

Recenzja rozprawy habilitacyjnej i dorobku naukowego i dydaktycznego  
**dr inż. Pawła Leżańskiego,**  
kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego

**1. Podstawa formalna recenzji**

Podstawę formalną do opracowania recenzji stanowi decyzja Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów z dnia 9 listopada 2012 r. powołująca mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Pawła Leżańskiego, oraz pismo Sekretarza Komisji Habilitacyjnej prof. dr. hab. inż. Leszka Podśędkowskiego z dnia 29 listopada 2012 zlecające mi wykonanie tej recenzji. Recenzja została opracowana na podstawie:

- Osiągnięcia naukowego przedstawionego w postaci rozprawy habilitacyjnej pt. „Automatyczne nadzorowanie procesu szlifowania wglębnego kłowego”
- Autoreferatu habilitanta zawierającego obszerne omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników zawartych w rozprawie, oraz omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych
- Informacji o osiągnięciach dydaktycznych
- Listy publikacji wraz z analizą cytowań wg Scopus i Web of Science.

**2. Ocena rozprawy habilitacyjnej**

Rozprawa habilitacyjna „Automatyczne nadzorowanie procesu szlifowania wglębnego kłowego” wydana przez Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej w 2012 (Zeszyty Naukowe nr 1120, Rozprawy Naukowe, z. 427) roku liczy 163 strony w tym 132 strony zasadniczego tekstu, a ponadto bibliografię liczącą ok. 150 pozycji, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz charakterystykę zawodową autora.

Automatyczna diagnostyka stanu narzędzia i procesu skrawania stanowi jeden z nieodzownych warunków automatyzacji procesów obróbki, zmniejszenia nadzoru człowieka nad

procesem, uzyskiwania lepszej jakości wyrobów i produktywności. Od lat stanowi ona przedmiot zainteresowania czołowych ośrodków naukowych na świecie. Opiniowana praca dotyczy zatem aktualnych, ważnych i wartych podjęcia zagadnień, choć jest jej zakres (szlifowanie wgłębne kłowe) jest stosunkowo wąski.

W rozdziale pierwszym Autor przedstawił cel z zakresu rozprawy. Za cel nadrzędny przyjął opracowanie ogólnych zasad i wytycznych do budowy strategii identyfikacji stanu procesu szlifowania wgłębno kłowego na opartej na pomiarach charakteryzujących ten stan. Postawił sobie szereg zadań niezbędnych do realizacji celu. Zarówno cel jak i zadania zmierzały do udowodnienia tezy mówiącej że „skuteczne nadzorowanie procesu szlifowania wymaga uzyskania danych charakteryzujących proces ze względu na różne ograniczenia i kryteria oceny, którym podlega, a dane te można uzyskać z danych pomiarowych charakteryzujących możliwie wszechstronnie stan i wyniki procesu. Losowy charakter procesu i niepewność uzyskiwanych danych pomiarowych prowadzą do dodatkowej tezy mówiącej, że skuteczne nadzorowanie procesu szlifowania jest zadaniem z zakresu wielokryterialnego wspomaganie decyzji w warunkach niepewności, a automatyzacja tego zadania jest możliwa poprzez zastosowanie komputerowo wspomaganym metod odkrywania wiedzy z danych niepewnych i nieostrych. Tezy te są sformułowane niefortunnie, jako że stanowią dość oczywiste stwierdzenia, lecz stawiane przez nie zadania są trudne, niebanalne, warte podjęcia.

