

Gliwice, 18.08.2022

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Rymarski  
Katedra Elektroniki, Elektrotechniki i Mikroelektroniki  
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki  
Politechnika Śląska w Gliwicach  
ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice

**Recenzja dorobku naukowego dr inż. Kaliny Anny Detka w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”**

**1. Wstęp**

Niniejsza recenzja została opracowana w oparciu o wymagania Art. 219 Ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dalej określanej jako Ustawa), z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. poz. 1668, 2018) ogłoszonej ze zmianami jako jednolity tekst ustawy w Dz. U. poz. 478, 16 marca 2021, dotyczącej kryteriów nadawania stopnia doktora habilitowanego. Art. 219 tej ustawy zawiera trzy warunki nadania stopnia doktora habilitowanego. W celu właściwej oceny dokumentacji złożonej przez Habilitantkę w odniesieniu do trzech przesłanek z Art. 219 posłużono się „Poradnikiem - Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego” z 20 maja 2021, wydanym przez Radę Doskonałości Naukowej (<https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-postepowania-dotyczace-nadawania-stopnia-doktora-habilitowanego.html>), określanym dalej jako PPDNSDH-RDN, oraz opracowaniem „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy” opublikowanym także przez Radę Doskonałości Naukowej w 2022 (<https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-recenzje-w-postepowaniach-o-awans-naukowy.html>), określanym dalej jako RPAN-RDN, Rozdział 3 „Opinie w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego”.

W pierwszej z tych publikacji, PPDNSDH-RDN, stwierdzono, że „katalog przesłanek warunkujących nadanie stopnia doktora habilitowanego ma charakter zamknięty, co oznacza, że nie może być on rozszerzany”. Równocześnie w PPDNSDH-RDN stwierdzono, że z drugiej przesłanki (Art. 219.2 Ustawy) „nie wynika, by przedłożone do oceny w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego mogły być jedynie osiągnięcia uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora. Tym samym, nie ma przeszkód formalnych, by przedmiotowej ocenie poddać rozprawę doktorską (jeżeli została ona opublikowana), czy też dorobek powstały przed nadaniem stopnia doktora.

Natomiast w drugiej z cytowanych publikacji RPAN-RDN stwierdzono: „na przedmiotową opinię nie powinna wpływać ... ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, czy też popularyzujących naukę”. Przedstawione w cytowanych publikacjach RDN podejście oparte na Art. 219 Ustawy, jest odmienne od uprzednio stosowanego, gdy rozdzielano „grubą kreską” dorobek przed doktoratem i po doktoracie, w recenzjach sprawdzając wręcz, czy brane pod uwagę publikacje nie wynikają wprost z doktoratu.

Przedstawiony przez Panią dr inż. Kalinę Annę Detka autoreferat spełnia dawne, szersze wymagania – rozdział dorobku przed i po doktoracie, omówienie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę. Równocześnie Habilitantka przedstawia do oceny swoje osiągnięcia po uzyskaniu stopnia doktora. Dlatego w niniejszej Recenzji wszystkie typy

działalności Habilitantki zostaną omówione, natomiast działalność organizacyjna, dydaktyczna i popularyzatorska nie będą wpływać na ostateczną ocenę dotyczącą nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymogami RDN odnoszącymi się jedynie do trzech przesłanek wskazanych w Art. 219 Ustawy (zgodnie z zaleceniami PPDNSDH-RDN i RPAN-RDN).

Przedstawiona dalej opinia została sporządzona w oparciu o dokumentację przedłożoną przez Habilitantkę w dniu 1 marca 2022 roku. Wykonanie tej recenzji zostało mi zlecone pismem Dziekana Wydziału Elektrycznego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, prof. dr hab. inż. Krzysztofa Góreckiego z dnia 21 lipca 2022 roku.

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego w postaci powiązanego tematycznie cyklu publikacji**

Podstawowym obszarem zainteresowań naukowych dr inż. Kaliny Anny Detka, zapoczątkowanym poprzez rozprawę doktorską (Akademia Morska w Gdyni, Wydział Elektryczny, 2015) pt.: „Modelowanie dławików na potrzeby elektrotermicznej analizy przetwornic dc-dc” są pomiary parametrów termicznych i strat w materiałach i elementach magnetycznych, opracowanie termicznych i elektrotermicznych modeli elementów magnetycznych, analiza wpływu parametrów termicznych elementów magnetycznych na własności przetwornic dc-dc (buck, boost, flyback).

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę postępowania habilitacyjnego, zgodnie z Art. 219, pkt 2.b Ustawy („2. posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej: b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B”) jest cykl 12 powiązanych tematycznie współautorskich publikacji, z czego 10 jest notowanych w bazie Journal Citation Reports - Web of Science Group, ze wskaźnikiem wpływu IF (podanym przez Habilitantkę 01.03.2022 z 2020 – bo dopiero obecnie podawane są IF z 2021) od 1.022 do 8.236. Wśród tych publikacji 3 są w najbardziej znaczących w elektronice czasopiśmie z serii IEEE Transactions, a 5 w wysoko punktowanym czasopiśmie MDPI Energies. Jedynie 2 publikacje są w materiałach pokonferencyjnych. Habilitantka jest 6 razy pierwszym autorem, 3 razy zidentyfikowanym (w 3 publikacjach nie można określić autora korespondencyjnego) autorem korespondencyjnym. Dziewięć z tych publikacji jest dwuautorskich, 2 są trójautorskie, 1 czteroautorska. W większości publikacji (oprócz A4) udział Habilitantki został podany jako równy podział na wszystkich współautorów. Należy stwierdzić, że do dokumentacji dołączone zostały oświadczenia wszystkich współautorów (oraz Habilitantki), potwierdzające podane udziały procentowe i ich udział merytoryczny w wykonanych pracach.

Habilitantka podkreśla, że do tej pory opublikowano stosunkowo małą liczbę prac poświęconych badaniom i analizie właściwości magnetycznych ze względu na trudność opisu nieliniowości zjawisk w nich występujących. Według Habilitantki ze strat w materiałach magnetycznych wynikających z pętli histerezy, prądów wirowych i tak zwanych strat pozostałych, dominującym źródłem strat dla wysokiej częstotliwości prądów magnesujących są straty histerezowe. W dalszych pracach Habilitantki brane jednak są pod uwagę inne zależności np. oparte na wzorze Bertottiego uwzględniające również straty na prądy wirowe,

