

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Patan,
Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych
Uniwersytet Zielonogórski

Zielona Góra, 12 lipca 2021 r.

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEE

Wpłynęło dnia **14. 07. 2021**
Zarejestrowano pod nr
Podpis *dm*

Recenzja

osiągnięcia naukowego pt.

*Zastosowanie fuzji decyzji do zwiększenia niezawodności
automatycznej diagnostyki struktur i urządzeń
oraz istotnej aktywności naukowej
dra inż. Ziemowita Dworakowskiego*

1 Podstawa prawna

Recenzja została przygotowana na wniosek Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 11 maja 2021 r. Wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika został złożony dnia 10 grudnia 2020 r. przez dra inż. Ziemowita Dworakowskiego.

2 Przesłanki warunkujące nadanie stopnia doktora habilitowanego

Zgodnie z art. 219 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r.) stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która spełnia następujące trzy warunki:

1. posiada stopień doktora,
2. posiada w dorobku osiągnięcia naukowe lub artystyczne stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
3. wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną.

Dr inż. Ziemowit Dworakowski uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie automatyka i robotyka nadany uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie z dnia 29 kwietnia 2016 r. na podstawie rozprawy doktorskiej *Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w automatycznej diagnostyce struktur płytowych*. Pierwsza przesłanka warunkująca nadanie stopnia doktora habilitowanego została spełniona.

3 Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe habilitant przedłożył cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem *Zastosowanie fuzji decyzji do zwiększenia niezawodności automatycznej diagnostyki struktur i urządzeń*. Jest to zgodne z art. 219 ust. 2 pkt. 2 lit. b. Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r.). Cykl zawiera 11 artykułów naukowych, przy czym 4 z nich (oznaczone jako c1-c4) zostały opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora. Co prawda artykuł c4 został wskazany przez habilitanta jako opublikowany po uzyskaniu stopnia doktora, ale należy podkreślić, że był on już dostępny na stronie czasopisma online 25 maja 2015 r. Z tego względu należy go zaliczyć do dorobku uzyskanego przed nadaniem stopnia doktora. Pozycja c5 to artykuł konferencyjny. Konferencja *International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing* zazwyczaj odbywa się w czerwcu. Termin nadsyłania artykułów to zwyczajowo styczeń, ewentualnie luty, zaś termin akceptacji artykułu oraz przesyłanie ostatecznych wersji przypada na marzec. Biorąc pod uwagę te fakty należy przyjąć, że artykuł c5 również został przygotowany przed uzyskaniem stopnia doktora. Natomiast artykuł c6 został przesłany do wydawnictwa 24 listopada 2015 i dostępny online już 19 lipca 2016 r., czyli zaledwie trzy miesiące po uzyskaniu przez habilitanta stopnia doktora. Trudno jednoznacznie zaliczyć materiał zawarty w tym artykule jako uzyskany już po uzyskaniu stopnia doktora. Ustalenie tych faktów jest ważne ze względu na to, że z ustawy jasno nie wynika by przedłożone do oceny osiągnięcia mogły być tylko te uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora. Jednakże należy przyjąć, że osiągnięcia opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora powinny znacząco rozszerzać wyniki uzyskane w trakcie prac nad rozprawą doktorską.

Ocena bibliometryczna publikacji

Osiągnięcie naukowe powinno stanowić znaczny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika. O znaczeniu i wpływie wyników prezentowanych w danym artykule naukowym świadczy pośrednio renoma czasopisma, w którym taki artykuł został opublikowany. Spośród 11 artykułów zawartych w cyklu, 4 z nich zostały opublikowane w czasopismach, które nie zostały zaklasyfikowane do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika (pozycje od c2 do c5). Artykuły c3 i c4 zostały opublikowane w czasopiśmie *Structural Control & Health Monitoring* o wysokim współczynniku wpływu (*ang.* Impact Factor) równym $IF=4,819$ (baza Web of Science (WoS) 2020 r.), które mieści się w pierwszym kwartyle czasopism z zakresu szeroko rozumianej inżynierii (*ang.* Engineering) i przyrządów i oprzyrządowania (*ang.* Instruments & Instrumentation). Jednakże, czasopismo to nie jest wskazywane jawnie w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika. Pozostałe artykuły zostały opublikowane w czasopismach przypisanych do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika o następującej wartości punktowej:

- c1 – wykaz B Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), 11 pkt.,
- c6 – wykaz A MNiSW, 35 pkt., $IF=3,655$ (WoS, 2020r.),
- c7 – wykaz A MNiSW, 35 pkt., $IF=2,569$ (WoS, 2020r.),
- c9 – wykaz A MNiSW, 15 pkt., $IF=1,155$ (WoS, 2020r.),
- c8 – 140 pkt., $IF=5,082$ (WoS, 2020r.),
- c11 – 70 pkt., $IF=1,543$ (WoS, 2020r.),
- c10 – 20 pkt.

Na podstawie przedstawionego wykazu widać wyraźnie, że najbardziej wartościowe są artykuły c6, c7 i c8. Wszystkie artykuły prezentowane w cyklu są współautorskie (od 3 do 6 autorów). Dokumentacja zawiera oświadczenia współautorów o ich udziale w przygotowaniu artykułów i zadaniach za jakie odpowiadali. Brakuje natomiast określenia wkładu procentowego poszczególnych autorów co znacznie ułatwiłoby ustalenie wkładu habilitanta w przygotowanie każdej pracy. Biorąc pod uwagę aktualnie obowiązujące zasady ewaluacji jednostek naukowych (równy podział udziału) wkład habilitanta można określić jako zawierający się w przedziale od ~17% do 33% (średni udział to 25%) co nie jest imponującym wynikiem. Uwzględniając równy udział wszystkich współautorów w przygotowanie publikacji oraz zakładając, że do każdej publikacji zastosujemy aktualną punktację wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych uzyskamy łączną liczbę punktów dla dra Dworakowskiego w wysokości 208,4 pkt., zaś biorąc pod uwagę tylko czasopisma przypisane do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika uzyskamy wartość 152,4 pkt. Taki wynik należy uznać za bardzo słaby. Można go uzyskać publikując jeden samodzielnie przygotowany artykuł w renomowanym czasopiśmie. Z punktu widzenia oceny parametrycznej jest to zdecydowanie za mało, aby ubiegać się o stopień doktora habilitowanego.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Tematyka osiągnięcia naukowego skupia się na opracowaniu systemu decyzyjnego umożliwiającego znaczące poprawienie niezawodności procesu diagnostycznego struktur i urządzeń. Tak zarysowana tematyka mieści się w obszarze wiedzy obejmującym dyscyplinę automatyka, elektronika i elektrotechnika. Co więcej, intensywny rozwój technologiczny powoduje, że urządzenia stają się coraz bardziej złożone, a co za tym idzie podatne na uszkodzenia. Rozważana tematyka jest więc aktualna i ważna.

Habilitant postanowił rozwiązać problem projektowania systemu decyzyjnego łącząc wyniki działania różnych algorytmów decyzyjnych pracujących niezależnie i równocześnie. Cykl połączonych tematycznie publikacji zatytułowano *Zastosowanie fuzji decyzji do zwiększenia niezawodności automatycznej diagnostyki struktur i urządzeń*. W skład cyklu wchodzi 11 publikacji:

- **publikacja c1** – w artykule zaproponowano odcinkową metodę wykrywania uszkodzeń w strukturach belkowych (*ang.* fitting line segments). Artykuł nie rozważa fuzji różnych metod decyzyjnych;
- **publikacja c2** – rozważane jest zastosowanie klasyfikatora neuronowego w postaci perceptronu wielowarstwowego (*ang.* MutliLayer Perceptron, MLP) do klasyfikacji uszkodzeń struktur na przykładzie próby zmęczeniowej rzeczywistego samolotu z wykorzystaniem fal prowadzonych (*ang.* Lamb waves). Artykuł nie rozważa fuzji różnych metod decyzyjnych;
- **publikacja c3** – zastosowano sztuczną sieć neuronową MLP do detekcji uszkodzeń na podstawie fal prowadzonych. W zasadzie artykuł nie proponuje nic nowego w stosunku do pracy c2, tylko inny jest przykład. Użyto takich samych wskaźników uszkodzeń (1)–(4), jak również taki sam typ klasyfikatora (MLP). Artykuł nie rozważa fuzji różnych metod decyzyjnych;
- **publikacja c4** – w artykule zaproponowano połączenie dwóch algorytmów: metody odcinkowej i analizy drugiej pochodnej (*ang.* 2nd derivative). Obie metody były już wcześniej rozważane przez habilitanta w pracy c1. Nowum artykułu wiąże się z połączeniem tych dwóch metod za pomocą metody głosowania. Habilitant zaproponował wygenerowanie dla każdej metody krzywej detekcji (*ang.* Detection Curve, DC) i zastosowanie progowania na sumie obu krzywych detekcji;

