

Warszawa 18.09.2021

Prof. dr hab. Władysław Torbicz

Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcz-PAN
02-109 Warszawa, ul. Ks. Trojdena 4

SEKRETARIAT
Rady Dyscypliny AEE

27. 09. 2021

Recenzja

Wpłynęło dnia

Zarejestrowano pod nr

Podpis

Rozprawy habilitacyjnej dr inż. Piotra Gasa p.t. „Numeryczne modelowanie i optymalizacja hipertermii elektromagnetycznej”, opartej na cyklu powiązanych tematycznie 15 publikacji. Dziedzina Nauki inżynierijno-techniczne,
Dyscyplina: Automatyka, elektronika i elektrotechnika

1. Podstawowe dane o Kandydacie

Dr inż. Piotr Gas ukończył w 2007 r. studia magisterskie z wyróżnieniem na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki, AGH, Specjalność: Automatyka i Metrologia, po wykonaniu pracy magisterskiej p.t.: Wpływ pola magnetycznego na organizm ” (promotor – dr hab. Eugeniusz Kurgan, prof. ndzw. AGH), i następnie został zatrudniony na tym Wydziale na stanowisku asystenta. W 2016 dr inż. Piotr Gas obronił z wyróżnieniem na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej (EAIiB) pracę doktorską pt. „Modelowanie rozkładu temperatury i pola elektromagnetycznego w hipertemii o częstotliwości radiowej i mikrofalowej” (promotor – dr hab. Eugeniusz Kurgan, prof. ndzw. AGH) i w następnym roku objął stanowisko adiunkta. Po doktoracie dr Gas prowadził i obecnie prowadzi badania dot. modelowania hipertermii elektromagnetycznej, opracowania anten do wytwarzania skierowanej wiązki pola elektromagnetycznego o określonych parametrach i ich zastosowania w zakresie terapeutycznego wywołania wzrostu temperatury w celu lokalnego niszczenia (ablacji) określonych obszarów tkanki, głównie tkanek nowotworowych.

Łączna liczba publikacji Habilitanta, obejmująca czasopisma, materiały konferencji i rozdziały w książkach wynosi 88, w tym publikacji po doktoracie, wymienionych w bazie Web of Science (WoS) wynosi 35, w tym 11 publikacji z listy Journal Citation Report (JCR) wraz z liczbą cytowań. Liczba cytowań w WoS wynosi 260, a bez autocytowań - 175. Indeks Hirscha $H = 10$. Dane te dotyczą stanu na dzień 7.12.2020 – data zamieszczona w dokumentacji.

Dr Gas wykazywał dużą aktywność związaną z rozszerzaniem swojej wiedzy dotyczącej nie tylko działalności naukowej. Ukończył studia podyplomowe: Studium doskonalenia dydaktycznego dla asystentów; Innowacyjne zarządzanie badaniami naukowymi – studia podyplomowe dla pracowników jednostek naukowych, 2011; Nowoczesne narzędzia diagnostyki medycznej i terapii, 2013.

Znajdujące się w dokumentacji dyplomy nagród Rektora AGH i Dziekana Wydziału EAIiB wskazują, że działalność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna dra Gasa była dobrze oceniana przez władze Uczelni i Wydziału.

2. Ocena Rozprawy habilitacyjnej

2.1 Analiza serii artykułów Rozprawy

Rozprawa habilitacyjna p.t. „Numeryczne modelowanie i optymalizacja hipertermii elektromagnetycznej” w postaci jedno-tematycznego cyklu 15 publikacji, w tym 3 autorskich i 12 współautorskich, stanowi podsumowanie znaczącej części wyników uzyskanych przez Autora w okresie Jego działalności naukowej po doktoracie. Cytowania tych publikacji są zamieszczone w bazach Web of Science (WoS) i SCOPUS, przy czym 2 publikacje mają Impact Factor (IF). Przy 12 współautorskich publikacjach był on pierwszym współautorem 9 razy, a drugim – 3 razy. Ze względu na współautorstwo większości artykułów opisujących

uzyskane wyniki, do dokumentacji Rozprawy dołączono pisemne oświadczenia współautorów, w których podano procentowy i merytoryczny udział wszystkich współautorów. W artykułach wielo-autorskich dr Gas ma udział 60% i wyżej, a w artykułach dwu-autorskich – 50%. Artykuły te są uszeregowane w porządku odpowiadającym określonym problemom omawianych w Rozprawie, a nie w kolejności chronologicznej publikowania tych artykułów.