co jest istotne np. dla materiałów ferrytowych MnZn o relatywnie niskiej rezystywności (czyli niepomijalnych strat na prądy wirowe). Habilitantka twierdzi, że wpływ na wielkość tych strat ma wartość i kształt amplitudy indukcji magnetycznej, częstotliwość prądu magnesującego i temperatura rdzenia, a producenci nie zawsze podają dane katalogowe uwzględniające te czynniki. Moim zdaniem problem wpływu temperatury jest niezwykle istotny np. dla rdzeni z materiałów ferrytowych, które mają niską temperaturę Curie. Habilitantka zwraca uwagę na zjawisko samonagrzewania i wzajemnych sprzężeń termicznych pomiędzy rdzeniem, a uzwojeniem. W mojej opinii jest to niezwykle istotny problem np. w przypadku rdzeni kubkowych ferrytowych, które mają bardzo ograniczone możliwości odprowadzania ciepła z uzwojenia. Habilitantka pisze o wpływie temperatury na obniżenie indukcji nasycenia rdzenia, jego przenikalności magnetycznej, a w rezultacie na obniżenie indukcyjności dławika, co przy zastosowaniu go w przetwornicach dc-dc dla trybu nieciągłego przepływu prądu przez dławik (Discontinuous Current Mode - DCM) prowadzi do zmiany współczynnika przetwarzania napięcia wejściowego i zmiany sprawności energetycznej. Habilitantka w celu scharakteryzowania dynamicznych zmian temperatury elementu magnetycznego stosuje skupiony model termiczny – opisywany przebiegiem temperatury w dziedzinie czasu Autoreferat-(1). Model termiczny elementu magnetycznego jest nieliniowy ze względu na nieliniowość zależności przejściowej impedancji termicznej od mocy wydzielanej na elemencie i jego temperatury. Natomiast większość dostępnych do tej pory modeli była liniowa lub odcinkami liniowa. Pomijano także wpływ kształtu sygnału pobudzającego na straty w rdzeniu dławika. Przedstawiane modele elektrotermiczne składają się z 3 komponentów – modelu elektrycznego, modelu generacji ciepła oraz modelu termicznego. Habilitantka sformułowała taki właśnie model i zweryfikowała go doświadczalnie w przetwornicach dc-dc typu buck i boost. Dwunastoletnie badania Habilitantki dotyczą wpływu zjawisk termicznych zachodzących w elementach magnetycznych na właściwości tych elementów oraz układów, w których je zastosowano. W ramach tych prac Habilitantka obroniła pracę doktorską o modelowaniu dławików na potrzeby elektrotermicznej analizy przetwornic dc-dc, była współautorem 52 publikacji naukowych, współautorem jednego patentu krajowego i jednego europejskiego oraz promotorem pomocniczym dwóch obronionych rozpraw doktorskich z tej tematyki.

W rozdziale 4.2 Habilitantka przedstawia swoje dokonania przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora, co w świetle zaleceń PPDNSDH-RDN również może być zaliczone do dorobku podlegającego ocenie w związku z postępowaniem habilitacyjnym. Jednak Habilitantka stara się wskazać na to, jak praca naukowa po doktoracie rozwinęła dokonania w nim prezentowane. Uproszczony w stosunku do obecnie prezentowanego przez Habilitantkę, model elektrotermiczny dławika oparty był na zmodyfikowanej (uwzględnienie temperatury Autoreferat-(4)) zależności Steinmetza Autoreferat-(3) na straty w rdzeniu. Przyjmowano, obecnie usunięte ograniczenia, że rezystancja termiczna rdzenia i uzwojeń są takie same i nie zależą od mocy wydzielanej w poszczególnych komponentach dławika. W pracy doktorskiej analizowano tylko jedno-uzwojeniowy dławik, przy czym rozmiary rdzenia i materiał magnetyczny nie były brane pod uwagę przy określaniu parametrów termicznych dławika.

W Rozdziale 4.2 przedstawiono modelowanie wpływu wybranych czynników na wyznaczenie strat mocy w materiałach magnetycznych. Omówiono publikację A10, gdzie przedstawiono modyfikację zależności Bertottiego i modelu Oliviera (zależności mocy strat w

rdzeniu od częstotliwości prądu magnesującego i amplitudy indukcji magnetycznej) uwzględniając wpływy temperatury. Te modyfikacje były wcześniej przedstawione we współautorskiej publikacji Habilitantki: *GÓRECKI K., ZARĘBSKI J., DETKA K., Application of the electrothermal average inductor model for analyses of boost converters, in: NAPIERALSKI A. (Ed.), Proceedings of 22nd International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems Mixdes 2015, Lodz, (2015), 417.* Weryfikację przedstawionego, zmodyfikowanego modelu dla trzech materiałów magnetycznych – taniego, (iron powder) materiału proszkowego żelaznego Material Mix -26 ( $\mu=75$ ,  $B_{sat}=1.38$  T,  $T_{Curie}=750^{\circ}\text{C}$ ,  $H_c=500$  A/m), ferrytowego MnZn F867 ( $\mu=2300$ ,  $B_{sat}(25^{\circ}\text{C})=510$  mT,  $B_{sat}(100^{\circ}\text{C})=390$  mT,  $\rho=6,5$   $\Omega\text{m}$ ,  $T_{Curie}>215^{\circ}\text{C}$ ,  $H_c=75$  A/m) i materiału nanokrystalicznego M-070 ( $\mu=20000$ ,  $B_{sat}=1.2$  T,  $\rho=115$   $\mu\Omega\text{cm}$ ,  $T_{Curie}=600^{\circ}\text{C}$ ,  $H_c=9$  A/m). Należy jednak zwrócić uwagę, że Material Mix -26 jest zalecany przez producenta jedynie dla częstotliwości prądu magnesującego  $f_{max}<50$  kHz (jeden z tańszych materiałów proszkowych żelaznych), materiał MnZn F867 ma relatywnie niską rezystancję w stosunku np. do materiałów ferrytowych NiZn, co powoduje wzrost strat od prądów wirowych, a materiał nanokrystaliczny M-070 ma bardzo wąską pętlę histerezy, czyli małe straty od histerezy, ale jego przenikalność spada dla częstotliwości magnesowania powyżej 100 kHz wg danych producenta (<https://feryster.com.pl/polski/nanoperm.php>). Habilitantka wykazuje, że straty na jednostkę objętości rdzenia w funkcji amplitudy indukcji magnetycznej w materiale Material Mix -26 są 200 razy większe niż dla F867 dla częstotliwości 100 kHz, co jest zgodne z zaleceniami producenta dla materiału proszkowego żelaznego (Micrometals,  $f_{max}<50$  kHz). W rezultacie badań uzyskano dobrą zgodność danych katalogowych rdzeni (zależność strat mocy w rdzeniu na jednostkę objętości w funkcji częstotliwości prądu magnesującego, amplitudy indukcji magnetycznej oraz temperatury) z wynikami obliczeń stosując zmodyfikowany model strat w rdzeniu. Natomiast wykazano, że podstawowy model Steinmetza przy obliczaniu wprowadza znacznie większe błędy.

W publikacjach A7 i A12 Habilitantka przedstawiła wpływ strat mocy w rdzeniu dławika na charakterystyki wybranych przetwornic dc-dc. W A7 zastosowano te same materiały na rdzenie (proszkowy żelazny -26, ferrytowy MnZn F867 i nanokrystaliczny M-070), co w A10. Dławiki z takimi rdzeniami umieszczono w przetwornicach dc-dc boost i buck. Do obliczenia strat mocy w rdzeniach posłużono się zmodyfikowanym modelem strat mocy w elementach indukcyjnych przedstawionym w A10. Pewnym zaskoczeniem są wykresy A7Fig. 7a, 7b, gdzie największe straty w przetwornicy boost w funkcji napięcia wejściowego występują w rdzeniu nanokrystalicznym (dla 50 kHz). Jednak spadek sprawności przetwornicy z rdzeniem nanokrystalicznym na A7Fig. 7b następuje powyżej pewnego napięcia wejściowego (około 20 V), czyli powyżej pewnej amplitudy prądu magnesującego. Rysunek A7Fig. 7a przedstawia straty mocy w przetwornicy boost dla relatywnie dużego prądu magnesującego (niskiej rezystancji obciążenia). Czy przy bardzo dużej przenikalności magnetycznej M-070 nie jest to rezultat wchodzenia w nasycenie rdzenia? Natomiast wykresy sprawności przetwornicy buck są zgodne z oczekiwaniem. Najwyższe straty w materiale nanokrystalicznym (RTN) w funkcji częstotliwości prądu magnesującego (Fig. 8a, 8b) występują powyżej 100 kHz, co zapewne wynika z charakterystyk producenta dławików z takim rdzeniem, gdy przenikalność magnetyczna materiału i stała rdzenia AL gwałtownie spadają powyżej 100 kHz. Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach (dr hab. Aleksandra