W drugim, wprowadzającym rozdziale Autor przedstawił przegląd stanu wiedzy związanej z nadzorowaniem procesów szlifowania. Omówił wielkości wejściowe dla systemów nadzoru jak i możliwe wartości wyjściowe, które mogą być przedmiotem nadzoru, oraz ogólną strukturę takich systemów. Trafnie zauważył, że liczba potencjalnie użytecznych miar może być bardzo znaczna i konieczne jest zastosowanie efektywnej strategii ich selekcji. W kolejnych punktach rozdziału drugiego omówił zastosowanie sygnałów mocy i sił skrawania, drgań i emisji akustycznej do nadzoru szlifowania. Więcej uwagi poświęcił obróbce sygnału emisji akustycznej (AE). Kolejny, obszerny podrozdział poświęcony jest modelowaniu zależności miar sygnałów do monitorowanego zjawiska. Odwrotność tej zależności jest podstawą strategii nadzorowania. Omówił zastosowanie sztucznych sieci neuronowych, w którym ma swoje osiągnięcia, wspominał pokrótce inne metody sztucznej inteligencji (logika rozmyta, teoria zbiorów przybliżonych, systemy ekspertowe, algorytmy genetyczne) oraz stosunkowo nową metodę zwaną w skrócie DRSA (ang. Dominance based Rough Set Approach), będącą rozszerzeniem

teorii zbiorów przybliżonych, którą wykorzystał w dalszej części pracy. Analizując efektywność różnych metod modelowania Autor doszedł do wniosku (sugerowanego także w literaturze), że nie metoda jest najważniejsza, lecz dobór optymalnego zestawu czujników i metod przetwarzania sygnałów zapewniających najbardziej reprezentatywny zestaw miar opisujących monitorowane zjawisko. Bardzo słusznie zauważył też, iż rozwiązanie tego problemu jest **specyficzne dla konkretnego zadania technologicznego**. Zwieńczenie analizy stanu zagadnienia stanowi przedstawienie idei inteligentnego systemu nadzorowania, będącego celem wielu prac.

W rozdziale trzecim, będącym kontynuacją przeglądu literatury, przedstawione zostały teoretyczno-doświadczalne podstawy automatycznego nadzorowania procesu szlifowania. Punktem wyjścia jest tu tzw. akceptowalny obszar szlifowania, w którym proces powinien być utrzymywany przez układ nadzorujący. Obszar ten ograniczony jest niebezpieczeństwem uszkodzeń cieplnych powierzchni obrabianej, niestabilnością procesu (drzganiami samowzbudnymi) oraz dopuszczalną chropowatością powierzchni. Ponieważ zjawiska te są w dużej mierze losowe, utrzymanie procesu w obszarze akceptowalnym wymaga ciągłego monitorowania zżycia ściernicy oraz zjawisk ograniczających jego prawidłowy przebieg. Stąd w kolejnych punktach Autor przedstawił literaturę dotyczącą makro- i mikrozużycia CPS, drgań samowzbudnych, uszkodzeń cieplnych WW przedmiotu szlifowanego oraz chropowatości powierzchni szlifowanej. W punkcie 3.4 Autor przedstawił jasne i przekonywujące podsumowanie analizy stanu wiedzy. Posłużyło ono także do postawienia wniosków, wskazówek dotyczących dalszej części pracy. Pierwszy z nich („Należy doświadczalnie zweryfikować wnioski wypływające z analizy teoretycznej i literatury”) jest nierealistyczny, jako że wyniki badań przedstawiane w literaturze, jak i badania Autora mają charakter lokalny, stąd o ile można potwierdzić niektóre prawidłowości obserwowane przez innych autorów, o tyle zaprzeczenie występowania takich prawidłowości w o oparciu o badania własne jest trudne, jeśli nie niemożliwe.

Rozdział czwarty poświęcony jest ocenie przydatności omówionej w rozdziale wielkości procesowych do nadzorowania szlifowania kłowego wgłębnego. Opisuje badania własne Autora oraz jego współpracowników (zwłaszcza dr Pawła Lajmerta) prowadzone od 1986 roku na stanowisku przez nich budowanym i udoskonalanym przez blisko trzydzieści lat. To rozciągnięcie w czasie badań jest widoczne w ich metodyce, niegdyś nowatorskiej, dziś często anachronicznej, zwłaszcza jeśli chodzi o akwizycję danych pomiarowych (bardzo małe liczby

