uśmiechnął się jeszcze raz gdy, w 2011, otrzymałem od dziekana jednej z uczelni Bydgoskich polecenie iż: „od jutra będę uczył mechatroniki”, gdyż uczelnia niespodziewanie dostała fundusze na taką tematykę. Ponieważ do wykładu miałem 23

godziny, wziąłem się do pracy – tam gdzie była matematyka to coś rozumiałem. Wykład rozpocząłem od słów: „Ponieważ przyszło mi wyklądać naukę o której aktualnie wiem tylko tyle, że jest piękna, zapraszam państwa do wspólnej pracy i żywego współuczestniczenia w stopniowym odkrywaniu faktu jak dzięki niej potrafimy, sterować, regulować i wykonywać zaawansowane pomiary *on-line*.” Był entuzjazm młodzieży i pełne emocje poznawanie tej szlachetnej dziedziny wiedzy. Po wykładach bydgoskich mam niezapomniane wspomnienia.

Ale wracając do scharakteryzowania roli i statusu nauki uprawianej przez Piotra Wosia – trzeba zauważyć, iż tylko pracując nad rozwiązaniem najambitniejszych wyzwań współczesnej techniki badacz dotyka tematyki już samej układającej się spójną całość, przesiąkniętą chęcią sprostania innowacyjnym zadaniom w mechatronice. Tą jednolitą całość swoich osiągnięć habilitant nazwał: **„Konsolidacja systemów mechatronicznych w zakresie projektowania, modelowania, sterowania i badania urządzeń płynowych”**. Stwierdzam iż jest to tytuł adekwatny do tego co przedstawił w materiałach habilitant. Słusznie wysuwa on na czoło słowo: „konsolidacja” – to określenie dobrze oddaje główny nurt szkoły naukowej, którą reprezentuje i od lat szczęśliwie rozwija. „Konsolidacja” nie jest to bowiem przypadkowe dostosowania się chaotyczne dobranych, a często niepasujących elementów, to wyższe, zaawansowane spojrzenie na własną dyscyplinę, jej fundamenty i narzędzia badawcze. Ta konsolidacja jest bowiem fundamentalna – obejmuje wszystko najważniejsze w mechatronice - zagadnienia projektowania, modelowania, symulacji, badania działania i sterowania mechanizmów mechatronicznych w szczególności układów hydrotronicznych i pneumatycznych. Habilitant podkreśla, że szczególnie w rozwijanych przez niego układach: „konsolidacja systemów mechatronicznych realizowana jest poprzez zastosowanie integracji projektowej i sprzętowej wirtualnych modeli oraz mechanizmów z ich układami sterowania, tworzonymi w różnych środowiskach programistycznych i różnych urządzeniach technicznych.” – zgadzam się tu z trafnie wyrażoną syntezą własnych prac – świadczy ona o dużej dojrzałości badawczej habilitanta i umiejętności nazywania nowych wyników i rozpoznawania elementów nieznanych.

### 3. Wkład habilitanta w rozwój dyscypliny

W ciągu dwunastu lat pracy, jakie upłynęły habilitantowi po obronie doktoratu, pracował On nad rozwojem swojej dyscypliny w kierunku konsolidacji systemów mechatronicznych. Większość prac wykonywał w zespole wraz z prof. Ryszarda Dindorfem. Wszystkie prace są wykonane w jednakowym podejściu badawczym zasadzającym się na pracach eksperymentalno-demonstracyjnych połączonych z konieczną automatyką i podstawami teoretycznymi. Z bogatego dorobku habilitant wybrał 23 publikacje, które podzielił na siedem obszarów. Prace te są poważnym wkładem do nauki, ich mocną stroną jest sprawdzanie nowatorskich modeli we własnym eksperymencie. Imponują rozmachem interdyscyplinarnym, znajomością metod matematycznych, metod komputerowych i konkretnością rozwiązań eksperymentalnych. Wiele pomysłów badawczych jest publikowanych po raz pierwszy i nie ma literaturowego odniesienia.

