

Prof. dr hab. inż. Stanisława Kluska-Nawarecka
Instytut Odlewnictwa
ul. Zakopiańska 73
30-418 Kraków

RECENZJA

jednotematycznego cyklu publikacji pt. **Algorytmy inteligencji obliczeniowej w zarządzaniu produkcją zakładów odlewniczych.**

oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego*/

Dr inż. Adama STAWOWEGO

przygotowana w ramach postępowania habilitacyjnego

*Podstawa opracowania: pismo WO-bd/236/2012 Dziekana Wydziału Odlewnictwa,
Akademii Górniczo-Hutniczej, z dnia 15.10.2012*

1. Charakterystyka sylwetki kandydata

Dr inż. Adam Stawowy w 1980 ukończył studia na Wydziale Organizacji i Zarządzania Przemysłem AGH, uzyskując tytuł zawodowy mgr inż. organizator przemysłu. W tym samym roku rozpoczyna pracę w Instytucie Organizacji i Zarządzania Przemysłem AGH, na stanowisku asystenta, a następnie starszego asystenta. Po zmianie nazwy wydziału na Wydział Zarządzania, jednakże w tej samej jednostce naukowo dydaktycznej, w okresie 1990-97 zajmuje stanowisko wykładowcy, a następnie starszego wykładowcy. Od 1997 roku, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk ekonomicznych, pracuje w Katedrze Informatyki Stosowanej Wydziału Zarządzania, AGH.

Kończąc studia magisterskie na specjalności Metale Nieżelazne, broni pracę dyplomową pt. *Optymalizacja systemu kontroli jakości metodą symulacji procesu produkcyjnego*. Jego rozprawa doktorska nosi tytuł *Przybliżone algorytmy szeregowania zadań w systemie produkcyjnym typu przepływowego* i wreszcie zbiorczy tytuł ocenianego tutaj zestawu publikacji brzmi *Algorytmy inteligencji obliczeniowej w zarządzaniu produkcją zakładów odlewniczych*.

Zestawienie tych tytułów wydaje się interesujące dlatego, że dobrze charakteryzują działalność naukowa Habilitanta, pokazując konsekwencję z jaką zajmuje się stosowaniem metod i narzędzi informatycznych do usprawnienia organizacji i poprawy efektów działania zakładów przemysłowych.

* / Recenzję opracowano na podstawie otrzymanych materiałów

Warto również zauważyć, że powyższy obszar badawczy lokuje się na pograniczu kilku dyscyplin naukowych: zarządzania, informatyki oraz technologii materiałowych, co powoduje, że ocena dokonań Habilitanta prowadzona być powinna w tych kilku perspektywach.

2. Obszar problemowy ocenianego zestawu publikacji

Przedstawiony do oceny zestaw 9 publikacji, dotyczy zastosowania heurystycznych metod obliczeniowych do rozwiązywania problemów logistycznych z zakresu zarządzania produkcją, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki procesów odlewniczych.

W materiale tym można wyróżnić dwa główne wątki tematyczne:

- planowanie i harmonogramowanie zadań produkcyjnych,
- grupowanie obiektów technologicznych o podobnych właściwościach.

Pierwszy z nich, obejmujący podstawowe zadania logistyki produkcyjnej, polega na poszukiwaniu najkorzystniejszego podziału zleceń na partie produkcyjne oraz określeniu przedziałów czasowych i kolejności zrealizowania wymaganych działań, na stojących do dyspozycji maszynach. Różnorodność tej klasy zadań wynika z uwzględnienia różnych reżimów napływu zleceń, struktury ciągu technologicznego, zasad organizacji produkcji oraz specyfiki procesu produkcyjnego. W szczególności istotną cechą procesów realizowanych w hutach i odlewniach, stanowi ich charakter ciąгло-dyskretny oraz zróżnicowane wymagania, dotyczące poszczególnych grup wyrobów.

Stopień komplikacji zadań obliczeniowych zależy przy tym od przyjętego horyzontu planowania, liczby niepodzielnych operacji technologicznych, liczby maszyn oraz ograniczeń dotyczących danego procesu. Istniejące w tym zakresie dokładne metody obliczeniowe należą do klasy n-p trudnych, co prowadzi do gwałtownego wzrostu czasu obliczeń wraz z powiększeniem wymiarowości zadania.