próbek, np. dla surowej emisji akustycznej obejmujące zaledwie 0,01s). Zbudowane stanowisko jest wyposażone w szereg czujników: drgań, AE i trzech składowych siły skrawania oraz układów pomiarowych: do pomiaru mikro i makrogeometrii zarysu profilu CPS oraz do aktywnej kontroli szlifowanego przedmiotu pozwalający na jednoczesny pomiar jego średnicy i błędu kształtu. System akwizycji danych i sterowania stanowiskiem był w przeważającej części zbudowany przez dr Pawła Lajmerta. Celem tych badań była jakościowa ocena przydatności „wielkości procesowych” wybranych w poprzednim rozdziale. Plan badań obejmował szlifowanie wgłębne w seriach obejmujących trwałość ściernicy. Stosowano jeden materiał obrabiany, jeden rodzaj ściernicy, jedną szerokość, średnicę i prędkość szlifowania. Jedynymi zmiennymi parametrami szlifowania były stosunek prędkości średnicy do przedmiotu ( $q=60, 100$  i  $400$ ) właściwa wydajność objętościowa ( $Q'_w= 1, 2$  i  $3 \text{ mm}^2/\text{mms}$ ), czyli 8 okresów trwałości ściernicy (bez  $Q'_w= 1, 2$  i  $3 \text{ mm}^2/\text{mms}$  i  $q=400$ ), łącznie 78 prób. Oznacza to stosunkowo wąski zakres badań, odpowiadający określonemu zadaniu technologicznemu. Można przyjąć takie założenia, o ile traktuje się je jako przykład, a celem badań jest opracowanie metodyki wyznaczania miar sygnałów, ich doboru i selekcji, co w tej pracy byłoby zupełnie wystarczające. Nie jest oczywiście wystarczające dla znalezienia ogólniejszych prawidłowości, co zdaje się próbować uczynić Autor.

Autor zmierzył i przedstawił na wykresach przebiegi bezpośrednich miar stanu czynnej powierzchni ściernicy (krzywej udziału materiałowego zarysu profilu CPS oraz falistości ściernicy), bezpośrednich miary stanu jakości przedmiotu szlifowanego (chropowatości powierzchni szlifowanej i falistości przedmiotu). Następnie zajął się „nadzorowaniem makrogeometrii CPS” (punkt 4.5. str. 82). Pokazał rozwój drgań i ich prostą analizę: widmo DFT oraz moc w szerokich pasmach 600-1000Hz oraz 1200-2000Hz. Dodatkowo postanowił do analizy sygnału drgań i  $AE_{RMS}$  wykorzystać pakietową, trypoziomową transformatę falkową o falce bazowej Symlet 8, przy czym analizował jedynie współczynniki falkowe z poziomu trzeciego. Po przedstawieniu przebiegów współczynników falkowych sygnału drgań w przykładowym eksperymencie, w oparciu o wizualną ocenę tych przebiegów Autor wybrał dwa współczynniki do dalszej analizy, podpierając się przy tym słusznym stwierdzeniem, iż współczynniki odpowiadają częstościom drgań własnych przedmiotu obrabianego i ściernicy. Zastosował jedną miarę tych pakietów – entropię (str. 89). Postępowanie takie jest niezrozumiałe, anachroniczne. Siłą transformaty falkowej jest wielość pasm (dla trypoziomowej WP jest ich

14), które mogą być analizowane przy pomocy wielu różnych miar. Dopiero ocena jakości tych miar (najlepiej automatyczna, a z pewnością matematyczna) umożliwi wybór najbardziej przydatnych. Tymczasem analiza Autora sprowadza się do stwierdzenia, iż wraz ze wzrostem zużycia ściernicy następuje wyraźny przyrost entropii wybranego współczynnika, stąd może on być dobrą miarą stanu zdolności skrawnej ściernicy. Brak próby odpowiedzi na pytanie jak dobrą, ani czy nie ma innych, lepszych miar dających się wyznaczyć z tego samego sygnału. Autor podejmuje próbę oceny korelacji miar wybranych miar stanu makrogeometrii CPS z jej falistością (punkt 4.5.3), ale i tu ogranicza się do prostej korelacji liniowej, co dyskryminuje miary zmieniające się jednoznacznie choć nieliniowo – np. rys. 4.16.