#### **4. Recenzja osiągnięć naukowych habilitanta**

##### **4.1. automatyka serwonapędu elektrohydraulicznego**

Najważniejszy obszar prac naukowych doktoranta związany jest z podstawami jakim jest serwonapęd elektrohydrauliczny. Habilitant dokonał jego modelowania matematycznego, identyfikacji, symulacji numerycznych i badań eksperymentalnych. Wynikiem jest 9 prac w tym jedna monografia w języku angielskim. Są one oryginalnym wkładem w rozwój serwonapędy elektrohydrauliczne mają zastosowanie jako układy napędowe maszyn, urządzeń, manipulatorów i robotów. Habilitant opracował narzędzia i techniki prowadzące do dużej dokładności pozycjonowania i kontroli w warunkach działania zmiennych mas i sił obciążających oraz zakłóceń zewnętrzne oraz wewnętrzne. To istotny wkład do nauki o sterowaniu. Habilitant był w stanie zamodelować serwonapęd elektrohydrauliczny sterowany proporcjonalnym rozdzielaczem przepływowym w postaci nieliniowego modelu dynamicznego pozwalającego opisać kluczowe procesy fizyczne zachodzące w trakcie ruchu tłoka serwonapędu. Do „konsolidacji” systemów mechatronicznych służyły mu również symulacje modelu w środowisku programowym Matlab/Simulink. Dzięki temu opracował wirtualny układ sterowania serwonapędu elektrohydraulicznego i zaprojektował cyfrowy adaptacyjny regulator PID. Analizował, dodatkowo, skuteczność zaproponowanego adaptacyjnego algorytmu regulacji w przypadkach zmiany zadanej prędkości, częstotliwości ruchu i obciążenia siłowego tłoka siłownika serwonapędu.

Charakterystyczne jest praktyczne nastawienie habilitanta – przykładem jest znaczenie dla zastosowania opracowanych wcześniej rozwiązań algorytmów regulacji adaptacyjnej oraz przystosowanie ich do pozycyjno-siłowej regulacji serwonapędu elektrohydraulicznego – dowodem są kolejne prace w tej tematyce, gdzie innowacyjny pomiar siły w istotny sposób rozszerzył możliwości systemu sterowania, w których do tej pory wykorzystywano tylko pomiar jego położenia.

Cenne są weryfikacje na zbudowanym w laboratorium realnym siłowniku. Pozwoliło to na zweryfikowanie modeli i narzędzi oraz wprowadziło niezbędne ulepszenia w badanym obiekcie. Podjęcie się badań laboratoryjnych i budowa stanowiska świadczą o dojrzałej metodycie badawczej habilitanta i jego znakomitych umiejętnościach. Zbudowany przez habilitanta model teoretyczny i praktyczny regulator typu samostrojonego (ang. self-tune) o nowej niestosowanej dotąd strukturze z możliwością pracy w mechatronicznych systemach czasu rzeczywistego jest oryginalnym osiągnięciem w skali europejskiej.

##### **4.2. innowacyjny manipulator trzyosiowy**

Innym oryginalnym pomysłem habilitanta jest „konstrukcja, budowa, wirtualne prototypowanie, synchronizacja ruchu osi napędowych oraz badania eksperymentalne trzyosiowego manipulatora hydraulicznego o konstrukcji równoległej.” O doniosłości tego osiągnięcia świadczy aż pięć opublikowanych artykułów w czołowych czasopismach. Pomysł na manipulator równoległy otwiera konieczność wymyślenia modelu matematycznego mechanizmu „o zamkniętym łańcuchu kinematycznym” który, dodatkowo, posiada efektor połączony jest z podstawą za pomocą kilku niezależnych łańcuchów kinematycznych. Habilitant wraz ze swoim współautorem, dobierają trafnie sztywności, masy i długości ramion manipulatora, pokazując przewagę nad manipulatorami szeregowymi. Udana propozycja opracowania konstrukcji i układu sterowania manipulatora Tripod, jest oryginalnym rozwiązaniem Habilitanta dotyczącym zastosowania napędów

elektrohydraulicznych dla manipulatora o konstrukcji równoległej i nie jest spotykana wcześniej w żadnych rozwiązaniach mechatronicznych. Udało się opracować prototyp konstrukcji manipulatora posiadający mechatronicznie zintegrowane z manipulatorem serwonapędy.