W tej sytuacji racjonalnym staje się stosowanie metod heurystycznych, które umożliwiają uzyskanie rozwiązań przybliżonych o zadowalającej dokładności, przy znacznie mniejszym nakładzie obliczeń i w czasie akceptowalnym przez użytkownika.

Problemem jaki pojawia się w przypadku metod heurystycznych jest potrzeba skonstruowania modelu formalnego, który w sposób adekwatny reprezentuje dane zadanie optymalizacyjne. Model taki musi być dostosowany do specyfiki konkretnego procesu, gdyż tworzenie modeli uniwersalnych prowadziłoby do nadmiernych trudności realizacyjnych i obliczeniowych.

Prace badawcze, relacjonowane w publikacjach *Algorytm ewolucyjny do szeregowania zadań na jednej maszynie (2004)*, *Evolutionary based system for production scheduling in foundry (2008)*, *Models and algorithms for production planning and scheduling in foundries – current state and development perspectives. (2012)*, dr inż. A. Stawowego dotyczą właśnie konstrukcji modeli zadań planowania i harmonogramowania, dostosowanych do specyfiki zakładu odlewniczego, a następnie realizacji odnośnych narzędzi informatycznych oraz przeprowadzenia eksperymentów obliczeniowych weryfikujących skuteczność zaproponowanego rozwiązania.

Drugi ze wspomnianych wątków tematycznych przedstawiony w pozostałych publikacjach, obejmuje zagadnienia związane z grupowaniem obiektów technologicznych o podobnych charakterystykach, co umożliwi wspólne przetwarzanie danej grupy wyrobów (obiektów), a w konsekwencji prowadzi do najkorzystniejszej w danych warunkach organizacji procesu produkcyjnego. Zadania tej klasy rozwiązywane być mogą w dwóch wariantach: jako zadania klasyfikacji (gdy liczba grup jest z góry zadana) lub jako klasteryzacja (gdy liczba grup jest określona w wyniku procesu obliczeniowego).

Tu również wyróżnić można pewne warianty zadania grupowania obiektów polegające na grupowaniu samych wyrobów podlegających obróbce, względnie grupowaniu obejmującym również urządzenia (maszyny) produkcyjne.

Ciekawy wariant procesu decyzyjnego opartego na wykorzystaniu heurystyk, stanowi grupowanie obiektów przy użyciu systemu regułowego. Nawiązując do idei reguł biznesowych (ang. Business Rules Management-BRM) istnieje możliwość skonstruowania bazy reguł, gdzie przesłankami są atrybuty opisujące proces produkcyjny, zaś konkluzja określa pewną własność produktu lub zastosowaną technologię. Proces wnioskowania prowadzi do wskazania technologii (lub grupy technologii) zapewniającej uzyskanie pożądanego efektu produkcyjnego.

3. Ocena merytoryczna dokonań naukowych objętych zestawem publikacji

Przedstawioną powyżej charakterystykę obszaru badawczego, w którym lokuje się publikacje dr inż. A. Stawowego, przyjęto za punkt wyjścia do oceny Jego dokonań naukowych. Z metodycznego punktu widzenia wszystkie rozważane prace oparte zostały na tworzeniu metaheurystyk otrzymywanych jako wynik zastosowania algorytmów ewolucyjnych. W każdym z proponowanych rozwiązań można wskazać oryginalny wkład

Autora polegający na skonstruowaniu modelu obliczeniowego oraz wprowadzeniu modyfikacji operatorów genetycznych i wariantów stosowanych strategii ewolucyjnych.

Za nowatorskie uznać również należy dostosowanie formułowanych zadań optymalizacyjnych do specyfiki przemysłu odlewniczego oraz skonstruowanie eksperymentów obliczeniowych opartych na rzeczywistych danych przemysłowych. W publikacji *Algorytm ewolucyjny do szeregowania zadań na jednej maszynie* (2004) przedstawiono algorytm szeregowania zadań na jednej maszynie stanowiący modyfikację opracowanego wcześniej (w ramach pracy doktorskiej Autora) algorytmu opartego na zastosowaniu strategii ewolucyjnej. Z obliczeniowego punktu widzenia jest to jedno z najprostszych zadań szeregowania, jednakże walorem proponowanego rozwiązania jest znaczne skrócenie czasu obliczeń, dzięki czemu może być ono użyte w trybie operacyjnego podejmowania decyzji. Pokazano, że algorytm może być z powodzeniem stosowany w zakładzie odlewniczym m.in. do sterowania automatyczną linią odlewniczą.