Z kolej Autor zajął się poszukiwaniem miar sygnałów, które można by wykorzystać do nadzorowania mikrogeometrii CPS. Podobnie jak poprzednio analizował pojedyncze miary jedynie wizualnie. Wykazał na wykresach, że pomiary sił szlifowania są zbyt zakłócone, by mogłyby być wykorzystane w tym celu. Przedstawił wyniki pomiarów oryginalnego sygnału emisji akustycznej  $AE_{raw}$ , który analizował jedynie przy pomocy kurtozy tego sygnału oraz współczynników falkowych. Wnioski odnoszące się do swojego, wąskiego eksperymentu przedstawił jako bardzo ogólne. Ponadto przedstawił jeden rysunek (4.22) analizy widmowej sygnału  $AE_{raw}$ , i również z niego wyciągnął daleko idące wnioski bez uwzględnienia faktu, że czujnik AE jest rezonansowy, co oznacza, iż widmo sygnału z niego otrzymanego odzwierciedla bardziej charakterystykę czujnika niż badanego zjawiska. Charakterystyki czujnika (bardzo prostą i łatwą metodą Nielsena i Hsu, ASTM Standard E976-84) nie zbadano.

W kolejnym punkcie (4.7) zajęto się „nadzorowaniem uszkodzeń cieplnych”. Tu przedstawiono przebiegi tylko jednej miary – wskaźnika  $B_p$  (wzór 3.24, str. 63, rys. 4,25 str. 101). W obu próbach prowadzonych z małą prędkością obrotową przedmiotu ( $q=400$ ) wartość współczynnika była wyraźnie wyższa niż w pozostałych, a w jednej przypalenia wystąpiły. W drugiej nie wystąpiły ale... Autor przypuszcza, „że podwyższona wartość  $B_p$  oznacza przekroczenie temperatury warstwy wierzchniej, powyżej której rozpoczynają się jej uszkodzenia cieplne”. Nie potwierdza swoich przypuszczeń. Stwierdza ponadto, że „ponieważ  $B_p$  praktycznie nie zależy od zużycia ściernicy, to jej wartość graniczna może być jednorazowo wyznaczona jako stała dla ustalonego zestawu wielkości wejściowych procesu”. Niestety nie wyznacza tej wartości, mimo że (jak sam stwierdza) wyznaczenie jej jest stosunkowo szybkie.

Do „nadzorowania chropowatości powierzchni szlifowanej” Autor postanowił wykorzystać jedynie trzy miary wartości skutecznej emisji akustycznej  $AE_{RMS}$ , przy czym analiza ogranicza się do opisu otrzymanych wykresów. Żadnej próby analizy oryginalnego sygnału AE.

Podsumowując przedstawione w rozdziale 4 pracy wyniki badań można stwierdzić, że zawiera on jedynie przebiegi nielicznych, wybranych arbitralnie miar wybranych sygnałów (nawet nie wszystkie miary dla wszystkich sygnałów) bez oceny ich przydatności, lub z oceną „wizualną, heurystyczną czy inżynierską”, bez sprecyzowanych kryteriów, metodyki wyboru miar. Takie podejście było powszechne jeszcze kilkanaście lat temu, a i obecnie spotyka się podobne prace. Jednakże współcześnie stosowane są (dostępne w literaturze) zaawansowane metody oceny przydatności miar sygnałów.