Cenne jest iż habilitant wykonał i zaimplementował model zadań manipulatora o kinematyce prostej i odwrotnej przy wykorzystaniu wirtualnego modelu manipulatora. Opracował układ sterowania dla maszyny wirtualnej. Takie rozwiązanie umożliwiło badanie funkcji układu sterowania przed jego połączeniem z rzeczywistym manipulatorem. Wirtualne prototypowanie jest stosowane do projektowania, optymalizacji, walidacji i cyfrowej wizualizacji konstrukcji. Habilitant słusznie uważa, iż stosując odpowiednie autorskie oprogramowanie można przeprowadzać oceny różnych koncepcji projektowych przed poniesieniem kosztów fizycznych prototypów.

Dlatego tym cenniejsze jest zastosowane przez niego wirtualne prototypowanie - pozwoliło nie tylko ustalić główne parametry pracy ale i na weryfikację projektu w świetle kryteriów: wytrzymałości, stateczności oraz kolizyjności.

#### 4.3. sterowanie bio-sygnałami

Habilitant staje do przezwycięzania licznych trudności pojawiających się w związku z coraz liczniejszymi bioelektrycznie sterowanymi napędami. Wykonał badania teoretyczne i eksperymentalne nad możliwością zastosowania sygnałów bioelektrycznych dla kontroli i sterowania napędami płynowymi, z tego nowego obszaru badań opublikował 4 prace – jak wynika ze zamieszczonych zdjęć współautorka publikacji była też, dodatkowo, tym „elementem biologicznym” eksperymentu wysyłającym bio-sygnały.

Trzeba przyznać ze zakres prac budzi zdumienie, jak bowiem wymyślić od zera nowe czujniki; jaki odpowiednio wrażliwy eksperyment zainicjować, jak to wszystko opisać w układzie sterowania, jakich wzmacniaczy i przetworników użyć? Chociaż istnieją nowoczesne rozwiązania w postaci wizyjnych i głosowych interfejsów komunikacyjnych, panowie Woś i Dindorf rozwijają własny interfejs wykorzystujący naturalne sygnały bioelektryczne (biosygnały) człowieka. Zasada działania opracowanego sterowania mówi, że bio-sygnały odczytywane za pomocą interfejsu mózg-komputer są następnie przetwarzane i wykorzystywane do różnych celów technicznych. Zarejestrowane sygnały bioelektryczne pochodzą ze zbiorowej aktywności neuronów i jako takie nie nadają się do bezpośredniego zastosowania w mechatronice. Pomiar taki obarczony jest wieloma czynnikami ubocznymi, które wpływają na wynik pomiaru, stąd Habilitant przetwarza sygnał bioelektryczny, w celu wyeliminowania szumów lub innych możliwych zakłóceń. Oraz stwierdza, że zakres amplitudy bio-sygnałów przed wzmocnieniem wynosi 0-10 mV, (+5 do -5). Sygnał bioelektryczny może mieć zarówno napięcie dodatnie jak i ujemne.