Do tego samego nurtu należą dwie kolejne prace opublikowane w „Archives of Foundry Engineering”. W pierwszej z nich (2009) opisano w zarysie, opracowany w ramach kierowanego przez dr inż. A. Stawowego projektu badawczego, system informatyczny dedykowany do rozwiązywania zadań harmonogramowania dostosowany do specyfiki zakładu odlewniczego. Tu również za twórczy wkład habilitanta uznać należy sformułowanie założeń projektowych dostosowanych do specyfiki procesu odlewniczego oraz wprowadzenie do algorytmu ewolucyjnego szeregu modyfikacji zwiększających efektywność obliczeń (m.in. selekcja turniejowa, procedury naprawy rozwiązań, specyficzny operator krzyżowania). Skuteczność opracowanego rozwiązania potwierdziły eksperymenty obliczeniowe, a wśród nich za znaczące uznać należy wyniki uzyskane dla rzeczywistych danych przemysłowych, pokazujące możliwość poprawy wskaźników produkcyjnych (wykorzystanie wąskich gardeł, terminowość realizacji zamówień) od kilkunastu do kilkudziesięciu procent.

Druga publikacja (2012) dotycząca planowania i harmonogramowania produkcji posiada charakter przeglądowy i zawiera skrótowe omówienie znanych z literatury rozwiązań, natomiast interesującym jest nadanie tym rozwiązaniom kontekstu wynikającego ze specyfiki przemysłu odlewniczego i wskazanie kierunków dalszych badań, które uznano za obiecujące. Podano również odniesienie do aktualnych języków i narzędzi programistycznych, mogących posłużyć do efektywnego tworzenia tej klasy systemów informatycznych.

Jak już wspomniano, drugi nurt problemowy znajdujący rozwinięcie w publikacjach dr inż. A. Stawowego dotyczący zagadnień grupowania obiektów posiadających podobne właściwości (w danym przypadku technologiczne). Jest to obszar o dużym znaczeniu praktycznym, w którym- mimo dużego zaangażowania licznych ośrodków badawczych- wciąż pozostaje szereg problemów otwartych, zarówno w aspekcie teoretycznym jak też utylitarnym. Istota tej klasy zadań sprowadza się do klasyfikacji lub klastrowania zbioru obiektów o dużej różnorodności i nie zawsze precyzyjnie określonych parametrach. W konsekwencji, zarówno forma reprezentacji obiektów, jak też konstrukcja algorytmów obliczeniowych powinny być dostosowane do właściwości obiektów podlegających grupowaniu.

W tym obszarze do najistotniejszych prac dr inż. A. Stawowego należy zaliczyć *Evolutionary strategy for manufacturing cell design*(2006), oraz *Evolutionary based heuristic for bin packing problem*(2008). Prace te będące wyłącznie Jego autorstwa, zostały opublikowane przez renomowane wydawnictwo Elsevier i zawierają prezentację oryginalnych rozwiązań algorytmicznych popartą wynikami obliczeń.

W pierwszej z tych prac rozważano zadanie podziału na grupy podobnych obiektów i niepodobnych urządzeń przy minimalizacji kosztów transportu międzyoperacyjnego. Druga praca dotyczy zadania grupowania obiektów zapewniającego ich optymalne upakowanie w pudełkach (zasobnikach).

W obu tych przypadkach wykazano, że autorskie modyfikacje algorytmu obliczeniowego (m.in. destabilizacja rozwiązania, odpowiedni dobór funkcji przystosowania, procedury ograniczenia rozmiaru przestrzeni rozwiązań) prowadzą do skrócenia czasu obliczeń w stosunku do znanych z literatury algorytmów, bez pogorszenia jakości otrzymywanych rozwiązań.

Mieszczące się w tym samym obszarze współautorskie publikacje krajowe prezentują ciekawe przykłady zastosowania metod heurystycznych w hutnictwie i odlewnictwie, potwierdzając efektywność odpowiednio zmodyfikowanych algorytmów ewolucyjnych.

