

Łódź, 7 lutego 2022

dr hab. inż. Maciej Sibiński, prof. uczelni  
Politechnika Łódzka  
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki  
Katedra Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych  
ul. Wólczańska 211/215  
90-924 Łódź

tel.: 42 631 28 64  
email: maciej.sibinski@p.lodz.pl

**Ocena dorobku naukowego w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż.  
Przemysława Ptaka  
w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i  
elektrotechnika**

wykonana w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej,  
z dnia 29 listopada 2021 r,  
na zamówienie Dziekana Wydziału Elektrycznego  
Uniwersytetu Morskiego w Gdyni z dn. 16 grudnia 2021 r.

**1. Podstawa formalna**

Podstawą oceny dorobku naukowego i pozostałych dokonań Habilitanta jest Uchwała Rady Naukowej Wydziału Elektrycznego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni nr 18/2021 z dn 16.12.2021 w sprawie powołania Komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Przemysławowi Piotrowi Ptakowi.

Opinię sporządzono m. in. na podstawie następujących dokumentów:

- a) Osiągnięcie naukowe pt.: „Badanie wpływu wybranych procesów montażu i zjawisk cieplnych na parametry elektryczne, termiczne i optyczne komponentów półprzewodnikowych źródeł światła” w postaci cyklu 16 publikacji powiązanych tematycznie;
- b) Autoreferat w języku polskim;
- c) Wykaz pozostałych osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład Habilitanta w rozwój określonej dyscypliny;
- d) Oświadczenia współautorów o ich wkładzie do prac współautorskich;
- e) Wykaz parametrów bibliometrycznych Habilitanta.

Wydział Elektryczny  
Uniwersytetu Morskiego w Gdyni

Pismo wpłynęło

2022-02-14

data

podpis



## 2. Życiorys naukowy habilitanta.

Dr inż. Przemysław Ptak jest absolwentem Akademii Morskiej w Gdyni, gdzie w roku 2010 ukończył studia inżynierskie a następnie w roku 2012 studia magisterskie na kierunku Elektronika i Telekomunikacja w specjalności Sieci Teleinformatyczne. W trakcie studiów drugiego stopnia dr Przemysław Ptak ukończył dodatkowo studia podyplomowe w zakresie Elektronicznych Elementów i Układów Mocy.

Następnie w latach 2013 – 2017 odbył studia doktoranckie na macierzystej uczelni, zakończone obroną rozprawy doktorskiej zatytułowanej: „Modelowanie wpływu zjawisk cieplnych na właściwości elektryczne i optyczne półprzewodnikowych źródeł światła stosowanych w technice oświetleniowej”. Po obronie pracy doktorskiej zatrudniony został na stanowisku adiunkta w Katedrze Elektroniki Morskiej, na Wydziale Elektrycznym Uniwersytetu Morskiego w Gdyni. W roku 2019 ukończył studia podyplomowe w zakresie Programowania Urządzeń Mobilnych, prowadzone na UMG a w roku 2020 zatrudniony został na stanowisku profesora uczelni.

Przez cały okres swojej aktywności zawodowej Habilitant podnosił swoje kompetencje naukowe i zawodowe między innymi poprzez udział w pracach i projektach badawczych, praktykę zawodową oraz udział i organizację konferencji naukowych.

## 3. Ocena cyklu publikacji powiązanych tematycznie, stanowiących podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Przedstawiony do oceny monotematyczny cykl publikacji składa się z 16 współautorskich publikacji w czasopismach krajowych i międzynarodowych przy udziale Autora w zakresie 15%-50%. W dwóch przypadkach Habilitant został wymieniony jako pierwszy autor. Wszystkie prace cyklu zostały opublikowane w czasopismach recenzowanych, notowanych w bazie WoS Core Collection z impact factorem w zakresie od 0,875 do 5,076, co stanowi wysoką wartość dla dziedziny nauk technicznych.

Pierwszym poruszonym przez Habilitanta wątkiem badawczym jest opracowanie nowych metod pomiarowych parametrów cieplnych i optycznych diod LED, które posłużyć mają do weryfikacji wyników prowadzonych eksperymentów. Punkt ten jest istotnym elementem opisu osiągnięcia habilitanta, prezentującym metodykę jego badań oraz autorski wkład w postaci opracowania nowych układów i procedur pomiarowych, przeznaczonych do badania różnych parametrów i aspektów pracy diod LED. Do opisu tej metodologii Autor posłużył się odniesieniami do aż pięciu publikacji cyklu monotematycznego ([A1], [A2], [A3], [A13], [A15]). W tym obszarze Autor zawarł przekonujące uzasadnienie przyczyn opracowania nowych metod pomiarowych jak również wykazał jednoznacznie ich skuteczność.