Przy opracowaniu recenzji została wykorzystana załączona dokumentacja przygotowana przez Habilitanta, a także częściowe rozpoznanie przez recenzenta aktualnej wiedzy w zakresie tematyki Rozprawy i aktualne cytowania załączonych publikacji Habilitanta. Ponadto recenzent pragnie zauważyć, że tematyka elektromagnetyzmu, w tym oddziaływania pola elektromagnetycznego na ludzki organizm, była przedmiotem jego zainteresowania na początku jego działalności naukowej.

Pierwsze dwa artykuły dotyczą optymalizacji anten dipolowych, ukierunkowanej na maksymalizację współczynnika absorpcji swoistej fal elektromagnetycznych (ang. specific absorption rate - SAR), emitowanych przez te anteny do tkanki piersi kobiecej, w celu podniesienia temperatury w tych tkankach, koniecznej do zniszczenia (ablacji) tkanki rakowej.

Artykuł [1] (2019, 10 cytowań WoS) zawiera wstępne wyniki badania współczynnika SAR układu 16 anten w przy częstotliwości 1 GHz. Były to badania symulacyjne oparte na pogłębionej analizie teoretycznej w obiekcie dwu-sferycznym, w którym kula wewnętrzna reprezentowała tkankę nowotworową piersi (wymagana duża wartość SAR), a obszar kuli zewnętrznej przedstawiał tkankę zdrową (konieczność zapewnienia małej wartości SAR). Parametry obu obszarów miały założone (na podstawie literatury) wartości odpowiadające danym fizjologicznym piersi zdrowej i nowotworowej. Obliczenia przeprowadzono numerycznie wykorzystując równania Maxwella.

W badaniach modelowego ośmio-elementowego układu anten przy częstotliwości 1 GHz, które były przedstawione w obszernym (24 strony) artykule [2] (2020, IF 4.556, 0 cytowań WoS przy składaniu dokumentacji i 2 cytowania obecnie), wykorzystano model piersi o wysokiej rozdzielczości, uzyskany ze skanów MRI. Miał on kształt piersi kobiecej i niejednorodną budowę wewnętrzną uwzględniającą tkanki tłuszczowe, tkankę gruczołową, mięśnie, skórę i tkankę nowotworową 35-letniej kobiety. Model uwzględniał również właściwości elektryczne i cieplne wymienionych tkanek oraz nieliniowość właściwości perfuzji krwi w guzie. Podobnie, jak w rozważaniach przedstawionych w artykule [1], celem było uzyskanie doboru parametrów układu anten składowych, zapewniających minimalizację parametru SAR w tkance zdrowej i jego maksymalizację w tkance nowotworowej. Opracowany algorytm optymalizacji wielokryterialnej uwzględniał konieczność zmian mocy i faz napięciowych źródeł zasilających półfalowe anteny dipolowe, stanowiące elementy układu anten, oraz ich kolejność w układzie anten. Było również konieczne dostosowanie rozmiarów układu antenowego do rozmiarów piersi. Przeprowadzone symulacje pozwoliły na opracowanie procedur akumulacji ciepła w rejonie guza piersi. Opublikowanie przedstawionego artykułu w czasopiśmie Molecular Sciences o wysokim IF oraz pojawienie się cytowań niedługo po opublikowaniu artykułu należy uznać za duże osiągnięcie Habilitanta.

Porównanie różnych modeli perfuzji krwi w guzach piersi kobiecej (model stały, liniowy, nieliniowy i bez przepływu krwi), przedstawione w artykule [3] (2020, 2 cytowania WoS) było konieczne do możliwie wiernego przedstawienia procesów akumulowania ciepła w tkance nowotworowej piersi, rozważanych w publikacjach [1] i [2]. Ciepło generowane w guzie zależy od procesów wewnątrzkomórkowych, w tym procesów występujących w tkance nowotworowej. Przy analizie tych modeli stosowano metodę elementów skończonych, uwzględniając przy tym wymianę ciepła między tankami piersi a otoczeniem. Ustalono, że wybór modelu, który najlepiej odzwierciedla zjawisko akumulacji ciepła w tkance nowotworowej piersi, zależy od unaczynienia (ukrwienia) guza, a także podano, że zależy on

od nasycenia guza cieczą zawierającą nanocząsteczki magnetyczne, co szerzej ma być omówione w artykule [10].