W kolejnym bodajże najważniejszym rozdziale piątym Autor podjął próbę podejścia do automatycznego nadzorowania procesu szlifowania, jako wielokryterialnego problemu decyzyjnego. Omówił wymagania, jakie powinna spełniać metoda wspomaganie decyzji stosowana w takim nadzorowaniu. Należy podkreślić, że oparcie się na wiedzy eksperta nie jest jedynym możliwym podejściem do nadzorowania, automatycznego zwłaszcza, a wręcz ogranicza stopień automatyzacji przez konieczność angażowania eksperta. Stąd wymagania przedstawione przez Autora (np. umożliwianie wprowadzania wiedzy eksperckiej do systemu) są wyraźnie nakierowane na system ekspercki, które dobrze spełnia wybrana przez niego metoda – modelowanie zależności pomiędzy poszczególnymi stanami procesu a wartościami symptomów tych stanów za pomocą reguł tworzonych w oparciu o dane doświadczalne i teorię zbiorów przybliżonych rozszerzoną o relację dominacji (ang. Dominance-based Rough Set Approach – DRSA). Autor porównał krótko, opisowo tę metodę ze sztucznymi sieciami neuronowymi i logiką rozmytą podkreślając zalety DRSA. Zauważył jednak, iż w literaturze istnieje bardzo duża liczba prac, w których stosowano sieci neuronowe i zbiory rozmyte do selekcji cech sygnałów i klasyfikacji stanu procesu, a brak jest pracy wykorzystujących DRSA. Podjęcie próby wykorzystania tej stosunkowo nowej metody należy ocenić pozytywnie, jednak należałoby podjąć próbę oceny jej przydatności na tle innych, wybranych, najlepszych metod, tym bardziej, że Autor ma w swoim dorobku wartościowe prace wykorzystujące sieci neuronowe i logikę rozmytą. Szkoda, że w omawianej monografii zrezygnował z wykorzystania tamtych osiągnięć.

Autor posłużył się programem jMAF udostępnionym przez dr Jerzego Błaszczyńskiego z Politechniki Poznańskiej, (<http://www.cs.put.poznan.pl/jblaszczynski/Site/jRS.html>). Obliczenia za pomocą tego programu zostały wykonane przy współpracy z mgr Marią Piłacińską, doktorantką PP). Siedemdziesiąt osiem wyników eksperymentów Autor ocenił przy pomocy siedemnastu atrybutów warunkowych (tablica 5.1 str.118), przy czym trzy z nich to warunki skrawania, a czternaście to miary sygnałów diagnostycznych. Wybrał pięć atrybutów decyzyjnych, które postanowił nadzorować, przy czym trzy z nich ma jedynie dwa stany, a dwa po trzy stany. W oparciu o te dane i założenia zbudował tablice decyzyjne służące do klasyfikacji stanu procesu szlifowania wgłębnego kłowego. Następnie wiele uwagi i miejsca poświęcił redukcji atrybutów decyzyjnych poprzez ich selekcję przez „eksperta dziedzinowego”, którą to rolę sam pełnił. Procedura była powtarzana aż do osiągnięcia najwyższej jakości klasyfikacji. Zastosował metodę „wrapper approach”, której autorzy wykazali, redukcja taka wymaga stosowania procedury iteracyjnej, uwzględniającej podejście heurystyczne. Takie też podejście zastosował Autor. Przedstawił oceny trafności klasyfikacji kolejnych atrybutów decyzyjnych. Słabością takiego podejścia jest lokalność zbudowanego systemu – zmiana warunków obróbki (ściernicy, materiału obrabianego, obrabiarki, zastosowanych czujników itd.) wymaga każdorazowego budowania tej bazy od początku, a więc zaangażowania eksperta dziedzinowego. We wnioskach końcowych pracy Autor wręcz stwierdza, „zarówno w doborze najefektywniejszych podzbiorów atrybutów decyzyjnych jak i w interpretacji jakości otrzymanych reguł decyzyjnych nie należy kierować się wyłącznie wynikami generowanymi automatycznie przez algorytm systemu. Ostateczna weryfikacja powinna podlegać ocenie eksperta.” Takie podejście jest dość odległe od automatycznego nadzoru stanu obróbki, choć może być użytecznym narzędziem wspomagającym pracę technologa.