Kolano-Burian, prof. IMN) prowadził badania we współpracy z firmą Incom-Intec Zasilacze, Systemy Zasilania, Gliwice (dr inż. Ryszard Siurek) nad zwiększeniem sprawności przetwornic dc-dc poprzez zastosowanie rdzeni nanokrystalicznych. Z kolei założenie stałej indukcyjności  $L$  dla materiału Material Mix -26 może wprowadzać pewne niedokładności. W publikacji K. Bernacki, Z. Rymarski, Ł. Dyga: "Selecting the coil core powder material for the output filter of a voltage source inverter", *Electronic Letters* 2017 vol. 53 issue 15, pp. 1068-1069, DOI: 10.1049/el.2017.1534, zmierzono 20% zmianę nominalnej indukcyjności przykładowego dławika z rdzeniem z Material Mix -26 dla zmiany amplitudy podstawowej harmonicznej (50 Hz) natężenia pola magnetycznego o 600 A/m (dla częstotliwości prądu magnesującego 25600 Hz) pracującego w układzie falownika napięcia. Habilitantka zauważa, że wzrost strat mocy w rdzeniu w przetwornicy boost powoduje znaczne obniżenie napięcia wyjściowego w trybie CCM i wprowadza przetwornicę w niepożądany tryb DCM dla wyższych niż zakłada się prądów obciążenia (zwykle projektujemy przetwornicę impulsową dc-dc zapewniając ciągły przepływ prądu przez dławik dla nominalnego obciążenia). Habilitantka twierdzi, że straty w rdzeniu dławika gromadzącego energię w przetwornicy mogą przekraczać straty w elementach przełączających, co w przypadku wspólnie stosowanych elementów Si-MOSFET, SiC-MOSFET i GaN (np. w wersji Cascode Device Structure) jest w większości przypadków słuszne. Warto także przedyskutować różne charakterystyki sprawności dla przetwornic boost i buck. Czy nie wynika to z różnej wartości amplitudy przyrostu prądu dławika A7(8) i A7(9) dla obu tych przetwornic? W trybie CCM dla współczynnika  $d=0.5$ , dla idealnych elementów, w przetwornicy boost przyrost jest dwukrotnie większy niż w przetwornicy buck dla zadanych napięć nominalnych.

W publikacji A12 posłużono się uśrednionymi modelami elektrotermicznymi diody i tranzystora przełączającego (K. Górecki „A New Electrothermal Average Model of the Diode-Transistor Switch”, *Microelectronics Reliability* 2008, 48 (1) 51-58) oraz dławika dla wykazania wpływu strat w dławiku na charakterystyki przetwornicy dc-dc typu boost. Zastosowany model elektrotermiczny pozwala na obliczenie wzrostu temperatury rdzenia  $T_R$  i uzwojenia  $T_U$  powyżej temperatury otoczenia  $T_a$ . Do określenia tego wzrostu wykorzystuje się kompaktowy model cieplny, w którym kontrolowane źródła napięciowe  $E_{TU}$  i  $E_{TR}$  służą do obliczania wartości tych temperatur uwzględniając zjawisko samonagrzewania się rdzenia i uzwojenia oraz wzajemne oddziaływania termiczne między rdzeniem a uzwojeniem. Do obliczenia całkowitych strat mocy zastosowano uprzednio przedstawiany wzór, jednak uwzględniając trójkątny kształt prądu płynącego przez dławik (typowe dla przetwornic dc-dc). Na A12Fig. 4 przedstawiono zależność indukcyjności dławika od prądu przez niego płynącego. Te zależności są nieco zaskakujące, ponieważ w innych badaniach, przetwornic dc-ac, eksperymentalnych falowników napięcia, zmiany indukcyjności dławików w rdzeniem proszkowym żelaznym (RTP) były znaczne (np. Z. Rymarski: "Measuring the real parameters of single-phase voltage source inverters for UPS systems", *International Journal of Electronics* 2017, vol. 104 issue 6, pp. 1020-1033, DOI: 10.1080/00207217.2017.1279232, K. Bernacki, Z. Rymarski, Ł. Dyga: "Selecting the coil core powder material for the output filter of a voltage source inverter", *Electronic Letters* 2017 vol. 53 issue 15, pp. 1068-1069, DOI: 10.1049/el.2017.1534, Z. Rymarski, K. Bernacki, Ł. Dyga „Measuring the power conversion losses in voltage source inverters”, *Int. J. Electron. Commun. (AEÜ)* 124 (2020) 153359, doi: 10.1016/j.aeue.2020.153359). Zgodnie z oczekiwaniem najwyższą sprawność i

najniższą temperaturę rdzenia uzyskiwano dla rdzenia nanokrystalicznego (Fig. 5b, 5c), a najwyższą dla materiału proszkowego żelaznego. Na rysunku Fig. 5a można zobaczyć niepożądany efekt przechodzenia przetwornicy boost w tryb DCM dla rdzeni RTP i RTF.

W rozdziale 4.4 Habilitantka przedstawiła termiczne i elektrotermiczne modele elementów magnetycznych (dla programu SPICE). Pierwszy jest omówiony w A6 nieliniowy skupiony model termiczny transformatora, który uwzględnia zróżnicowanie temperatury pomiędzy komponentami (uzwojeniami i rdzeniem) transformatora, twierdząc, że różnice temperatur mogą sięgać 50°C (np. A6Fig. 11, pomiary i modelowanie rdzenia ferrytowego z dwoma uzwojeniami). W elementach transformatora występuje zjawisko samonagrzewania oraz sprzężenia termiczne pomiędzy każdą parą jego komponentów. Stąd wynika potrzeba stosowania nieliniowego modelu termicznego przedstawionego w A6. Do tej pory w literaturze (Wilson, P.; Ross, J.; Brown, A. *Simulation of magnetic component models in electric circuits including dynamic thermal effects. IEEE Trans. Power Electron.* 2002, 17, 55–65) nie uwzględniano zróżnicowania temperatur pomiędzy komponentami transformatora i stosowano przejściową impedancję termiczną charakteryzującą cały element stosując analogi liniowych elementów RC. Przedstawiony model zweryfikowano porównując obliczenia temperatury uzwojeń i rdzenia ze zmierzonymi dla jednoczesnego pobudzenia uzwojenia pierwotnego i wtórnego pojedynczym impulsem prostokątnym o zadanym czasie i mocy (A6Fig. 11) dla toroidalnego ferrytowego rdzenia. Uzyskano lepszą zgodność obliczeń dla proponowanego nieliniowego modelu niż dla opisanego wcześniej w literaturze modelu liniowego. Podobne badania przeprowadzono dla toroidalnych rdzeni z proszku żelaza i materiału nanokrystalicznego. W pracy A11 Habilitantka przedstawiła model dławika (SPICE), przeznaczony do dalszej analizy przetwornic dc-dc. Jest to ulepszony model z pracy doktorskiej Habilitantki. Przedstawiono nowy opis elektrotermicznego modelu induktora (EIM) zawierającego nieliniowy induktor i nieliniową szeregową rezystancję, której opis zmodyfikowano w stosunku do przedstawionego w K. Górecki and K. Detka, "The parameters estimations of the electrothermal model of inductors," *Informacije MIDEM*, vol. 45, no. 1, pp. 29–38, 2015. Podobnie jak poprzednio wzięto pod uwagę rdzenie ze sproszkowanego żelaza RTP, ferrytowy MnZn RTF i nanokrystaliczny RTN (odpowiednio Material Mix -26, M-070, F867). Przy analizie przetwornic brano pod uwagę model tranzystora Si\_MOSFET i diody impulsowej z K. Górecki and J. Zarębski, "Modeling Nonisothermal characteristics of switch-mode voltage regulators," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 23, no. 4, pp. 1848–1858, Jul. 2008. Na rys. A11Fig. 5 przedstawiono obliczone na podstawie prezentowanego modelu i zmierzone wartości indukcji dławików z 3 typami materiału rdzeni. Po raz kolejny pokazano stałość indukcji dławika z materiału proszkowego żelaznego w funkcji prądu magnesującego. Habilitantka uważa, że jest to związane z mniejszą przenikalnością magnetyczną materiału proszkowego żelaznego niż ferrytu lub materiału nanokrystalicznego. Następnie przedstawiono charakterystyki napięcia wyjściowego przetwornicy boost w funkcji współczynnika wypełnienia impulsów  $d$ , rezystancji obciążenia i częstotliwości przełączania (50 kHz i 400 kHz). Trzeba zwrócić uwagę, że częstotliwość prądu magnesującego 400 kHz przekracza zalecane przez producenta maksymalne częstotliwości dla materiału Material Mix -26 i dla M-070. Na rys. A11Fig. 7a przedstawiono charakterystyki współczynnika podwyższenia napięcia przez przetwornicę boost dla rdzeni dławików z trzech materiałów, przedstawiając obliczenia z zastosowaniem