Kolejne artykuły Habilitanta [4-6] Rozprawy dotyczą badania optymalizacji parametrów wieloszczelinowej anteny mikrofalowej – ze względu na przekazywanie energii elektromagnetycznej do obszarów nowotworowych.

W artykule [4] (2018, 4 cytowania WoS) był analizowany wpływ położenia periodycznych szczelin powietrznych w koncentrycznej wieloszczelinowej antenie o częstotliwości 2,45 GHz, czym w rozważanym modelu założono, że rozmiary i odległości między szczelinami są stałe. Analizowano elektromagnetyczne wywołanie kumulacji energii cieplnej w tkance wątroby. W analizie zastosowano aparat matematyczny wykorzystywany w publikacjach [1], [2] i wcześniejszym od [4] artykule [5]. W artykule [4] zostało wykazane, że jest możliwe dopasowanie impedancyjne anteny do otaczającej tkanki wątroby tak, aby, przy zastosowanej hipertermii mikrofalowej, temperatura w zdrowych tkankach wątroby nie przekraczała wartości dopuszczalnych, a dla obszarów rakowych była na tyle wysoka, aby zapewnić ich ablację.

Tematyka obszernego artykułu [5] (2017, IF 1.374 w 2017 r. i 4.314 obecnie, 17 cytowań WoS przy składaniu dokumentacji i 28 obecnie) jest zbliżona do późniejszych konferencyjnych publikacji [4] i [6] – ze względu na rodzaj anteny i zastosowane metody analiz matematycznych. Użyty w artykule [5] algorytm do badania dopasowania anteny wieloszczelinowej przy transmisji energii elektromagnetycznej do tkanek zastosowano do następujących tkanek: mózgu, piersi, nerek, wątroby i płuc. Ponieważ rozpatrywane w literaturze anteny z jedną szczeliną powietrzną nie pozwalają na optymalne dopasowanie impedancyjne, analizowano anteny zawierające liczbę szczelin od 1 do 7. Analizowano również wpływ odległości między pierwszymi dwoma szczelinami na transmisję energii do tkanek. Na podstawie rozważań modelowych wykazano, że najlepszą skuteczność wykazywały anteny z trzema i czterema szczelinami. Częstotliwość rozpatrywanych anten wynosiła 2,45 GHz. Chociaż z rozważań wynikało, że zwiększanie liczby szczelin w strukturze anteny powoduje wzrost terapeutycznego zakresu temperatury, ale wymaga to zwiększenia poboru mocy wejściowej anteny mikrofalowej, co jednak skutkuje zwiększeniem kosztu jej wykonania i eksploatacji. Podobnie, jak w odniesieniu do artykułu [2] należy wskazać na szybki wzrost cytowań tego artykułu w czasopiśmie o wysokim IF, co również należy uznać za duże osiągnięcie Habilitanta.

Jak zaznaczono wyżej, tematyka konferencyjnej publikacji Habilitanta [6] (2018, 6 cytowań WoS) dotyczy w dużej części zagadnień rozpatrywanych w publikacjach [4] i [5]. Rozważania dotyczą optymalizacji układu trzech szczelin powietrznych anteny. Otrzymane wyniki były gorsze od wyników zamieszczonych w wymienionych publikacjach.

Tematyka kolejnej publikacji konferencyjnej [7] (2018, 2 cytowania WoS) dotyczy wykorzystania modelu uszkodzeń termicznych Arrheniusa do analizy przeżycia tkanek wątroby poddanych terapii termicznej za pomocą optymalnej, z punktu widzenia transmisji energii do tkanki, trójszczelinowej anteny mikrofalowej, której właściwości zostały szerzej omówione w artykułach [5] i [6]. Mimo, że wyniki przedstawione w tym artykule nie zostały zauważone przez czytelników (2 cytowania), lecz są oryginalne i ciekawe, co świadczy o szerokich zainteresowaniach Habilitanta. Należy zauważyć, że model ten jest szeroko wykorzystywany do analizy uszkodzeń termicznych obiektów niebiologicznych, lecz bardzo rzadko tkanek.

Dwa kolejne artykuły [8] i [9] dotyczą modelowania aplikatora wielopalczastego energii elektromagnetycznej do tkanek wątrobowych, pracującego w zakresie częstotliwości radiowych RF oraz jego o oddziaływania grzejjego na wątrobę.