Niestety należy zauważyć, że publikacja [A2], New dynamic electro-thermo-optical model of power LEDs, (2018), jest bezpośrednią kontynuacją pracy

M. Ptak

doktorskiej oraz została częściowo oparta na wynikach zaprezentowanych w tejże pracy i jej rozpatrywanie w ocenie cyklu jest wątpliwe. W szczególności wyniki pomiarów i symulacji parametrów diod XML, XPE oraz MCE prezentowane na Fig. 3 i Fig. 4 zostały opisane i zobrazowane w pracy doktorskiej odpowiednio na Rys. 7.6 oraz 7.8, natomiast podsumowanie artykułu (Fig 7-8) wykorzystuje wyniki omówione i zaprezentowane na Rys 7.11 oraz 7.13 pracy doktorskiej Autora.

Publikacja [A3] dotyczy prezentacji opracowanej metody pomiaru przejściowej impedancji termicznej diody LED na podstawie badania jej charakterystyk w zakresie przewodzenia oraz przebicia. Autor zaproponował aplikację sprzętową, właściwą do praktycznego wykorzystania wprowadzonej metody. Praca zawiera również dyskusję wyników na temat dokładności uzyskiwanych pomiarów w zależności od mocy wydzielanych na badanych przyrządach, która pomaga określić właściwe warunki badania elementów LED w kolejnych eksperymentach. Metodę pomiaru parametrów termicznych badanych diod LED Autor przedstawił w pracy [A15]. Opracowana metoda została porównana do komercyjnie dostępnego układu T3Ster wykazując wysoką dokładność pomiarową.

Prace [A1] oraz [A13] poświęcone zostały opisowi uniwersalnego układu pomiarowego, konstrukcji Autora, umożliwiającego jednoczesny pomiar parametrów termicznych i optycznych modułu LED. Jest to ważne osiągnięcie umożliwiające dalsze prowadzenie eksperymentów badawczych. Wreszcie w pracy [A13], poświęconej zarówno opisowi układu pomiarowego jak i uzyskanym z jego pomocą wynikom, przedstawiono budowę stanowiska do pomiaru wzajemnych przejściowych impedancji termicznych diod LED pracujących na wspólnym podłożu. W opisie tej pracy zamieszczonym na w podsumowaniu punktu 4.3 autoreferatu znajduje się błąd. Autor stwierdza:

*Zwiększenie odległości pomiędzy diodami pracującymi na wspólnym podłożu powoduje zmniejszenie wartości wzajemnej rezystancji termicznej i wydłużenie czasu niezbędnego do uzyskania stanu termicznie ustalonego.*

Takie stwierdzenie wydaje się mocno kontrowersyjne. Prawdopodobnie Autorowi chodziło o zmniejszenie wpływu poszczególnych elementów na siebie oraz zwiększenie wzajemnej rezystancji termicznej.

Poza wspomnianymi usterkami można stwierdzić, że wątek poświęcony zaprojektowaniu, przygotowaniu i przetestowaniu układów pomiarowych przeznaczanych do badania wybranych parametrów diod LED mocy potwierdza dobrą znajomość zagadnień pomiarowych oraz sprawność warsztatowa Habilitanta. Jego umieszczenie w cyklu osiągnięć Autora, choć niekonieczne w opinii recenzenta pomaga ocenić indywidualny wkład w zakres prowadzonych badań.

Drugim głównym polem badawczym Autora jest wyznaczenie wpływu wybranych czynników na parametry cieplne diod i modułów LED. Wyniki opisane w tak zatytułowanym punkcie autoreferatu a w szczególności rezultaty wykonanych eksperymentów nawiązują bezpośrednio do tematu

zaprezentowanego cyklu monotematycznego i stanowią główne osiągnięcie Habilitanta.

Pierwsza część badań (prace [A7] i [A11]) dotyczy wpływu zastosowania i parametrów tzw. „pada termicznego” na chłodzenie diody LED w trakcie jej pracy i w konsekwencji na poprawę jej podstawowych parametrów roboczych. Część badań opisana w pracy [A11] pozwoliła na sformułowanie ciekawych wyników dotyczących zmiany wybranych parametrów elektrycznych i optycznych dwóch typów diody LED (XPLAWT oraz MC), zamontowanych na płytce drukowanej z rdzeniem metalowym (MCPCB) w zależności od wykorzystania pada termicznego. Do tego celu skonstruowano specjalistyczny układ pomiarowy z możliwością kontroli temperatury. W wyniku tych prac Habilitant wykazał pozytywny wpływ wykorzystania padów termicznych na uzyskane parametry elektryczne i optyczne badanych elementów. Szkoda jednak, że Autor nie odniósł się do przeciwstawnych tendencji występujących w obu badanych przyrządach w zakresie zmiany wartości napięcia przewodzenia diody  $\Delta V_D$  oraz zmiany wartości gęstości mocy optycznej  $\Delta E_e$ . Komentarza na temat tych sprzecznych tendencji zabrakło również w przedstawionej pracy [A11].