nieliniowego modelu dławika EIM, modelu liniowego i pomiary dla częstotliwości przetwarzania 50 kHz, w funkcji rezystancji obciążenia. Cenna jest analiza zarówno stanu CCM jak i DCM. Model nieliniowy EIM pozwala na uniknięcie wykazania zbyt wysokiego napięcia na wyjściu przetwornicy w stosunku do pomiarów, jak to ma miejsce dla zastosowania modelu liniowego (liniowy i bezstratny dławik). Również graniczna wartość prądu obciążenia poniżej której przetwornica przechodzi w tryb DCM jest dokładniej wyznaczana stosując model nieliniowy. Model EIM może być także wykorzystany do wyznaczenia wartości temperatury rdzenia i uzwojenia dławika, a pośrednio do oceny niezawodności urządzenia w którym jest zastosowany.

W A4 Habilitantka przedstawiła model (podukład dla programu SPICE) dławika sprzężonego (o dowolnej liczbie uzwojeń, badano do trzech uzwojeń) uwzględniający wpływ częstotliwości, temperatury, składowej stałej prądu oraz strat mocy w rdzeniu ferromagnetycznym na parametry tego dławika. Model uwzględnia zależność indukcyjności własnej i wzajemnej od składowej stałej prądu, częstotliwości i temperatury otoczenia. Badano dławik, jak podano, DK3H-3352-204L-NK, firmy Schurter. Natomiast w obecnie dostępnym katalogu można znaleźć tylko DKIH-3352-204L-NK z serii DKIH-3 o nominalnej indukcyjności  $L=3 \times 3,1$  mH ([https://pl.schurter.com/en/datasheet/typ\\_DKIH-3.pdf](https://pl.schurter.com/en/datasheet/typ_DKIH-3.pdf)). Uzyskano dobrą zgodność pomiędzy wynikami pomiarów indukcyjności i obliczeń wykorzystujących przedstawiony model. Przykładowo, na rys. A4Fig. 8 przedstawiono zmierzone i obliczone (wykorzystując omawiany model dławika sprzężonego) zależności indukcyjności  $L_1$  pojedynczego uzwojenia, indukcyjności połączonych w szereg dwóch uzwojeń  $L_{12}$  i połączonych w szereg trzech uzwojeń  $L_{123}$  od stałego prądu magnesującego przy zmiennym prądzie wzbudzającym o częstotliwości 200 kHz. Uzyskano bardzo dobrą zbieżność pomiarów i obliczeń teoretycznych z wykorzystaniem modelu Habilitantki, jednak trudno ocenić ich zgodność z danymi katalogowymi, bo opis serii DK3H jest niedostępny.

Przydatność modelu Habilitantki wykazano stosując go w modelu przetwornicy flyback A4Fig. 12. Przedstawiono różnice A4Fig. 14a, 14b w czasowych przebiegach prądów drenu tranzystora Si-MOSFET dla zastosowania tradycyjnego modelu liniowego dławika i nieliniowego (z wykorzystaniem nieliniowej zależności  $L(i)$ ) proponowanego przez Habilitantkę. Wydaje się, że model nieliniowy wykazując nawet o 50% wyższy prąd drenu niż dla obliczeń z modelem liniowym (dla  $D=0.5$ ,  $f=200$  kHz) jest znacznie bardziej zbliżony do rzeczywistości, ale szkoda, że nie pokazano oscylogramów z modelu eksperymentalnego z zastosowanym dławikiem.

Kolejnym osiągnięciem Habilitantki było opracowanie elektrotermicznego modelu dławika sprzężonego (SPICE) w pracy A2 (uwzględniającego nieliniową zależność  $L(i)$  i zjawiska cieplne zachodzące w dławiku), który jest rozwinięciem modelu z A4 o dowolnej ilości uzwojeń. W nowym modelu uwzględniono dodatkowo zjawisko naskórkowości, zjawisko samonagrzewania oraz wzajemne sprzężenie termiczne pomiędzy komponentami dławika. Przedstawiono model o trzech uzwojeniach ze względu na czytelność opisu. Przedstawiony w A2 model pozwala na rozróżnienie temperatury rdzenia i uzwojeń. Na rysunku A2Fig. 9 przedstawiono pomiary i obliczenia indukcyjności tego samego dławika co w pracy A4 (DK3H-3352-204L-NK), w funkcji stałego prądu magnesującego i zmiennego pobudzenia 200 kHz, uzyskując dobrą zgodność pomiarów i symulacji. Na rysunku A2Fig. 14 przedstawiono pomiary i obliczenia temperatur uzwojeń i rdzenia w funkcji stałego prądu

magnesującego. Istotne jest pokazanie zarówno przyrostów temperatury, jak i pokazanie różnicy rzędu kilkudziesięciu stopni pomiędzy uzwojeniami, a rdzeniem dla prądu stałego 14 A. Natomiast dla małych prądów magnesujących, mniejszych od 6 A, temperatury uzwojeń i rdzenia są praktycznie takie same. Przedstawiony w A2 model zastosowano w symulacjach pracy przetwornicy boost analizując temperatury rdzenia i uzwojeń dławika w funkcji obciążenia przetwornicy. Analizowano także współczynnik podwyższenia napięcia wejściowego przetwornicy dla różnych połączeń trzech dławików. Przedstawiony w A2 model, w przeciwieństwie do modelu z A4 umożliwia wyznaczenie odrębnych temperatur uzwojeń i rdzenia dławika. Jak widać z przedstawionych przykładów ma to znaczenie dla większych prądów magnesujących.