Aby przystosować sygnał biologiczny w użyteczny sygnał sterujący, wszystkie ujemne amplitudy przekształca się na dodatnie, a następnie oszacowuje bio-sygnał przez zastosowanie cyfrowych algorytmów wygładzania. Tak przygotowany sygnał, po wzmocnieniu, nadaje się już do bezpośredniego zastosowania, jako sygnał zadający dla mechatronicznego układu sterowania. Aby to wszystko działało w praktyce autorzy

zbudowali stanowisko badawcze do zdalnego sterowania serwonapędu elektropneumatycznego bio-sygnałami. Przeprowadzono wstępne – udane - badania. Wynika z nich, że naturalne bio-sygnały generowane przez mózg, mięśnie twarzowe i mięśnie oka poprawnie odczytywane są przez urządzenie NIA (ang. Neural Impulse Actuator), a następnie przetwarzane są na komendy sterowania w sterowniku serwonapędu elektropneumatycznego. Bio-sygnały wykrywane są za pomocą czołowej opaski z trzema czujnikami (biosensorami) przesyłane są do przetwornika impulsów, gdzie są interpretowane jako sygnały sterujące. Dodatkowo po przetworzeniu sygnały sterujące z przetwornika impulsów przekazywane są siecią bezprzewodową WiFi do sterownika.

Stanowisko serwonapędu pneumatycznego sterowanego za pomocą biosygnałów i sieci bezprzewodowej, budzi respekt, słusznie iż to znaczące, unikatowe osiągnięcie zaprezentowano na Targach Kielce „VI Targach Hydrauliki, Pneumatyki, Napędów i Sterowań PNEUMATICON’2013”. Habilitant wspomina o kilku większych i kilku mniejszych problemach naukowych, które trzeba było rozwiązać – każdy z nich jest osobnym zagadnieniem naukowym wymagającym, wiedzy, czasu, narzędzi i odpowiedniego pomysłu.

#### 4.4. sterowanie wibroizolacją

Przechodząc do praktycznych zastosowań metod i narzędzi wypracowanych przez habilitanta, to warto odnotować Jego nowe pomysły i rozwiązania w dziedzinie sterowania wibroizolacją. Chodzi tu o konkretny przykład jakim jest poprawa własności wibroizolacyjnych siedziska maszyny roboczej – Habilitant wykonał w tym zakresie badania modelowe i eksperymentalne a wyniki opublikował w dwóch artykułach [Oczywiście, w przypadku mostu potrzebne są badania *in situ*].

Specyfika zadania podjętego przez habilitanta polega na eliminacji drgań o częstotliwościach rezonansowych ważnych dla narządów wewnętrznych i układu kostnego człowieka. Zakres tych częstotliwości uzależniony jest od indywidualnej budowy człowieka i wynosi dla organów wewnętrznych od 2 - 12 Hz. Układy zawieszenia siedzisk maszyn posiadają częstotliwość drgań własnych w zakresie 1-3 Hz, co, jak zauważa Habilitant, skutkuje małą skutecznością tłumienia drgań w zakresie niskich częstotliwości wymuszeń.

Ważnym jest, z merytorycznego punktu widzenia, budowa stanowiska eksperymentalnego, które zasada się z pneumatyczno-hydrauliczny wibroizolatora podstawy siedziska maszyny roboczej. Dzięki badaniom habilitant osiąga teoretyczną i aplikacyjną redukcję drgań zawieszenia siedziska maszyny roboczej.

#### 4.5. automatyzacja diagnostyki przepływowej

Wiadomo, iż aby dobra diagnostyka mogła być przeprowadzana wymagany jest właściwy monitoring pomiarowy urządzenia. Aby tak się stało potrzebna jest budowa programowalnego urządzenia kontrolno-pomiarowego do diagnostyki układów płynowych. Habilitant podjął się tego zadania a wyniki przedstawił w dwóch obszernych publikacjach.

Aparatura kontrolno-pomiarowa wykorzystywana jest na szeroką skalę w różnych gałęziach przemysłu. Elektroniczne systemy pomiarowe stosowane w diagnostyce napędów hydraulicznych i pneumatycznych składają się z przetworników pomiarowych, elektronicznego urządzenia pomiarowego, programu komputerowego i oprzyrządowania.