Należy wyraźnie podkreślić, iż cała baza wiedzy została zbudowana w oparciu o wyniki 78 prób, a weryfikowana w oparciu o te same próby. Oznacza to sprawdzenie poprawności zamodelowania określonego zbioru wyników. Jest to zadanie stosunkowo łatwe do wykonania dowolną metodą. Istotą automatycznego nadzorowania procesów obróbki (niezależnie od przyjętej metodyki) jest uczenie układu, budowanie jego reguł itd. na podstawie pewnego zestawu wyników badań, a następnie jego weryfikacja, wykorzystanie w oddzielnych, niezależnych próbach, które mogą być oczywiście prowadzone w takich samych warunkach. W takim przypadku z reguły okazuje się, że nie wszystkie miary sygnałów, które w inżynierskiej,

heurystycznej ocenie wydawały się korzystne, wygodne w badaniach „uczących”, sprawdzają się, przebiegają tak samo w badaniach weryfikacyjnych. Stąd konieczność stosowania ich wielości, nadmiarowości, wymuszającej automatyczną ocenę przydatności. Eksperckie dopasowanie reguł decyzyjnych do danych uczących wykonane przez Autora, wcale nie koniecznie musi się sprawdzić w badaniach weryfikujących. O wartości określonej metodyki postępowania (DRSA, logika rozmyta, teoria zbiorów przybliżonych, systemy ekspertowe, sieci neuronowe, algorytmy genetyczne itd.) decyduje zdolność od uogólnienia i poprawnej diagnostyki dla nowego, nieznanego w trakcie uczenia przypadku.

Silną stroną tego rozdziału, a i całej monografii jest zastosowanie nowoczesnej metody budowy regułowego modelu procesu szlifowania kłowego wgłębnego i wykazanie, iż może być ona wykorzystana do wspomagania oceny stanu tego procesu. Autor przyczynił w ten sposób się do rozwoju metody DRSA poprzez możliwość jej weryfikacji na przykładzie wykorzystania realnych wyników badań procesu szlifowania. Jego wkład przejawiał się w byciu tzw. ekspertem dziedzinowym, którego rola polega na interpretacji wyników indukowania reguł decyzyjnych i liczbowych wskaźników jakości klasyfikacji, co przyczynia się do jego weryfikacji i usprawnienia. Ważną merytoryczną rolę Autora jako eksperta dziedzinowego było także sformułowanie kierunków preferencji atrybutów warunkowych.

### **3. Ocena całokształtu dorobku naukowego**

Kandydat do stopnia dr hab., dr Paweł Leżański, rozpoczął pracę nauczyciela akademickiego bezpośrednio po studiach w 1974 roku. Początkowo zajmował się sterowaniem adaptacyjnym szlifowania i temu zagadnieniu poświęcona była obroniona w 1983 roku praca doktorska. Wyniki pracy przedstawiono w jednym referacie konferencyjnym (RK1 wykazu publikacji). Kilka lat później, w 1987 roku uzyskał stypendium Fulbrighta, co samo w sobie jest ważnym osiągnięciem. Większość czasu spędził w Arizona State University w zespole prof. M.C. Shaw'a, jednego z nestorów podstaw obróbki skrawaniem. Wraz z nim opublikował w 1990 roku swój pierwszy ważny artykuł w renomowanym czasopiśmie (o tym jeszcze niżej). Ostatnie miesiące stypendium spędził w zespole prof. D.A. Dorfelda, który w tamtym okresie był pionierem zastosowań metod sztucznej inteligencji w nadzorowaniu wytwarzania. Ten dość krótki pobyt w Berkeley, poprzedzony studiami literaturowymi, ukształtował dalsze zainteresowania naukowe Kandydata.



Przez wiele lat, wraz z współpracownikami dr P. Leżański budował i modernizował stanowisko do nadzorowania procesu szlifowania wałków, a wyniki prac przedstawiał na konferencjach oraz w drugim ze swoich najważniejszych artykułów w 1993 roku. Stanowisko to było wykorzystywane do prac badawczych zakresu nadzorowania procesu szlifowania wałków z zastosowaniem sieci neuronowych i logiki rozmytej. Prace te znalazły swoje odzwierciedlenie w trzeciej, najbardziej wartościowej publikacji Kandydata w 2001, a także w wielu innych prezentacjach konferencyjnych. W późniejszym okresie zajął się zastosowaniem systemów eksperckich do nadzorowania szlifowania wałków i w tym nurcie leży przedstawiona rozprawa habilitacyjna. Ponadto Kandydat zajmował się innymi aspektami szlifowania, a także planowaniem trajektorii robotów mobilnych.