Przedstawione wcześniej modele symulacyjne dławików musiały być zweryfikowane pomiarowo. Istnieje wiele metod pomiaru strat mocy w dławikach (w rdzeniach magnetycznych i uzwojeniach) (np. Rymarski, Z.; Bernacki, K.; Dyga, L. *Measuring the power conversion losses in voltage source inverters*, *AEU-International Journal Of Electronics And Communications* 2020, Volume124, Article Number153359, doi: 10.1016/j.aeue.2020.153359), jednak ujmowały one zarówno straty mocy w elementach przełączających jak i w dławiku. Pozwalały jednak na określenie indukcyjności dławika dla pracy w układzie falownika (np. K. Bernacki, Z. Rymarski, L. Dyga: "Selecting the coil core powder material for the output filter of a voltage source inverter", *Electronic Letters* 2017 vol. 53 issue 15, pp. 1068-1069, doi: 10.1049/el.2017.1534). Badania te wykazywały jednak zmienność indukcyjności dławików z rdzeniem z proszku żelaznego typu Material Mix -26 w funkcji natężenia zmiennego pola magnetycznego i stałość indukcyjności dławików z rdzeniem z proszków stopowych (np. Super MSS). Habilitantka stwierdza, że straty mocy związanej z uzwojeniem były już szeroko opisywane w literaturze, natomiast pomiary strat mocy w rdzeniu są przedmiotem jej badań. Opis metod badań pomiaru strat mocy w dławikach Habilitantka przedstawia w swoich wielu publikacjach. W pracy A3 Habilitantka zaproponowała dwie metody pomiaru strat mocy w rdzeniu ferromagnetycznym. Pierwsza z nich opiera się na pomiarze pętli histerezy dławika (metoda histerezowa). Druga wykorzystuje właściwości cieplne rdzenia magnetycznego (metoda termiczna). Pomiar w metodzie histerezowej przedstawionej przez Habilitantkę opiera się na zadawaniu napięciowego sinusoidalnego pobudzenia na dławik przez rezystor i pomiarze na jednym kanale oscyloskopu prądu dławika, a na drugim całki z napięcia na dławiku (stała układu całkującego RC musi być znacznie krótsza niż okres sinusoidalnego napięcia pobudzającego). Równocześnie pirometrem jest mierzona temperatura rdzenia. Natężenie pola magnetycznego w rdzeniu jest proporcjonalne do prądu dławika, a indukcja do całki z napięcia na dławiku (wtedy uzyskujemy strumień magnetyczny, który możemy przeliczyć na indukcję). Straty mocy wylicza się z pola histerezy i częstotliwości sygnału przełączającego. Takie przykładowe pomiary histerezy dławika z rdzeniem z materiału ferrytowego MnZn F2001 przedstawiono na rysunkach A3Fig. 8 i 9. Warto zwrócić uwagę, że materiał MnZn ma małą rezystancję i nadaje się do dalej przedstawionych pomiarów metodą termiczną. Pomiar temperatury wykazywał prawie jednakową temperaturę w całym rdzeniu dla amplitudy prądu magnesującego 1.8 A. Nowa metod termiczna wykonywana jest w trzech krokach. Pierwszy to podłączenie rdzenia do źródła napięcia stałego przez rezystor, a następnie pomiar prądu i napięcia na rdzeniu oraz temperatury rdzenia. W ten sposób wyznacza się rezystancję



termiczną rdzenia bazując na zmierzonej zależności temperatury rdzenia od mocy na nim wydzielanej. Drugi krok, to wymuszenie przepływu prądu przez uzwojenie, pomiar strat mocy na uzwojeniu i temperatury rdzenia. W ten sposób można wyznaczyć wzajemną rezystancję termiczną pomiędzy rdzeniem, a uzwojeniem. W trzecim kroku dławik jest włączany do przetwornicy boost. Mierzy się i rejestruje prąd i napięcie na dławiku (liczy się średnią moc wydzielaną na uzwojeniu dławika) oraz temperaturę rdzenia. Znając temperaturę otoczenia, temperaturę rdzenia, uprzednio wyliczone rezystancje termiczne, moc wydzielaną na uzwojeniu dławika, oblicza się straty w rdzeniu magnetycznym (wzór A3(9)). Na rysunku A3Fig. 12 przedstawiono porównanie pomiaru strat mocy w rdzeniu metodą histerezową i metodą termiczną uzyskując znaczne rozbieżności (metoda termiczna wykazuje dwa razy większe straty) zarówno w funkcji częstotliwości prądu magnesującego jak i maksymalnej indukcji w rdzeniu. Habilitantka wskazuje, że metoda termiczna jest znacznie bardziej wiarygodna przy pomiarach mocy strat w rdzeniu dławika, a metoda histerezowa wprowadza 200% błędy. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że stosując inny materiał rdzenia, np. ferryt NiZn o znacznie większej rezystancji, pomiar termiczny byłby utrudniony. Metoda pomiaru parametrów termicznych dławika przedstawiona w A5 jest praktycznie identyczna z metodą termiczną przedstawioną w A3, z tym, że pomiary są dokonywane ciągle, w funkcji czasu. Pozwala to na wyznaczenie impedancji termicznych A5(4), A4(5), A4(6) w funkcji czasu np. rysunki A5Fig. 6, A5Fig. 7 dla różnych typów rdzeni z materiałem ferrytowego MnZn F-867. W A2 przedstawiono układ zbliżony do układu do pomiarów termicznych (wymuszenie prądu stałego w dławiku), ale dodając do wymuszenia prądem stałym zmiennie-napięciowe pobudzenie z mostka RLC poprzez kondensator, blokując dodatkowym dławikiem przepływ prądu zmiennego przez źródło stałonapięciowe. Równocześnie kamerą termowizyjną mierzono temperaturę rdzenia. Przedstawiona w A2 metoda pomiarowa pozwoliła na wyznaczenie parametrów termicznych wszystkich uzwojeń i rdzenia dławika sprzężonego.

Habilitantka analizowała wpływ wybranych czynników na parametry termiczne elementów magnetycznych. W A5 analizowała wpływ rozmiaru i kształtu rdzenia dławika na jego parametry termiczne przy równych mocy wydzielanej w poszczególnych jego komponentach. Przykładowo zależność przejściowej impedancji termicznej dla różnego typu rdzeni, o różnych wymiarach, wykonanych z tego samego materiału ferrytowego MnZn F867 przedstawiono na rysunkach A5F6-12. Rezystancję termiczną rdzenia w funkcji mocy wydzielanej w rdzeniu przedstawiają rysunek A5F13, a rezystancję termiczną uzwojeń w funkcji mocy wydzielanej na uzwojeniach rysunek A5F14. Z przedstawionych badań Habilitantka wysnuwa, np. nieco zaskakujący wniosek, że zdolność do odprowadzania ciepła (w stanie ustalonym) rdzenia kubkowego maleje z jego wymiarami. Natomiast pojemność cieplna rdzenia kubkowego rośnie z jego wymiarami. Z badań przedstawionych w A1 wynika, że pojemność cieplna rdzeni zależy od rodzaju materiału z którego jest wykonany rdzeń oraz od jego kształtu i wymiarów.

W A8 Habilitantka przedstawiła uśredniony elektrotermiczny model dławika i elementów przełączających – tranzystora i diody w przetwornicy boost pracującej zarówno w trybie CCM jak i DCM na rysunku A8Fig. 7. Rysunek Fig. A8F11 przedstawia zależność, z której wynika, że dla wyższej częstotliwości przełączania rdzeń z proszku żelaznego ma niższą temperaturę. Początkowo wydaje się to nieco zaskakujące wobec podstawowych wzorów Steinmetza, czy Bertottiego, ale ze wzrostem częstotliwości przetwarzania maleją amplitudy

przyrostów prądu dławika (wzór A7(8) dla przetwornicy boost), a w rezultacie maleje amplituda indukcji magnetycznej. Zatem iloczyn  $A7(1) f^{\alpha} B_m^{\beta}$  może maleć z częstotliwością w tym przypadku, gdy  $B_m$  jest malejącą funkcją  $f$ . Oczywiście temperatura rdzenia maleje wraz ze wzrostem rezystancji obciążenia (przez rdzeń płynie mniejszy stały prąd magnesujący).