Obszerny opis modelowania 3D aplikatora wielopalczastego zasilanego ze źródła o częstotliwości 500 kHz, którego celem było określenie optymalnego napięcia źródła zasilania

elektrody RF 2-5 palcami, tak aby przy przezskórnej ablacji guzów wątroby pozytywny efekt cieplny leżał w terapeutycznym zakresie temperatur, przedstawiono w artykule [8] (2019, 7 cytowań WoS). Przeprowadzając szczegółowe rozważania wykorzystujące metodę elementów skończonych, równanie Laplace'a dotyczącego pola potencjalnego i Pennesa opisującego rozchodzenie się ciepła w tkankach oraz model uszkodzeń termicznych tkanek Arrheniusa, przedstawiony w [7], określono parametry zasilania aplikatora 2-palczastego zapewniającego martwicę komórek wątroby dla dwóch poziomów ablacji: 63% i 99%.

Bardzo zbliżone tematycznie do artykułu [8] są rozważania modelowe przedstawione w artykule [9] (2020, 0 cytowań WoS). Nowość polegała na modelowaniu ablacji w tkance wątrobowej, przy umieszczeniu aplikatora RF opisanego w [8], w pobliżu cylindrycznego naczynia z przepływającą krwią oraz uwzględnieniu w rozważaniach zależnych od temperatury parametrów wątroby i perfuzji krwi. Wykazano, że krew płynąca przez naczyni krwionośne chłodzi tkankę co wpływa na konieczność odpowiedniego zwiększenia napięcia zasilającego aplikator.

Wiele wspólnych cech mają konferencyjne publikacje [10-15]. Dotyczą one wykorzystania pola elektromagnetycznego do grzania cieczy magnetycznej (zawierającej nanocząsteczki magnetyczne), która jest stosowana w ablacji tkanek nowotworowych.

Ze względu na stosowaną w praktyce terapii nowotworów, procedurę nasycania guza cieczą zawierającą nanocząsteczki magnetyczne w celu zwiększenia skuteczności ablacji tkanek nowotworowych, o czym wspomniano w artykule [3], w publikacji [10] (2015) zostały omówione wstępne badania eksperymentalne komercyjnej cieczy magnetycznej zawierającej nanocząsteczki magnetytu Fe_3O_4 , dotyczące badania ich podstawowych parametrów dzięki wywołaniu rezonansu tych cząsteczek umieszczonych w polu elektromagnetycznym wytworzonym przez prąd cewki, co prowadziło do nagrzewania tej cieczy. Przedstawiono również rozważania teoretyczne opisujące zjawisko grzania takiej cieczy. Są to badania pomocnicze, lecz leżące obok głównej tematyki Rozprawy. W dokumentacji jest zamieszczona informacja, że ta publikacja była cytowana 27 razy w WoS. Jednak nie potwierdza tego informacja zamieszczona na stronie WoS. Publikacja ta nie może być włączona do cyklu artykułów stanowiących Rozprawę habilitacyjną, gdyż powstała przed uzyskaniem stopnia doktora (2016).

Rozważania zamieszczone w publikacji [11] (2017) dotyczą analizy pola magnetycznego wzdłuż osi solenoidu. Są to rozważania poboczne dla głównej tematyki Rozprawy, chociaż Habilitant wyjaśnia potrzebę uwzględnienia niejednorodności pola magnetycznego w terapii polem elektromagnetycznym o częstotliwości 532,1 kHz. Można uznać celowość włączenia tej publikacji do cyklu publikacji Habilitanta ze względu na potrzebę zdobycia wiedzy przez zespół przed podjęciem przyszłych prac dotyczących kumulacji ciepła w tkance nowotworowej, lecz nie wnosi nowych istotnych informacji do stanu wiedzy przedstawionej w tym artykule. Również tutaj występuje rozbieżność liczby cytowań WoS podaną przez Habilitanta (17), a liczbą cytowań zamieszczoną na stronie WoS (6).

Rozszerzeniem rozważań zamieszczonych w [11] są analizy przedstawione w publikacji Habilitanta [12] (2019, 5 cytowań WoS). Autor uwzględnił w niej wpływ ciepła wydzielanego przez prąd płynący w miedzianej cewce, który wytwarzał pole elektromagnetyczne wewnątrz cewki, na temperaturę cieczy magnetycznej umieszczonej wewnątrz cewki – dla dwóch przypadków: przy chłodzeniu cewki wodą i bez chłodzenia. Analizy te mają charakter techniczny i również leżą obok głównej tematyki Rozprawy.