Opracowany przez Habilitanta system pomiarowy służy do przetwarzania sygnałów, z przetworników pomiarowych na informacje do wyświetlania i zapamiętywania, z możliwością ich dalszego przetwarzania, wyznaczania krzywych pomiarowych, tworzenia protokołu pomiarowego, drukowania danych lub ich przesyłania do komputera. Urządzenia te wyposażył również w dodatkowe funkcje umożliwiające: określenie warunków pomiaru (np. zakres temperatury oleju, różnicy ciśnień), powiększanie odcinka krzywej pomiarowej i przeprowadzenie identyfikacji pomiarów. Umożliwiają również równoczesny pomiar kilku wielkości fizycznych tj.: ciśnienia, temperatury oraz objętościowego natężenia przepływu.

Habilitant przygotował stanowisko demonstracyjne programowalnych urządzeń kontrolno - pomiarowych instalacji hydraulicznych i pneumatycznych, które po testach zaprezentowano na Targach Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań PNERUMATICON'2016 w Kielcach. Tak zdobyta wiedza posłużyła do nowatorskiego usystematyzowania budowy oraz działania przetworników i układów pomiarowych stosowanych w układach hydraulicznych i pneumatycznych.

#### 4.6. sterowanie pomiarem i monitoring przecieku

Kolejne osiągnięcie Habilitanta ma ważne zastosowania dla bezpieczeństwa kraju, gospodarki i obywatela opartego dziś monitoringu. Trwały monitoring jest dziś wdrożony do praktycznych systemów bezpieczeństwa BOTT w krajowych elektrowniach zawodowych – jest on szczególnie ważny gdy krajowa energetyka zawodowa pracuje dziś w tzw. „trybie na dorzniecie”, prowadzącym do jej jak najszybszego zamknięcia. Habilitant podejmuje się trudnego zadania budowy, wypracowania i wymyślenia zasad teoretycznego działania, układu sterowania i związanego z tym równie trudnego zadania budowy eksperymentalnego urządzenia do pośredniego pomiaru przecieku w instalacji sprężonego powietrza. Prace zostały zakończone z sukcesem o czym informują nas trzy publikacje w renomowanych czasopismach.

Zarówno eksperyment jak i model monitoringu są złożone, gdyż złożone jest zjawisko które się bada. Pomiar przecieku powietrza obmyślony jest jako pomiar w trybie *on-line*, i zasadza się na pomiarze spadków ciśnienia w punktach krytycznych urządzenia. System pomiarowy pomyślano jako składający się z bloku obliczeniowego przecieków, bloku formowania sygnału zadanego, bloku obliczeniowego natężenia przepływu, bloku sprzężenia zwrotnego, bloku regulatora oraz bloku ograniczenia sygnału zadanego. To oryginalne, pomysłowe rozwiązanie do stałego wykorzystywania. Uwzględniono zjawiska krytyczne przepływu typu wypływ naddźwiękowy. Wydaje się, że zaletą opracowanej metody pomiarowej jest fakt, że można przeprowadzić pomiary przecieku w dowolnym czasie i w dowolnym miejscu instalacji sprężonego powietrza: w rurociągu głównym, przewodach rozprowadzających, przewodach przyłączeniowych do odbiorników (maszyn, urządzeń, narzędzi).

#### 4.7. robotyka murarska

Wychodząc z założenia, iż potrzebne są roboty zastępujące murarzy (w miejscach o trudnych warunkach, np. gorącym kotle), Habilitant podejmuje się wyzwania zbudowania robota murarsko-tynkarskiego. Chyba nie będzie on miał roli podobnej do roli robota chirurgicznego który jest stosowany w miejscach gdzie chirurgom brakuje wiedzy i umiejętności w wolą „robotę” oddać w ręce bardziej wyszkolonego specjalisty. Trudno mi doszukać się