- **publikacja c5** – artykuł rozważa zastosowanie zespołu sieci neuronowych (*ang.* ensemble) do monitorowania strukturalnego (*ang.* Structural Health Monitoring, SHM). Wykorzystano sieci neuronowe typu MLP, RBF (*ang.* Radial Basis Function) oraz sieci samoorganizujące SOM (*ang.* Self-Organizing Maps). Wyjście klasyfikatora było otrzymywane za pomocą głosowania większościowego (*ang.* majority voting). Należy podkreślić, że artykuł nie proponuje nowych rozwiązań w zakresie struktury sieci neuronowych, ich uczenia czy metod głosowania. Autorzy artykułu skupili się przede wszystkim na analizie wyników przeprowadzonych eksperymentów;

- **publikacja c6** – w artykule zaproponowano połączenie metod: pomiaru grupowego, optymalnej selekcji referencji OBS (*ang.* Optimal Baseline Selection) i wyrównania sygnału SA (*ang.* Signal Alignment). Należy podkreślić, że zarówno prezentowane metody jak i szkielet algorytmu fuzji metod zostały wcześniej opublikowane w pracy:

Dworakowski Z., Ambroziński Ł., Stępiński T.: Data fusion for compensation of temperature variations in Lamb-wave based SHM systems, Health Monitoring of Structural and Biological Systems 2015, Proc. of SPIE, Vol. 9438, 2015.

Artykuł c6 jedynie szerzej opisuje algorytm użyty do fuzji tych trzech metod.

- **publikacja c7** – artykuł powiela materiał przedstawiony w pracy c5. Użyto zespołu sieci neuronowych zbudowanych z sieci MLP, RBF i SOM. Nawet rysunki 2 i 3 są takie same jak w pracy c5. Elementem różniącym pracę c7 od c5 jest inne zastosowanie. Można jasno stwierdzić, że artykuł c7 to typowa praca aplikacyjna bez propozycji nowych metod czy rozwiązań do obszaru wiedzy obejmującego projektowanie zespołu klasyfikatorów.
- **publikacja c8** – w pracy zastosowano ciekawy pomysł na identyfikację obiektów nieliniowych opisanych nieliniowością w postaci histerezy. Do uchwycenia nieliniowości zastosowano zespół modeli neuronowych. W związku z faktem, że mamy do czynienia z nieliniowością statyczną wykorzystano w tym celu sieci MLP. Wyjście modelu uzyskiwano poprzez uśrednienie wyników generowanych przez poszczególne modele. Jest to często stosowana technika w przypadku problemów regresyjnych rozwiązywanych za pomocą zespołu modeli. Niestety, pomimo innowacyjności rozwiązania opisanego w tym artykule nie pasuje on do pozostałych publikacji w prezentowanym cyklu. Nie ma tutaj fuzji decyzji, ale agregacja modeli aproksymujących. Zespół modeli neuronowych wykorzystywany jest nie do podjęcia decyzji o uszkodzeniu czy anormalnej pracy urządzenia, ale do aproksymacji charakterystyki nieliniowej opisującej obiekt;
- **publikacja c9** – artykuł opisuje detekcję anomalii za pomocą zespołu neuronowych autoenkoderów. W tym przypadku autorzy zastosowali podejście homogeniczne, tzn. każdy element zespołu miał dokładnie taką samą topologię. Niestety podczas lektury artykułu nie znalazłem metody agregacji wyników pracy poszczególnych autoenkoderów. Poza faktem, że autorzy użyli zespołu neuronowych autoenkoderów artykuł nie proponuje nowych struktur, mechanizmów czy algorytmów do projektowania zespołu sieci neuronowych. W zasadzie artykuł ma charakter aplikacyjny;
- **publikacja c10** – w artykule zaprezentowano połączenie metod lokalnej filtracji modalnej i przestrzennego pomiaru grupowego. Nowość artykułu jest trudna do zdefiniowania. Metoda lokalnej filtracji modalnej została zaproponowana w artykule:

Mendrok K., Uhl T.: Experimental verification of the damage localization procedure based on modal filtering. Structured Health Monitoring, 2011, Vol 10, No. 2, pp. 157–171.