Nieco odmienną koncepcję procesu grupowania przedstawiono w dwóch publikacjach, gdzie wykorzystano ideę zarządzania regułami biznesowymi (BRM), dostosowując tworzone reguły do potrzeb zarządzania technologią. Prace badawcze Habilitanta prowadzone były w ramach projektu *Prototyp systemu zarządzania regułami biznesowymi i technologicznymi* i dotyczyły określenia obszarów i zasad wykorzystania opracowanego w ramach tego

projektu systemu REBIT do wspomagania logistyki i zarządzania produkcją. Należy przy tym zwrócić uwagę, że pomysły dotyczące zastosowania BRM w problematyce odlewniczej posiadają charakter nowatorski, gdyż znane z literatury zastosowania tego podejścia odnoszone były do biznesu.

W pracy *Casting process selection using business rules approach* (2010) przedstawiono metodykę rozwiązywania zadania doboru technologii dostosowanej do wytwarzania odlewu o określonych właściwościach (parametrach). Zadanie sformułowane w postaci tablic decyzyjnych system REBIT sprowadza do postaci regułowej, przy czym prowadząc wnioskowanie określa grupy wyrobów, którym przypisane zostają odpowiednie technologie.

W analogiczny sposób rozwiązywany jest problem klasyfikacji klientów opisany w pracy *Classification of foundry clients using business rules approach* (2011), gdzie w wyniku otrzymywane jest zaszeregowanie klienta do określonej grupy (b.dobry, dobry, przeciętny, zły) co znacznie ułatwia podejmowanie decyzji dotyczących zamówień, a w konsekwencji planowanie produkcji.

Reasumując jako najistotniejsze osiągnięcia Habilitanta w obszarze planowania i harmonogramowania produkcji należy wymienić :

- pokazanie, że zastosowanie odpowiednio dobranych heurystyk pozwala na łączne rozwiązywanie zadań planowania i harmonogramowania, pod warunkiem stworzenia modelu dostosowanego do specyfiki danego procesu produkcyjnego;
- opracowanie sposobu formułowania modelu obliczeniowego w algorytmie ewolucyjnym rozwiązującym określony problem;
- zbadanie wpływu operatorów genetycznych na przebieg procesu obliczeniowego i zaproponowanie nowych operatorów poprawiających efektywność obliczeń;
- opracowanie prototypu systemu planowania i harmonogramowania dostosowanego do potrzeb zakładu odlewniczego.

W obszarze grupowania obiektów, jako nowatorskie i oryginalne rezultaty należy uznać:

- opracowanie efektywnej wersji algorytmu grupowania zapewniającej uzyskanie wymaganej dokładności, przy mniejszym nakładzie obliczeń w stosunku do rozwiązań znanych z literatury;
- skonstruowanie klasy zadań grupowania obiektów dostosowanych do potrzeb zakładu odlewniczego;

- dostosowanie koncepcji reguł biznesowych do potrzeb wspomagania decyzji technologicznych, zilustrowane przykładami zastosowania systemu REBIT w zarządzaniu zakładem odlewniczym.

Wymienione powyżej dokonania dr inż. A. Stawowego zasługują na uznanie zarówno w aspekcie naukowo-poznawczym jak też utylitarnym. Wynikiem Jego prac są koncepcje i metody jak też oryginalne narzędzia programistyczne.

Niezależnie od wartości opisywanych rezultatów, przy ogólnym spojrzeniu na oceniany zestaw publikacji, nasuwają się następujące spostrzeżenia dotyczące nie tyle meritum prowadzonych rozważań co sposobu ich prezentacji.

- Stosunkowo mało uwagi poświęcono aspektom informatycznym proponowanych rozwiązań, takim jak złożoność obliczeniowa, dane dotyczące czasu obliczeń w zależności od wymiarowości problemu, zbieżność algorytmu, dobór kroku dyskretyzacji itp.

- Podobnie, podano niewiele odniesień do literatury źródłowej dotyczącej algorytmów ewolucyjnych i metod heurystycznych. Zarówno w wykazie literatury jak też w tekście prac Autor powołuje się głównie na materiały z obszaru zarządzania, badań operacyjnych czy technologii.

- Prowadząc rozważania dotyczące metod heurystycznych, bardziej ostrożnie należy używać określeń typu „udowodniono” lub „wykazano”. Przecież istota tych metod polega na tym, że niewiele można udowodnić, a wykazanie czegoś w oparciu o eksperymenty (obliczeniowe lub fizyczne) dotyczy na ogół tylko ściśle określonych przypadków.