Dr Paweł Leżański w czasie swej pracy naukowej opublikował trzy ważne artykuły w renomowanych czasopismach zagranicznych. Choć jest ich niewiele, to są to pozycje bardzo wartościowe, które zdobyły znaczne uznanie w świecie naukowym wyrażone liczbą cytowań, które warto przytoczyć (dodając do Web of Science i Scopus także najpełniejszą bazę cytowań - Publish or Parish):

Artykuł	WoS	Scopus	PoP
Tool face temperatures in high speed milling, 1990	23	23	38
An Intelligent Monitoring System for Cylindrical Grinding, 1993	9	16	31
An intelligent system for grinding wheel condition monitoring, 2001	17	34	49
<b>Łącznie</b>	<b>49</b>	<b>73</b>	<b>118</b>

Łączna liczba cytowań wystarczyłaby na znacznie wyższy indeks Hirsha niż osiągnięty przez Kandydata  $h=3$ . Zwłaszcza trzecia, samodzielna praca przedstawiająca zastosowanie sieci neuronowych i logiki rozmytej do nadzorowania procesu szlifowania wyróżnia się nieczęsto spotykaną liczbą cytowań. Szkoda, że Kandydat nie podjął wysiłku publikacji większej liczby prac w renomowanych czasopismach.

Ponadto kandydat ma w dorobku 39 opublikowanych referatów konferencyjnych i artykułów wydanych w Polsce (w wykazie są one często błędnie sklasyfikowane). Te prace, choć nierzadko wartościowe, mają nieliczne cytowania, świadczą jednak o ciągłej aktywności naukowej kandydata. Prawie wszystkie te prace poświęcone są tematyce diagnostyki i nadzorowania procesu szlifowania, a ich ukoronowaniem jest przedłożona praca habilitacyjna.

Dr P. Leżański kierował dwoma projektami badawczymi KBN i brał udział w kilku innych, w tym celowych i międzynarodowych. Zdobył wiele nagród Rektora Politechniki Łódzkiej za osiągnięcia w dziedzinie naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej.

Całokształt dorobku naukowego Kandydata oceniam pozytywnie, choć jest on rozciągnięty na zdecydowanie zbyt dużą liczbę lat.

#### **4. Ocena działalności organizacyjnej i dydaktycznej**

Dr Paweł Leżański prowadzi szereg wykładów związanych z automatyką i robotyką, w tym trzy w języku angielskim. Brał udział w opracowaniu trzech programów studiów, opracował dziesięć programów nowych przedmiotów oraz kilka programów i instrukcji ćwiczeń laboratoryjnych. Na początku lat dziewięćdziesiątych organizował Centrum Kształcenia Międzynarodowego. Wprowadził do programu studiów „Warsztaty pracy twórczej” kształtujące umiejętności związane z realizacją przedsięwzięć od fazy planowania i pozyskiwania wsparcia, poprzez ich realizację jej oceny opartą o metodę projektów. W latach 2001-2004 pełnił obowiązki kierownika Zakładu Automatyzacji Obrabiarek. Od 2003 jest członkiem Wydziałowej Komisji Dydaktycznej ds. kierunku Automatyka i Robotyka. Brał czynny udział w opracowaniu raportu samooceny kierunku AiR na Wydziale Mechanicznym PŁ dla PKA, a także jest członkiem komisji ds. dostosowania programu studiów do wymagań KRK dla tego kierunku. W sumie działalność organizacyjną i dydaktyczną oceniam pozytywnie.

#### **5. Wniosek końcowy**

W oparciu o dokonaną ocenę przedłożonej rozprawy habilitacyjnej, całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Kandydata stwierdzam, iż odpowiadają one wymaganiom stawianym w Ustawie o Stopniach i Tytule Naukowym osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, stąd wnoszę o nadanie dr inż. Pawłowi Leżańskiemu tego stopnia w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