Natomiast metoda pomiaru grupowego, do której odnoszą się autorzy (wzór (2)), została wcześniej opisana w pracy c6. Niejasna jest realizacja fuzji decyzji o lokalizacji uszkodzenia. Artykuł ma charakter aplikacyjny, bez znaczącego wkładu z rozwój dyscypliny;

publikacja c11 – podobnie jak w przypadku artykułu c10 zastosowano połączenie lokalnej filtracji modalnej i pomiaru grupowego do realizacji detekcji uszkodzeń. W zasadzie artykuł nie proponuje nic nowego. W stosunku do c10 inna jest definicja indeksu uszkodzenia (wzór (1)). Proces fuzji decyzji jest niejasny. Z artykułu nie wynika czy w ogóle taka fuzja decyzji zachodzi. Na 20-stronicowy artykuł 15 stron to wyniki eksperymentów, więc ewidentnie ten artykuł należy zaklasyfikować jako aplikacyjny.

Wniosek, który nasuwa się po lekturze publikacji jest taki, że większość metod zaproponowanych przez habilitanta nie dokonuje fuzji decyzji, a tak naprawdę realizuje fuzję wskaźników w celu uzyskania docelowego indeksu. I ten docelowy indeks jest poddawany progowaniu. Samo progowanie do proces decyzyjny. Jest tak w pracach c4, c6 i c9. Pojęcie fuzji decyzji może natomiast dobrze reprezentować zespoły neuronowych klasyfikatorów.

Podsumowując omawiany cykl publikacji można wyciągnąć ogólny wniosek, że jest on bardzo mocno ukierunkowany na wykonywanie eksperymentów, a nie na rozwijanie metod decyzyjnych w kontekście wykrywania i lokalizacji uszkodzeń. W artykułach za mało jest gruntownej analizy problemu, odpowiedzi na pytanie jakie metody i dlaczego powinny zostać użyte to rozwiązania problemu, brak jest analizy rozróżnialności uszkodzeń, wyboru w sposób optymalny zbiorów uczących i testujących, dyskryminacji danych procesowych reprezentujących różne uwarunkowania pracy urządzenia, automatyzacji procesu doboru struktury sieci neuronowych, wskazówek projektowych, itp. Dlatego można sformułować wiele uwag natury ogólnej. Niektóre z nich można sformułować następująco:

- Jakość pracy algorytmu głosowania zaproponowanego w pracy c4 jest ściśle zależna od parametrów δ i λ , jak również parametru skalującego S . Niestety, w artykule nie zawarto wskazówek projektowych jak dobrać te parametry w stosunku do konkretnego rozważanego problemu. Co więcej brak jest komentarza jak dobrać wartość progu decyzyjnego. Poza tym, w artykule zastosowano progowanie stałe, które charakteryzuje się słabą czułością detekcji uszkodzeń. Dużo lepsze efekty detekcji i lokalizacji uszkodzeń można uzyskać za pomocą progowania adaptacyjnego.
- W pracy c5 zastosowano trzy typy sieci neuronowych do zbudowania zespołu klasyfikatorów. Dlaczego zdecydowano się na użycie jedynie sieci neuronowych? Dlaczego nie zbudować zespołu klasyfikatorów zawierającego klasyfikatory k najbliższych sąsiadów, klasyfikatory Bayesa, drzewa decyzyjne i klasyfikatory neuronowe?
- Dlaczego nie przeanalizowano i nie porównano ze sobą różnych metod obliczania wartości wyjściowej klasyfikatora. W literaturze istnieje wiele metod opartych na głosowaniu (plurality vote, majority vote, dynamic vote) jak i pracujących bez głosowania (wykorzystujących rachunek prawdopodobieństwa lub logikę rozmytą).
- Obecnie bardzo popularnym i bardzo efektywnym podejściem do budowy klasyfikatora jest zastosowanie uczenia głębokiego. Dlaczego nie rozważono użycia spłotowych sieci neuronowych, czy głębokich sieci rekurencyjnych do rozwiązania zadania klasyfikacji uszkodzeń?
- Autorzy artykułu c6 nie podali motywacji jakimi kierowali się podczas opracowywania algorytmów fuzji metod decyzyjnych. Skoro dla każdej metody dysponujemy wskaźnikiem jakości dlaczego nie można zastosować metody zaproponowanej w pracy c4?