### **3. Ocena dorobku naukowego Habilitantki oraz osiągnięć w postaci uzyskanych patentów, kierowaniu lub uczestnictwie w projektach badawczych i dydaktycznych, odbytych stażach, członkostwie w międzynarodowych lub krajowych organizacjach, współpracy z otoczeniem gospodarczym**

Podsumowując działalność naukowo-badawczą po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantki (oddzielenie dorobku przed doktoratem według „Poradnika - Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego” wydanego 20 maja 2021 przez Radę Doskonałości Naukowej, nie jest obecnie istotne, lecz zostało wydzielone przez Habilitantkę) na podstawie cyklu 12 omówionych wcześniej publikacji (opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora), Habilitantka uzyskała, po uzyskaniu stopnia doktora, osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny „Automatyka, elektronika i elektrotechnika” w następujących zakresach:

1. Opracowanie i weryfikacja metod pomiaru parametrów termicznych dławików (w tym dławików sprzężonych), umożliwiających określenie przejściowej impedancji termicznej rdzenia dławika, jego uzwojeń i wzajemnej przejściowej impedancji termicznej pomiędzy uzwojeniami a rdzeniem oraz nowej metody pomiaru strat mocy wydzielanej w rdzeniu dławika.
2. Pomiar wpływu rozmiaru, kształtu i materiału rdzenia dławika na parametry termiczne dławika.
3. Opracowanie zależności analitycznych do obliczania parametrów termicznych i strat mocy w materiałach magnetycznych.
4. Opracowanie nieliniowych modeli termicznych i elektrotermicznych dławików (w tym sprzężonych) i transformatorów uwzględniających zróżnicowanie temperatury uzwojeń i rdzenia, zjawisko samonagrzewania i sprzężenia termiczne pomiędzy uzwojeniami i rdzeniem, biorąc pod uwagę materiał, rozmiary i kształt rdzenia.
5. Opracowanie ulepszonych zależności na wyznaczenie strat w materiałach magnetycznych.
6. Opracowanie uśrednionego modelu dławika uwzględniającego wpływ temperatury i częstotliwości na parametry rdzenia ferromagnetycznego
7. Modelowanie przetwornic dc-dc boost, buck i flyback uwzględniając liniowe, nieliniowe (skupione) i uśrednione elektrotermiczne modele dławika, tranzystora przełączającego oraz diody wraz z analizą porównawczą dokładności obliczeń.

Habilitantka jako swoje osiągnięcie naukowe przedstawiła cykl 12 powiązanych tematycznie artykułów, z których 10 było opublikowanych w czasopismach z listy JCR, o wysokim wskaźniku wpływu (Impact Factor - IF), w tym w trzech, moim zdaniem bardzo ważnych w dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika” czasopismach z serii IEEE Transactions on ..., o IF od 4.016 do 8.236 (w wykazie publikacji przedstawiono dane o IF dwóch z tych publikacji). Bardzo wysoko punktowane jest także czasopismo MDPI Energies o aktualnym IF = 3.252 (wrósł od czasu, gdy podawała go Habilitantka), gdzie Habilitantka umieściła 5 publikacji z przedstawionego cyklu. Habilitantka jest pierwszym

autorem w 6 artykułach z cyklu, w 6 drugim. Trzy razy jest wskazana jako autor korespondencyjny, ale w niektórych artykułach autor korespondencyjny nie jest wprost wskazany. Ten cykl 12 publikacji, z których 10 jest z listy JCR ma wg Habilitantki sumaryczny  $IF=36.036$  z dnia 01.03.2022 (ale  $IF$  niektórych czasopism się zmienił, np. wzrósł w przypadku pisma MDPI Energies). Udział procentowy Habilitantka podała jako wynikający z równego podziału na autorów (oprócz jednej publikacji A4), a współautorzy (i Habilitantka) precyzyjnie wskazali swoją rolę w tworzeniu artykułu (to jest wymagane i uwidocznione w samych publikacjach z wydawnictwa MDPI, np. Energies) i podpisali swoje udziały procentowe.

Habilitantka opublikowała w sumie 52 prace naukowe, z czego 19 przed uzyskaniem stopnia doktora (w tym 2 w czasopismach z listy JCR, o sumarycznym  $IF=4,493$ ). Po uzyskaniu stopnia doktora w latach 2015-2022 opublikowała 33 artykuły z czego 10 w czasopismach z listy JCR uzyskując sumaryczny  $IF=36.036$  (wg danych Habilitantki). Sumaryczna ilość punktów MEiN przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych wynosiła 290, a po uzyskaniu stopnia doktora 1830 wg Habilitantki, która nie podaje jednak jak przeliczano punkty za publikacje do 2017 (punktacja była znacząco niższa do 2017 roku). Jednak bez względu na sposób przeliczania, już cykl 12 publikacji ma 1340 punktów wg Habilitantki (wg mnie 1380 punktów, licząc 40 pkt. za A9 Journal of Physics: Conference series).

Trudno natomiast zaliczyć jako rozdziały w monografiach artykuły w wydaniach specjalnych czasopisma MDPI Energies. Publikacje te zostały zresztą zaliczone jako artykuły w znaczącym czasopiśmie i umieszczone w cyklu 12 powiązanych tematycznie artykułów.

Habilitantka podaje (01.03.2022), że w bazie WoS ma 23 artykuły, 139 cytowań, w tym 69 obcych, wskaźnik Hirscha  $h=8$ , w bazie Scopus 27 artykułów, 176 cytowań, w tym 90 obcych. W bazie Google Scholar 42 artykuły, 230 cytowań.

Należy oczekiwać wzrostu i tak wystarczających do uzyskania stopnia doktora habilitowanego parametrów bibliometrycznych, bo przykładowo, obecnie (17.08.2022) w najważniejszej bazie WoS ujęto 24 artykuły Habilitantki, ilość cytowań wynosi 155, w tym obcych 81, natomiast wskaźnik Hirscha równy 8 się nie zmienił.

Habilitantka przed uzyskaniem stopnia doktora prezentowała swoje prace na 4 międzynarodowych konferencjach (w Polsce) i dwóch krajowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka prezentowała prace na 3 konferencjach międzynarodowych za granicą i 8 konferencjach międzynarodowych w Polsce oraz 3 konferencjach krajowych.

Habilitantka była członkiem komitetów organizacyjnych jednej konferencji krajowej i jednej międzynarodowej w Polsce.

Habilitantka ma 2 przyznane patenty w okresie po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego – jeden krajowy, a drugi europejski.

Habilitantka wykonała 10 recenzji artykułów do czasopism z listy JCR, a w sumie 32 recenzje.

Habilitantka była promotorem pomocniczym dwóch obronionych już prac doktorskich.

Warto podkreślić, że Habilitantka była kierownikiem projektu finansowanego przez NCN Miniatura (217/2018). Była także wykonawcą w 4 innych grantach, w tym jednego z NCBiR i jednego z NCN.

Habilitantka spełniła wymogi 3 przesłanki do uzyskania tytułu doktora habilitowanego z Art. 219.3 „wykazuje się istotną aktywnością naukową ..... realizowaną więcej niż w jednej uczelni, instytucji naukowej....” odbywając 8 tygodniowy staż 2019/2020 w Instytucie Sterowania i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Warszawskiej pod opieką prof. dr hab. inż. Romana Barlika. Efektem realizacji stażu był wspólny artykuł naukowy opublikowany w MDPI Energies. Należy także zwrócić uwagę, że Habilitantka przed doktoratem pracowała 5 lat na innej uczelni.