4. Ocena całokształtu dorobku naukowego

Po uzyskaniu stopnia doktora Wnioskodawca znacząco powiększył swój dorobek publikacyjny, na który aktualnie składają się:

- Omawiany poprzednio zestaw 9 jednotematycznych publikacji, w tym 3 indywidualne, zaś oszacowania udziału Habilitanta w pozostałych zawarte są w przedziale od 60-80%.

- 53 publikacje, w przeważającej części zespołowe, w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych, w tym jedna publikacja znajduje się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Oszacowania Wnioskodawcy dotyczące Jego udziału w pracach zespołowych, wahają się w granicach 15-80%.

- Współautorstwo dwóch monografii w języku polskim, z udziałem 20-30%.

Znaczna część tych prac lokuje się w obszarze objętym jednotematycznym zestawem, poszerzając go o wybrane zastosowania sztucznej inteligencji (drażnienie danych, uczenie maszynowe, reprezentacja wiedzy) oraz aspekty związane z komputerowym zarządzaniem produkcją, modelowaniem i planowaniem w odlewnictwie oraz systemami ekspertowymi. Należy stwierdzić, że ta część dokonań Habilitanta również zawiera szereg oryginalnych pomysłów posiadających wartość naukową oraz rozwiązań o walorach aplikacyjnych.

W kategoriach liczbowych prezentowany dorobek charakteryzują następujące wskaźniki:

- sumaryczny Impact Factor wg. Listy Journal Citation Reports (JCR): 4,3.
- Liczba cytowań wg. Bazy Web of Science (WoS): 30.
- Indeks Hirscha wg. Bazy Web of Science (WoS): 2.

Wartości powyższe nie są imponujące, jednakże warto zwrócić uwagę, że przed wejściem w życie nowelizacji Ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych z 2011r, często stosowaną strategią szybkiego upublicznienia wyników prac badawczych, była ich prezentacja na renomowanych konferencjach międzynarodowych, które obecnie nie przynoszą efektu punktowego.

Istotne dopełnienie dorobku dr inż. A. Stawowego stanowią prace badawcze i wdrożeniowe realizowane w ramach 7 projektów, o różnym poziomie ogólności. Wśród nich jako charakterystyczne wskazać można:

- projekty o charakterze systemowym takie jak: *Opracowanie i uruchomienie systemu sterowania procesem produkcyjnym walcowni blach karoseryjnych Huty im. Sendzimira* oraz *Wdrożenie systemu zarządzania produkcją i sprzedaży w odlewni*;
- prace dotyczące algorytmów i narzędzi programistycznych zorientowanych na rozwiązywanie określonych problemów obliczeniowych, do których należą: *Algorytmy ewolucyjne w harmonogramowaniu produkcji w systemie Capable-to-Promise*, a także *Prototyp systemu zarządzania regulami biznesowymi i technologicznymi*.

Warto zauważyć, że działalność publikacyjna kandydata dobrze wpisuje się w oba te rodzaje działalności wdrożeniowej.

Jeszcze jedną sferą aktywności dr inż. A. Stawowego, świadczącej o wysokiej pozycji jaką zdobył w kręgach metalurgii i odlewnictwa jest autorstwo i współautorstwo 20 ekspertyz

i opracowań zamawianych, dotyczących innowacji i rozwiązań z obszaru zaawansowanych technologii.

O uznaniu jakie w środowisku akademickim uzyskały Jego dokonania świadczy fakt, że w okresie 1997-2009r. 5-krotnie otrzymał nagrodę J.M. Rektora AGH, za działalność publikacyjną i badawczą.

5. Przegląd działalności organizacyjnej, popularyzatorskiej i dydaktycznej.

Aktywność dr inż. A Stawowego w krajowych i międzynarodowych środowiskach naukowych wyraża się w czynnym udziale (referaty) w 16 konferencjach, wśród których za szczególnie interesujące należy uznać:

- *International Scientific School: Information System Architecture and Technology*. Szklarska Poręba (1998 oraz 1999).
- *53rd International Atlantic Economic Conference*. Paryż (2002).
- *24th International Manufacturing Conference*. Irlandia, Waterford (2007).

A także członkostwo w Komitecie programowym *Genetic and Evolutionary Computation Conference*. Orlando, Floryda (1999).