- W pracy c8 zastosowano agregację modeli neuronowych za pomocą obliczenia średniej arytmetycznej odpowiedzi poszczególnych modeli. Czy autorzy artykułu rozważali/testowali inne alternatywne rozwiązania? W literaturze można znaleźć metody wykorzystujące średnie ważone, funkcje gęstości prawdopodobieństwa lub funkcje przynależności podobnie jak jest to realizowane w systemach logiki rozmytej.
- W pracy c9 zastosowano neuronowe autoenkodery z 2 neuronami w drugiej warstwie ukrytej. Taki enkoder to nieliniowa realizacja metody analizy czynników głównych i w analizowanym przypadku są brane pod uwagę jedynie dwie składowe główne. Czy autorzy wykonywali analizę wskazującą na procentowy rozkład informacji zawarty w składowych głównych? Na jakiej podstawie wybrano tylko dwie?

Co więcej zaprezentowany cykl publikacji nie do końca jest spójny. Zupełnie nie pasuje do cyklu publikacja c8. Publikacje c10 i c11 nie prezentują problemu fuzji decyzji, a jeżeli nawet taka fuzja miała miejsce to nie zostało to wyraźnie w artykułach przedstawione i opisane. Pierwsze trzy publikacje c1, c2, c3 można potraktować jako wprowadzające w tematykę. Pozostaje pięć publikacji, wśród których c5 i c7 zawierają podobny materiał w kontekście zespołu klasyfikatorów neuronowych, zaś publikacja c6 zawiera materiał wcześniej opublikowany w artykule konferencyjnym. Ogólnie w ramach cyklu publikacji zaproponowano następujące podejścia:

- fuzja analizy odcinkowej i metody drugiej pochodnej,
- zespoły klasyfikatorów MLP, RBF i SOM,
- heterogeniczny zespół autoenkoderów neuronowych,
- połączenie metod: pomiaru grupowego, OBS i SA.

Oprócz uwag krytycznych (sformułowanych wcześniej) dotyczących braku gruntownej analizy proponowanych algorytmów można również zadać pytanie dlaczego habilitant nie porównał ze sobą zaproponowanych przez siebie metod. Być może jako wynik takiej analizy pojawiłby się pomysł fuzji metod klasycznych z metodami sztucznej inteligencji. Zastanawiający jest również fakt, że większość prac opisujących fuzję metod decyzyjnych została opublikowana w roku 2016, czyli w okresie uzyskania przez habilitanta stopnia doktora. Po tym czasie tylko jedna praca, c9 z roku 2018 opisuje zastosowanie zespołu metod decyzyjnych do wykrywania anomalii. Habilitant nie wykazał się znacznym poszerzeniem wiedzy w zakresie omawianej tematyki w stosunku do okresu przed i tuż po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Wniosek końcowy

Uwzględniając uwagi krytyczne dotyczące osiągnięcia naukowego zestawione w paragrafie *Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego* jak również uwagi dotyczące jakości publikacji, ich wartość punktową oraz udział habilitanta w ich przygotowanie zawarte w paragrafie *Ocena bibliometryczna publikacji* uważam, że zaprezentowany cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych **nie stanowi znacznego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika**. Druga przesłanka warunkująca nadanie stopnia doktora habilitowanego nie została spełniona.