Habilitantka jest redaktorem naczelnym Biuletynu Stowarzyszenia Elektryków Okrętowych od 2019.

Habilitantka jest kierownikiem jednego projektu dydaktycznego i wykonawcą, specjalistą lub koordynatorem w 4 pozostałych projektach dydaktycznych.

Habilitantka była przed uzyskaniem stopnia doktora kierownikiem jednego projektu wydziałowego, a po uzyskaniu stopnia doktora kierownikiem 9 uczelnianych projektów badawczych i wykonawcą w 2 uczelnianych projektach.

Habilitantka jest członkiem Poland Section IEEE i Stowarzyszenia Elektryków okrętowych.

Habilitantka współpracowała z firmą Pol-Spec-Tech-Service Z.o.o. przy projekcie „Metody i sposoby ochrony i obrony przed impulsami HPM” DOB-1-3/1/PS/2014 w latach 2018-2021. Pracowała także w firmie Truck and Cargo Software House w zakresie budowy portalu internetowego w latach 2006-2008. W latach 2009-2014 pracowała jako wykładowca w Pomorskiej Wyższej Szkole Nauk Stosowanych w Gdyni.

#### **4. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę i sztukę.**

W opracowaniu „*Recenzje w postępowaniach o awans naukowy*” opublikowanym przez Radę Doskonałości Naukowej w 2022 (<https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-recenzje-w-postepowaniach-o-awans-naukowy.html>), w Rozdziale 3 „*Opinie w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego*” stwierdzono: „*na przedmiotową opinię nie powinna wpływać ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, czy też popularyzujących naukę*”. Jednak bogaty dorobek Habilitantki w tych dziedzinach skłania do przedstawienia ich w recenzji, bez brania ich pod uwagę w końcowej ocenie dotyczącej spełnienia przez habilitantkę trzech przesłanek wynikających z Art. 219 ustawy.

Habilitantka była promotorem 4 obronionych prac magisterskich i 7 prac inżynierskich. Była współautorem jednego skryptu z metrologii, opracowała 3 wykłady, jedno zajęcia laboratoryjne i 2 projektowe. Prowadziła zajęcia z 11 przedmiotów na 2 uczelniach. Prowadziła także zajęcia dla uczniów szkół średnich. Pełniła funkcję członka Komisji ds. programu studiów I i II stopnia na swoim wydziale.

W ramach swojej działalności uzyskała nagrody Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej (2020) oraz Marszałka Województwa Pomorskiego (2014) oraz praktycznie coroczne nagrody Rektora Uniwersytetu Morskiego w Gdyni.

Habilitantka jest Zastępcą Kierownika Katedry Elektroniki Morskiej Uniwersytetu Morskiego w Gdyni od 2016 i pełni wiele innych funkcji na swojej uczelni i w Stowarzyszeniu Elektryków Okrętowych.

## 5. Ocena końcowa

Dokonałem oceny końcowej analizując spełnienie przez Habilitantkę wymagań Art. 219. Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dalej określanej jako Ustawa), z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. poz. 1668, 2018) ogłoszonej ze zmianami jako jednolity tekst ustawy w Dz. U. poz. 478, 16 marca 2021 dotyczącego kryteriów nadawania stopnia doktora habilitowanego.

Art. 219 tej ustawy zawiera 3 warunki nadania stopnia doktora habilitowanego. Równocześnie opieram się na „Poradniku - Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego” z 20 maja 2021, wydanym przez Radę Doskonałości Naukowej (<https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-postepowania-dotyczace-nadawania-stopnia-doktora-habilitowanego.html>), oraz opracowaniu „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy” opublikowanym także przez Radę Doskonałości Naukowej w 2022 (<https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-recenzje-w-postepowaniach-o-awans-naukowy.html>), Rozdział 3 „Opinie w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego”.

W pierwszej z tych publikacji, zaznaczono, że „katalog przesłanek warunkujących nadanie stopnia doktora habilitowanego ma charakter zamknięty, co oznacza, że nie może być on rozszerzany”. Autoreferat Habilitantki zawierał więc pewne nadmiarowe informacje, jak ścisły podział na dorobek przed uzyskaniem stopnia doktora i po, co w myśl cytowanego Poradnika RDN nie jest konieczne, oraz o nie braniu pod uwagę osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, czy popularyzatorskich.

W odniesieniu do Art. 219. 1. *Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: 1) posiada stopień doktora.*

Habilitantka posiada stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektronika (odpowiadającej obecnie dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika), nadany z wyróżnieniem przez Radę Wydziału Elektrycznego Akademii Morskiej w Gdyni dnia 29.06.2015, tytuł rozprawy doktorskiej „Modelowanie dławików na potrzeby elektrotermicznej analizy przetwornic dc-dc”.

Habilitantka w pełni spełnia wymogi Art. 219. 1.

W odniesieniu do Art. 219. 2. *Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:*

- a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
- b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
- c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;

Habilitantka przedstawiła cykl 12 powiązanych tematycznie artykułów naukowych, z których 10 jest opublikowanych w czasopismach z listy JCR, w tym trzech bardzo renomowanych w dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika” czasopismach: IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement (nr 7988 w komunikacie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021, 100 pkt.), IEEE Transactions on Industrial Electronics (nr 7983, 200 pkt.), IEEE Transactions on Power Electronics (nr 8009, 200 pkt.) oraz 5 w wysoko punktowanym piśmie MDPI Energies (nr 5673, 140 pkt), jeden w Material Science Poland (nr 13995, 70 pkt.), jeden w Microelectronics Reliability (nr 14346, 70 pkt.). 2 artykuły są w materiałach pokonferencyjnych, jeden w Journal of Physics: Conference Series (nr 24302, 40 pkt), drugi 2016 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 11 artykułów z cyklu jest *opublikowanych w czasopismach naukowych lub recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, ujętych w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b tej ustawy, przed dniem ogłoszenia tego wykazu*. Sumaryczna ilość punktów z komunikatu MEiN 1 grudnia 2021 wynosi wg mnie 1380, a sumaryczny IF= 36.06 wg Habilitantki w dniu składania wniosku (01.03.2022). Cykl tych artykułów został omówiony szczegółowo w rozdziale 2 niniejszej recenzji. 12 publikacji cyklu, zebranych w jedną całość, wskazuje na oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, dotyczącego modelowania (głównie elektrotermiczne modele nieliniowe) i pomiarów parametrów elektrotermicznych elementów magnetycznych głównie stosowanych w przetwornicach dc-dc (osiągnięcia Habilitantki dokładnie przedstawiono w rozdziale 3 recenzji), wnosząc znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”. Przedstawiony cykl publikacji jest aktualny i uwzględnia stan wiedzy na dzień rozpoczęcia postępowania (01.03.2022). Habilitantka udowodniła „powiązanie tematyczne” cyklu wskazanych publikacji poprzez jego dokładne omówienie i wykazanie tego powiązania w Autoreferacie. Wszystkie 12 prac jest współautorskich. Habilitantka jest pierwszym autorem w 6 artykułach z cyklu, w 6 drugim. 3 razy jest wskazana jako autor korespondencyjny. Udział procentowy Habilitantka podała jako wynikający z równego podziału na autorów (oprócz jednej czteroautorskiej publikacji A4). Habilitantka i współautorzy precyzyjnie wskazali na piśmie na swoją rolę w tworzeniu artykułu. Habilitantka wyodrębniła indywidualny, merytoryczny udział własny w powstaniu każdej pracy z cyklu. Stąd można wnioskować o wiodącej roli Habilitantki w najbardziej znaczących publikacjach z cyklu.