Uczestniczył również w pracach konsorcjów:

- Konsorcjum IMŻ, AGH, CIBEH- realizacja projektu dotyczącego restrukturyzacji hutnictwa żelaza i stali (2003-2007);
- Konsorcjum ZAPT – przygotowanie projektu w ramach programu INNOTECH (2011).

Na zwrócenie uwagi zasługuje również członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych:

- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers (od 2010).
- IEEE Computational Intelligence Society (od 2011).
- Komisja Odlewnictwa PAN.

O uznaniu autorytetu Habilitanta świadczy również działalność recenzencka w czasopismach międzynarodowych:

- *European Journal of Operation Research* (3 artykuły, 1998-2005).
- *Computers and Industrial Engineering* (1 artykuł, 2008).

Do tej sfery działalności zaliczyć również należy udział w opracowaniu licznych ekspertyz, w tym 20 dotyczących przemysłu metalurgicznego.

Na wysokie uznanie zasługuje szczególnie działalność dr inż. A. Stawowego w obszarze dydaktyki, na którą składają się:

- opieka naukowa nad realizacją 37 prac dyplomowych: magisterskich, inżynierskich i licencjackich;
- recenzowanie 33 prac dyplomowych;
- rola inicjatora i twórcy programu specjalności *Informatyka w zarządzaniu* na kierunku Zarządzania, AGH (2002).
- rola inicjatora i twórcy programu studiów dla kierunku *Informatyka i ekonometria* na Wydziale Zarządzania AGH.
- działalność twórcy i administratora serwisu *Pracowni Informatyki i Katedry informatyki Stosowanej*, Wydziału Zarządzania (od 1999 roku).
- opracowanie programów kształcenia i materiałów dydaktycznych dla przedmiotów: *Technologie informacyjne, Programowanie komputerowe, Sztuczne sieci neuronowe, Algorytmy Ewolucyjne, Systemy informatyczne w zarządzaniu produkcją, Symulacja komputerowa, Inteligencja obliczeniowa*. (materiały dostępne na stronie WWW Katedry).

Wszystkie te działania świadczą zarówno o kompetencji i pracowitości jak też zaangażowaniu emocjonalnym w doskonalenie procesu dydaktycznego.

Aktywność dr inż. A. Stawowego przejawia się również w działalności organizacyjnej na forum Wydziału Zarządzania, na którą składają się:

- sprawowanie funkcji prodziekana (1999-2002),
- kierownictwo Pracowni Informatyki (1999-2002),
- członkostwo w Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej (2000-2001)
- członkostwo szeregu komisji wydziałowych – rekrutacyjnych, ds. dydaktycznych, ds. informatyzacji, zespołu ds. KRK.

6. Konkluzja końcowa.

Podsumowując przeprowadzoną ocenę dokonań naukowych dr inż. A. Stawowego istotnym wydaje się spostrzeżenie, że składają się one na pewną metodykę rozwiązywania złożonych problemów obliczeniowych specyficznych dla przemysłu odlewniczego. Pokazał On jak należy formułować modele obliczeniowe przystosowane do wymagań praktyki produkcyjnej, a z drugiej strony jak można zaadoptować znane metody inteligencji obliczeniowej tak by stały się efektywnym narzędziem do rozwiązywania danej klasy zadań.

W tym kontekście należy uznać, że dorobek naukowy Habilitanta prezentowany w jednotematycznym cyklu publikacji *Algorytmy inteligencji obliczeniowej w zarządzaniu produkcją zakładów odlewniczych* stanowi oryginalne osiągnięcie posiadające wartość poznawczą i użyteczną.

Na pozytywną ocenę zasługuje również całokształt działalności publikacyjnej, organizacyjnej, popularyzatorskiej oraz dydaktycznej, które wskazują na samodzielność, inicjatywę oraz dojrzałość naukową Habilitanta.

W konkluzji stwierdzam, że dr inż. A. Stawowy spełnia wymagania stawiane przez Ustawę o tytule naukowym i stopniach naukowych oraz tytule i stopniach w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. wraz z późniejszymi zmianami. Spełnia również kryteria określone Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. W związku z powyższym, stawiam wniosek o dopuszczenie dr inż. Adama Stawowego do dalszych etapów procedury habilitacyjnej.