Bardzo szkicowe modelowe spojrzenie na problem hipertermii, wywołanej polem elektromagnetycznym w tkance zawierającej ciecz magnetyczną przedstawiono w [13] (2016, 5 cytowań WoS). Krótki tekst publikacji konferencyjnej, może wynikający z wymagań organizatora konferencji, był przyczyną braku w niej pogłębionych rozważań i istotnych wniosków. Ponieważ habilitant uzyskał stopień doktora w 2016 r., na podstawie pracy

doktorskiej: Modelowanie rozkładu temperatury i pola elektromagnetycznego w hipertemii o częstotliwości radiowej i mikrofalowej”, więc istnieje prawdopodobieństwo, że publikacja [13] jest oparta na wynikach sprzed doktoratu.

W podobny sposób jak w [13] są omówione prace zamieszczone publikacji [14] (2017). W tak krótkim tekście (4 strony) nie jest możliwe przedstawienie podstawy terapii celowanej guzów nowotworowych z wykorzystaniem nanocząsteczek magnetycznych, jak to formułuje Habilitant w Autoreferacie. Treść rozważań teoretycznych w tej publikacji jest na tyle ogólna, że nie upoważnia do zmieszczenia w konkluzji następującego stwierdzenia: artykuł opisuje efektywny sposób wprowadzenia ferromagnetycznych nanocząsteczek do tkanki nowotworowej. Również tutaj występuje rozbieżność liczby cytowań WoS podaną przez Habilitanta (4), a liczbą cytowań zamieszczoną na stronie WoS (0).

Rozważania zamieszczone w publikacji [15] (2018) nie pozwalają na przeprowadzenie obliczeń sił magnetoforesy w zabiegach hipertemii elektromagnetycznej, gdyż w tych obliczeniach przyjęto, że pole magnetyczne jest wytworzone przez stały magnes w postaci podkowy. Natomiast w hipertemii elektromagnetycznej, która jest głównym przedmiotem rozważanych prac Habilitanta, przyjmowano częstotliwości: 2,45 GHz, 1 GHz i o około 500 KHz. Poprawność przyjęcia wniosków uzyskanych przy stałym polu magnetycznym na rozważania dotyczące hipertemii elektromagnetycznej (duże częstotliwości) nie było analizowane w tej publikacji. Także w tutaj występuje rozbieżność liczby cytowań WoS podaną przez Habilitanta (3), a liczbą cytowań zamieszczoną na stronie WoS (0).

2.2. Ocena wyników przedstawionych w Rozprawie

Do przedstawionej wyżej oceny cyklu 15 artykułów składających się na habilitację dr Piotra Gasa należy dodać kilka uwag i ocen odnoszących się do całości rozprawy. Podejmując sprawę porównania wyników uzyskanych w ramach Habilitacji z aktualnym stanem wiedzy, mogę stwierdzić, że nie zawsze jest możliwe uzyskanie takiego porównania na podstawie artykułów zacytowanych w omówionym cyklu publikacji, ponieważ nie zawsze były to publikacje najnowsze. Dotyczy to głównie publikacji [10-15]. Habilitant nie zamieszcza takiego porównania w Autoreferacie. Opierając się na własnym rozeznaniu, zresztą nie w pełni przeprowadzonym ze względu na niemożliwość dokonania takiego rozeznania w krótkim czasie, uważam, że cytowania zawarte w publikacjach [1-9], które stanowią główny trzon Rozprawy, odzwierciedlają w znacznym stopniu aktualny stan wiedzy w zakresie tematyki przedstawionej przez Habilitanta, natomiast zamieszczone w publikacjach [10-15], nie odzwierciedlają tego stanu.