analogicznej sytuacji w budownictwie. Z czasów gdy byłem murarzem pamiętam, iż wielu z nas nie chciało murować kominów bowiem były słabo płatne i trzeba było nagłowić się z „właściwym układem cegieł”. Gdyby jednak system opłat postawić z powrotem na nogi to najtańsze winny być odcinki proste, żmudne i nudne, wymagające wielokrotnego powtarzania tych samych ruchów – tutaj rzeczywiście przydałby się „pół-robot”. Sprawa jest ciekawa i innowacyjna – słuszne, że rozpoczyna się ją od budowy prototypu i wyznaczenia teoretycznego głównych parametrów jego pracy. Zrobotyzowany system murarski zaproponowany przez Habilitanta, składa się z robota przegubowego z manipulatorem o 6-ciu stopniach swobody wraz z chwytakami. Według zaprezentowanej koncepcji, robot bazowy ustawiony jest na mobilnej platformie hydraulicznej, która jest wyposażona w system sterowania podnoszenia i pozycjonowania oraz system sterowania ruchami roboczymi robota. Podczas murowania realizowane jest podnoszenie wraz z precyzyjnym poziomowaniem. Założono etapy procesu murowania takie jak: wyznaczenie zmiennej przestrzeni roboczej robota - długości muru, podział linii muru dla poszczególnych cegieł pierwszej warstwy z uwzględnieniem szerokości spoin, ustalenie trajektorii robota zgodnie z podziałem na poszczególne cegły i sposobu umieszczania cegły w murze oraz układanie cegieł zgodnie z podziałem. Wszystkie te etapy zaimplementowano, przy pomocy języka programowania wysokiego poziomu RAPID, do środowiska symulacyjnego RobotStudio.

Jak informuje Habilitant, obecnie prototyp zrobotyzowanego systemu murarskiego znajduje się w fazie udoskonaleń laboratoryjnych, które są skoncentrowane na działaniach implementacji algorytmów dla optymalizacji trybów pracy jednostki, wraz z utrzymaniem przydatności systemu do zastosowań w murarskich pracach budowlanych, w tym w szczególności: przystosowania chwytaków robota do przenoszonego z magazynu materiału budowlanego (cegła, pustak ceramiczny, beton komórkowy), pozycjonowania chwytaka względem zorientowanego układu współrzędnych dla wybranego algorytmu murowania oraz do dysz dozujących zaprawę, skuteczności i niezawodności działania systemu bezpieczeństwa zrobotyzowanego systemu murarskiego, integracji systemu sterowania, pozycjonowania chwytaka względem zorientowanego układu współrzędnych dla wybranego algorytmu murowania i opracowania zintegrowanego panelu operatorskiego.

## **5. Asymilacja osiągnięć w środowisku**

Habilitant nie ma żadnych kłopotów z wykazaniem powiązań swych prac z potrzebami gospodarki. Ten element jest bezsprzecznie silnym punktem jego habilitacji. Ale ponieważ rozwija i stosuje on najnowocześniejsze narzędzia badawcze, oraz publikuje wyniki swych badań w renomowanych czasopismach dedykowanych mechatronice, jego prace są znane i studiowane w środowisku o czym świadczą chociażby wysokie parametry bibliograficzne. Przedstawiony przez Habilitanta cykl 23-ech publikacji wiąże tematycznie siedem obszarów opracowań. Świadczy to o tym, że tematyka konsolidacji narzędzi i urządzeń mechatronicznych, w celu budowy i sterownia napędami hydraulicznymi i pneumatycznym jest aktualna, ważna i sama w sobie trudna. Osiągnięcia habilitanta są znaczące, są ważnym wkładem poznawczym i utylitarnym w rozwój dziedziny. Opracował i zbudował on złożone urządzenia mechatroniczne wymagające syntezy wiedzy i umiejętności w zakresie zintegrowanego podejścia do zagadnienia ich projektowania i konstruowania.



Swoje prace Habilitant prowadzi w ścisłym powiązaniu z gospodarką, realizując szereg szczegółowych zadań i problemów.