Przez to można dokonać oceny osobistych osiągnięć Habilitantki jako stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”, co jest podstawą do spełnienia wymagań Art. 219, pkt 2 Ustawy.

W odniesieniu do Art. 219. 3. *Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.*

Habilitantka wykazała istotną aktywność naukową pracując w Uniwersytecie Morskim w Gdyni. W sumie opublikowała 52 artykuły naukowe (stan na 01.03.2022), 19 przed uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego i 33 po uzyskaniu stopnia, z czego 12 jest w czasopismach z listy JCR, a 23 w bazie WoS (obecnie 24). Była kierownikiem uzyskanego grantu z NCN (Miniatura) i wykonawcą w 4 innych grantach, w tym jednego z NCBiR i

jednego z NCN. Była kierownikiem i wykonawcą w wielu projektach uczelniach oraz projektach dydaktycznych. Habilitantka prezentowała swoje prace na 3 konferencjach międzynarodowych za granicą i 8 konferencjach międzynarodowych w Polsce i 3 konferencjach krajowych. Jest redaktorem czasopisma branżowego. Jest współautorem 2 przyznanych patentów (krajowego i europejskiego). Wykonała 32 recenzje (do 01.03.2022) dla czasopism. Była w komitetach organizacyjnych 2 konferencji. Habilitantka była także pomocniczym promotorem w 2 przewodach doktorskich. Dokładnie przedstawiono osiągnięcia naukowe Habilitantki w rozdziale 3 recenzji.

Zgodnie z wymogami Art. 219. 3 Habilitantka odbyła staż (2019/2020) w Instytucie Sterowania i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Warszawskiej pod opieką prof. dr hab. inż. Romana Barlika. Efektem realizacji stażu był wspólny artykuł naukowy opublikowany w MDPI Energies dotyczący podstawowych zagadnień, którymi zajmuje się Habilitantka – modelowania i pomiarów dławików (w tym przypadku dławików sprzężonych). Habilitantka współpracowała także z Akademią Wojsk Lądowych we Wrocławiu, a wynikiem tej współpracy był artykuł dotyczący tworzenia nieliniowych modeli elektrotermicznych impulsowych transformatorów w MDPI Energies. Należy także zwrócić uwagę, że Habilitantka przed doktoratem pracowała przez 5 lat jako wykładowca na innej uczelni – Pomorskiej Wyższej Szkole Nauk Stosowanych. Habilitantka współpracowała z firmą Pol-Spec-Tech-Service Z.o.o przy projekcie „Metody i sposoby ochrony i obrony przed impulsami HPM” DOB-1-3/1/PS/2014 w latach 2018-2021. Pracowała także w firmie Truck and Cargo Software House w zakresie budowy portalu internetowego w latach 2006-2008. Moim zdaniem wyczerpuje to z nadmiarem wymagania Art. 219, punkt 3 omówione w *Poradniku - Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*” opublikowanym przez RDN, że wskazana w tym punkcie aktywność *dotyczyć może uzyskiwania w innej uczelni, instytucji naukowej czy instytucji kultury osiągnięć naukowych czy też tworzenia własnego dorobku naukowego. Z pojęcia tego nie powinno jednak wykluczać się innych form aktywności naukowej, przy czym podkreślenia wymaga, iż powinny być one realizowane w innych określonych podmiotach, nie zaś w podmiocie, w którym zatrudniona jest osoba ubiegająca się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Należy jednak mieć przy tym na uwadze, że omawiana aktywność, co wynika z literalnego brzmienia tego przepisu, musi być realizowana w co najmniej dwóch uczelniach, instytucjach naukowych lub instytucjach kultury. Z kolei, użyte sformułowanie „w szczególności zagranicznej” należy odnosić, jako przesłankę wartościującą aktywność naukową, nie zaś jako warunek konieczny jej spełnienia. Jednocześnie musi ona spełniać warunek istotności, który podlega dyskrecjonalnej ocenie podmiotu habilitującego, a uprzednio komisji habilitacyjnej. Zasadne może być przyjęcie, iż przy ocenie istotności aktywności naukowej należy ją odnosić do wpływu na uzyskanie osiągnięć, które stanowią znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.*

Podsumowując Habilitantka po stażu w Politechnice Warszawskiej, opublikowała artykuł A4 włączony do cyklu 12 artykułów dokumentujących osiągnięcia naukowe, a w rezultacie współpracy z Akademią Wojsk Lądowych we Wrocławiu opublikowała artykuł A6, także włączony do cyklu 12 artykułów.

W autoreferacie Habilitantki brak jest informacji o współpracy z zagranicznymi jednostkami naukowymi, jednak publikacje w światowych czasopismach o najwyższej

renomie (IEEE Transactions) i innych czasopismach o wysokim wskaźniku wpływu IF (np. MDPI Energies) oraz referaty ustnie prezentowane na międzynarodowych konferencjach w Dubaju i Portugalii (CPE-POWERENG 2018, 2020) i prezentowane w czasie sesji plakatowych (25 International Workshop on Thermal Investigations of ICs and Systems Therminic 2019) we Włoszech, świadczą o międzynarodowej rozpoznawalności Habilitantki w zakresie modelowania i pomiarów elementów magnetycznych stosowanych w przetwornicach dc-dc. W ramach swojej działalności Habilitantka uzyskała nagrody Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej (2020) oraz Marszałka Województwa Pomorskiego (2014) oraz praktycznie coroczne nagrody Rektora Uniwersytetu Morskiego w Gdyni.

Moim zdaniem Habilitantka spełnia całkowicie wszystkie wymagania Art. 219, pkt 3.

Habilitantka w autoreferacie przedstawiła także swoje znaczące osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę, omówione w rozdziale 4 recenzji. Jednak w ostatecznej opinii nie uwzględniono ich w świetle „Poradnika - Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego” (2021) oraz opracowania „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy” (2022) opublikowanych przez Radę Doskonałości Naukowej: „na przedmiotową opinię nie powinna wpływać ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, czy też popularyzujących naukę”.

Podsumowując ocenę stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr inż. Kaliny Anny Detka w postaci cyklu 12 powiązanych tematycznie publikacji wnoszą znaczący wkład do rozwoju prac nad pomiarami i tworzeniem modeli elektrotermicznych elementów magnetycznych stosowanych w przetwornicach dc-dc. Uważam że uzyskany przez Habilitantkę dorobek naukowy, wyrażony poprzez odpowiednie parametry bibliometryczne (omówione w rozdziale 3), spełnia wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych. Habilitantka odbywała staże i pracowała w innych podmiotach, niż ten w którym jest obecnie zatrudniona, a wynikiem jej współpracy z innymi ośrodkami były wysoko punktowane publikacje naukowe. Dzięki publikacjom w najbardziej znaczących światowych czasopismach z dyscypliny „Automatyka, elektronika i elektrotechnika” i referatom wygłaszanym na międzynarodowych konferencjach za granicą jest międzynarodowo rozpoznawalna.

**Tym samym stwierdzam, że spełnione są z naddatkiem wszystkie trzy wymagania Art. 219 obowiązującej Ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. poz. 1668, 2018) ogłoszonej ze zmianami jako jednolity tekst ustawy w Dz. U. poz. 478, 16 marca 2021 dotyczącej kryteriów nadawania stopnia doktora habilitowanego i wnoszę o nadanie dr inż. Kalinie Annie Detka stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”.**

Zbigniew Rymarski

Zbigniew Rymarski  
18.08.2022