• Uważam, że do najważniejszych osiągnięć Habilitanta należą następujące osiągnięcia przedstawione w publikacjach [1-9]:

1. Poparta szczegółowymi rozważaniami teoretycznymi optymalizacja struktur półfalowych anten dipolowych ze względu na moc i fazę zasilania, tworzących ośmio-elementowy układ anten pracujący przy częstotliwości 1 GHz, której celem była maksymalizacja współczynnika absorpcji swoistej (SAR) w tkance rakowej piersi kobiecej, co umożliwia maksymalną akumulację ciepła w guzie (wzrost temperatury) przy małej wartości SAR w tkance zdrowej (mały wzrost temperatury).
2. Zaproponowanie i szczegółowa analiza teoretyczna właściwości terapeutycznych współosiowej wieloszczelinowej anteny mikrofalowej zasilanej ze źródła o częstotliwości 2,45 GHz, ze względu na przekazywanie energii elektromagnetycznej do obszarów nowotworowych: mózgu, piersi, nerek, wątroby i płuc, w celu wywołania wzrostu temperatury w tych obszarach do wartości terapeutycznej (ablacji) i zapewnienia niskiej temperatury w tkankach zdrowych.

3. Określenie optymalnych wartości mocy wejściowych, a także liczby szczelin i ich rozłożenia w antenie, w celu zapewnienia optymalnej terapii elektromagnetycznej tkanek nowotworowych w wymienionych przypadkach raka.

4. Koncepcja i szczegółowa analiza teoretyczna wielopalczastego aplikatora energii elektromagnetycznej o częstotliwości 500 kHz do tkanek organizmu. Celem tej analizy było określenie optymalnego napięcia źródła zasilania tego aplikatora, zapewniającego uzyskanie ablacji cieplnej na określonym poziomie

• **Uwagi krytyczne**

Analiza cyklu publikacji przedstawiona punkcie 2.1. recenzji wykazała, że artykuły [10-15], nie wnoszą istotnych informacji do stanu wiedzy będącego przedmiotem Rozprawy habilitacyjnej, ponadto niektóre wskazane publikacje mają wady formalne. Dlatego proponuję niebranie tych publikacji przy ocenie wartości z Rozprawy i oparcie tej oceny tylko na publikacjach [1-9].

3. Działalność dydaktyczna i naukowo-organizacyjna.

(1) Dr inż. Piotr Gas bierze i brał aktywny udział w dydaktyce.

- Przez wiele lat prowadził zajęcia: (i) Podstawy Elektrotechniki – wykład, ćwiczenia tablicowe, laboratoria; (ii) Elektrotechnika z Elektroniką - wykład, ćwiczenia tablicowe, laboratoria; (iii) Teoria Pola Elektromagnetycznego - ćwiczenia tablicowe; (iv) Teoria Obwodów - ćwiczenia tablicowe.

- Po doktoracie - promotor 5 prac inżynierskich i recenzent 5 prac inżynierskich.

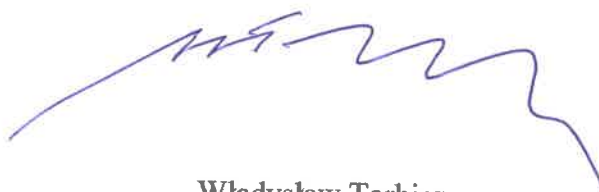
(2) Działalność organizacyjna.

- Udział w organizacji Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej.
- Członek Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej (2012–2016, 2016–2019).
- Członek Centrum Rekrutacji AGH (od 2019 roku)
- Członek Rady Wydziału EAIiIB (2018–2019)
- Członek Kolegium Wydziału EAIiIB (2019–2020)
- Członek Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika od 2019
- (przedstawiciel grupy nauczycieli akademickich nieposiadających stopnia naukowego doktora habilitowanego)
- Członek Komisji Dyplomowania Studentów na studiach pierwszego stopnia na kierunku
- Elektrotechnika (od 2020 roku).

4. Wnioski

Biorąc pod uwagę najważniejsze osiągnięcia naukowe dra Piotra Gasa, wymienione w punkcie 2.2. Recenzji, które zostały przedstawione w publikacjach [1-9] cyklu Rozprawy, oraz osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne Habilitanta, a także wymagania zawarte w Ustawie z dn. 20.07.2018 Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce stawiam wniosek o przyjęcie tej Rozprawy i dopuszczenie dra inż. Piotra Gasa do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Ponieważ publikacje [10-15] nie wnoszą istotnych informacji do stanu wiedzy będącej przedmiotem Rozprawy habilitacyjnej, a niektóre z nich mają wady formalne, więc proponuję wyłączenie tych publikacji przez Komisję Habilitacyjną, przy podejmowaniu decyzji o przyjęciu Rozprawy.



Władysław Torbicz