Podkreślić trzeba wagę pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta. Są one zaskakująco liczne. Wskazują one na jego szerokie talenty, zainteresowania, jego umiejętności pisarskie oraz eksperymentatorskie. Tabela zestawcza publikacji wykonanych po uzyskaniu stopnia doktora jest imponująca. Dwu-letni impact factor wynosi 12,6 – są to, zdaniem recenzenta, parametry wskazujące na pewny nadmiar w stosunku do tradycyjnych wymagań stawianych przed kandydatem na samodzielnego uczonego.

#### **6. Osiągnięcia dydaktyczne**

Te osiągnięcia są wyróżniające. Piotr Woś prowadzi wykłady i ćwiczenia w szeregu przedmiotach w ramach szeroko pojętej mechatroniki. Są tu podstawy automatyki, teorii i praktyki sterowania i regulacji, monitoringu, systemów kontroli, napędów, diagnozowania i trwałości, zużycia i żywotności. Był on wielokrotnie nagradzany.

Prowadzi również zajęcia w języku angielskim. Oraz jest egzaminatorem w zakresie technik komputerowych. Jest promotorem 26 prac inżynierskich oraz 12 prac magisterskich.

#### **7. Osiągnięcia organizacyjne**

Habilitant bierze udział w pracach organizacyjnych Wydziału (informatyzacja i komputeryzacja), jest członkiem kolegiów i struktur organizacyjnych Wydziału.

Udziela się na rzecz środowiska przygotowując recenzje prac naukowych ze swojej dziedziny – to ważny punkt osiągnięcia albowiem: „ktoś musi się poświęcić” i dokonać tej żmudnej niekiedy bezsensownej pracy – szkoda ażeby recenzjami zajmowali się doktorzy habilitowani i profesorowie, których kompetencje winny być wykorzystywane do bardziej szlachetnych celów.

#### **8. Staże i wyjazdy**

To ważne, iż Habilitant ma uczestnictwo w kilku programach europejskich – dało mu to pewnie pogląd jak niski poziom reprezentuje teraz nauka Europejska prowadząc badania niejednokrotnie w niszowych i nierozwojowych tematach. Najgłupsze są tematy wymyślane przy biurkach brukselskich urzędników. Chcą oni sterować nauką w Europie; prowadząc do jej „zdemokratyzowania” czyli numerycznego uśrednienia i całkowitej eliminacji twórczych pomysłów ludzi zdolnych i ambitnych.

Ważne są też kursy, spotkania i konferencje zagraniczne w których brał udział Habilitant. Pozwalają one na ten etap rozwoju osobowości profesorskiej, który nazywany: „odrzuć fałszywych autorytetów” bez którego nie da się zorganizować i ustanowić „własnej szkoły badawczej”.

### **9. Współpraca z gospodarką i przemysłem**

Cała działalność naukowa i poznawcza zespołu w którym pracuje i rozwija się Habilitant nastawiona jest na zazębiecie z potrzebami gospodarki. Jest to ważne, unikalne na tle kraju pochylenie się nad problemami społeczeństwa i własnego środowiska.

Habilitant ma na swoim koncie również udział w dwu ekspertyzach dla przemysłu – ekspertyzy i opinie biegłych mają najwyższy status w społeczeństwie – to przez taką działalność inżynierowie i technicy dowiadują się o poziomie i jakości nauki polskiej – należy zachęcać zwłaszcza młodych, aby mieli odwagę podejmowania się tych trudnych i ambitnych wyzwań.

Co ważne, zdaje się, iż wysiłki Habilitanta na rzecz gospodarki zostały zauważone, posiada On bowiem kilka naród międzynarodowych i krajowych. Cenne są tu medale Targów, których serdecznie mu gratulujemy.

### **10. Wniosek do Rady Doskonałości Naukowej**

Po zapoznaniu się z materiałami, w myśl zarówno przepisów ustawy jak i zgodnie z wieloletnią tradycją, stwierdzam iż moja opinia w sprawie nadania stopnia dr habilitowanego nauk technicznych Panu Piotrowi Woś jest pozytywna, stąd zwracam się do Rady Doskonałości Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej o dalsze prowadzenie postępowania.