4 Ocena istotnej aktywności naukowej

Zgodnie z art. 219 ust. 2 pkt. 3 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r.) trzecim warunkiem uzyskania stopnia doktora habilitowanego jest *wykazanie się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej*. Przepis jest bardzo ogólny, ale można go rozumieć jako współpracę z naukowymi ośrodkami krajowymi, jak również zagranicznymi, której efektem jest znaczny wkład naukowy w dyscyplinę automatyka, elektronika i elektrotechnika. Przy czym, zgodnie z zaleceniami Rady Doskonałości Naukowej zawartymi w dokumencie *Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego. Poradnik aktualizowany. Ostatnia aktualizacja: 20 maja 2021r.* aktywność naukowa powinna być realizowana w innych określonych podmiotach, nie zaś w podmiocie, w którym zatrudniona jest osoba ubiegająca się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Na podstawie dostarczonej dokumentacji współpracę dra inż. Ziemowita Dworakowskiego w ośrodkami naukowymi można zestawiać następująco:

1. współpraca z Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych w Warszawie. Współpraca zapoczątkowana w ramach projektu LIDER/35/43/L-2/10/NCBR/2011 była kontynuowana w ramach projektu LIDER/3/0005/L-9/17/Ncbr/2018. W pierwszym projekcie pełnoskalowa próba zmęczenia była realizowana w Pradze (Czechy). Niestety brak jest potwierdzenia tego faktu w dokumentacji. W drugim projekcie zweryfikowano wyniki na podstawie danych zebranych w Uniwersytet Politechnica de Catalunya w Barcelonie (Hiszpania). Również brak jest potwierdzenia tego faktu w dokumentacji. Jako wynik tej współpracy habilitant wskazuje publikacje c3, c5, c7 i d1. Ostatnio została również wydana publikacja w czasopiśmie *Sensors*:

Comparison of Novelty Detection Methods for Detection of Various Rotary Machinery Faults, Górski, J., Jabłoński A., Heesch M., Dziendzikowski M. Dworakowski M., Sensors, vol. 21, no. 10, 3536.

Spośród wskazanych publikacji dwie publikacje należy wskazać jako wprowadzające solidny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika (c7 – obecnie 100 pkt., artykuł w czasopiśmie *Sensors* – 100 pkt.).

2. współpraca z firmą Emoldis w ramach projektu POIR.01.02.00.00-0317/16-00 (Projekt operacyjny Inteligentny Rozwój). W ramach współpracy został opublikowany artykuł konferencyjny k6 wygłoszony na konferencji *9th European Workshop on Structural Health Monitoring*. Niestety, wpływ tej publikacji na rozwój dyscypliny jest znikomy.
3. współpraca z Politechniką Krakowską. Efektem współpracy jest publikacja d5 opublikowana w czasopiśmie *Technische Messen*. Wkład w rozwój dyscypliny jest słaby ze względu na renomę czasopisma (40 pkt.).
4. współpraca z National School of Engineers of Sfax, Tunezja. Wynikiem współpracy są artykuły d2 w czasopiśmie *Measurement* i k1 w konferencji *11th European Workshop on Structural Health Monitoring*. W dostarczonej dokumentacji brak jest informacji czy habilitant wykonywał te badania w instytucji partnerskiej. Natomiast wkład w rozwój dyscypliny należy uznać za znaczny ze względu na rangę czasopisma (obecnie 200 pkt.).

Wniosek końcowy

Uwzględniając informacje podane w autoreferacie istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej nie jest imponująca.

Można ją uznać za słabą, aczkolwiek wymierną poprzez opublikowane artykuły. Renoma czasopism, w których opublikowano wspomniane prace naukowe powoduje, że jest duże prawdopodobieństwo, że wyniki tam zaprezentowane zostaną zauważone przez międzynarodową społeczność naukową i na ich podstawie powstaną inne wartościowe rozwiązania. Obecnie artykuły c7 i d2 mają razem 16 cytowań. Tym samym, uważam, że **trzecia przesłanka warunkująca nadanie stopnia doktora habilitowanego została spełniona w stopniu minimalnym.**

5 Podsumowanie

Przedstawiony do recenzji wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego dla dra inż. Ziemowita Dworakowskiego **nie spełnia** wszystkich wymagań ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. nr 65, poz. 595) z późniejszymi zmianami. W szczególności wymagania dotyczące osiągnięcia naukowego sformułowane w art. 219 ust. 2 pkt. 2 lit. b. Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r.) nie zostały wypełnione.



Prof. dr hab. inż. Krzysztof Patan