Następnym, zaprezentowanym etapem badań (praca [A7]) było określenie wpływu typu i powierzchni zastosowanego pada termicznego na parametry robocze diod mocy LED. Pewnym mankamentem przedstawionego ciągu rozumowania jest fakt, że do badań tych wykorzystano inny typ diody (XRE) niż elementy badane w pracy [A11], co pozwoliłoby na pełniejszy obraz prezentowanego zagadnienia. Warunki prowadzonych pomiarów były również inne niż w przypadku omawianej wcześniej pracy [A11], zaś jako podłoże wykorzystano standardowy laminat epoksydowy wzmacniany włóknem szklanym FR4 oraz ponownie podłoże z metalowym rdzeniem MCPCB. Procedurę tę można rozumieć jako próbę przebadania elementów LED w ich rzeczywistych warunkach eksploatacji. Zgodnie z oczekiwaniami potwierdzono spadek przejściowej rezystancji termicznej w przypadku poprawy chłodzenia w wyniku zastosowania pada termicznego o większej powierzchni oraz płytki z rdzeniem metalowym. Konsekwentnie w omawianej pracy wykazano również poprawę parametrów optoelektrycznych badanych przyrządów a w szczególności i sprawności optycznej wraz ze wzrostem wydajności systemu odprowadzania ciepła.

Bezpośrednio związana z przedstawionym tematem osiągnięcia Habilitanta jest praca [A1], dotycząca wpływu sposobu lutowania diod LED na ich parametry termiczne. W pracy tej – chronologicznie najstarszej w cyklu Habilitant posłużył się zestawem 8 diod LED typu LXM3-PW71-1111, przylutowanych do płytki PCB z rdzeniem aluminiowym za pomocy dwóch różnych rodzajów pasty lutowniczej. Jednocześnie w systemie odprowadzania ciepła wykorzystano radiatory o jednakowej powierzchni dokręcone z kontrolowanym naciskiem o wybranych wartościach. W wyniku eksperymentu przebadano jakość wykonanych połączeń lutowanych metodą XRD a następnie określono wpływ parametrów materiałowych i procesu lutowania na wielkość przejściowej impedancji termicznej. W części poświęconej dyskusji wyników Autor podjął się bardzo trudnej roli oceny wpływu

wszystkich badanych czynników na wielkość przejściowej impedancji termicznej oraz związaną z odprowadzaniem ciepła sprawność optyczną diod LED. Badanie to dało cenne, oryginalne wyniki, jednak ze względu na szeroki zakres poruszanego tematu nie uwzględniło wszystkich możliwych wariantów (np. zmiana siły docisku w przypadku modułów T1-T3 oraz T5) a także nie było przeprowadzone dla odpowiedniej próby statystycznej. Brakuje również wyników dotyczących rozrzutów mierzonych wielkości dla pełnego kompletu próbek.

Kolejną prezentowaną pracę [A4], opublikowaną w czasopiśmie: IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, PACKAGING AND MANUFACTURING TECHNOLOGY Habilitant poświęcił badaniu wpływu parametrów profilu lutowniczego w procesie lutowania rozpliwowego oraz lutowania w parach gazów na pokrycie padów lutowniczych oraz pośrednio na wielkości uzyskanych przejściowych impedancji termicznych. Należy zaznaczyć, że badania dotyczące np. zmian przebiegu profilu lutowniczego w procesie lutowania rozpliwowego dają wyniki istotne jedynie dla określonego typu pasty lutowniczej, jednak Autor w omawianej pracy posłużył się wysokiej jakości, lecz również popularną pastą OM340 z zawartością bizmutu, zgodną z aktualnie obowiązującą dyrektywą RoHS. Dla pasty tej wykorzystał skrócony wariant profilu lutowniczego zalecany przez producenta w karcie katalogowej (HIGH SOAK) z temperaturą maksymalną 244°C. Analogicznie w procesie lutowania w parach cieczy wykorzystano profil ze skróconą fazą rozpliwu o temperaturze maksymalnej 226°C. Prowadząc analizę wyników uzyskanych za pomocą wcześniej opisanych metod pomiarowych Autor wykazał przewagę procesu lutowania rozpliwowego nad lutowaniem w parach nasyconych ze względu na niższe wartości uzyskanej impedancji termicznej i w konsekwencji niższą temperaturę roboczą przyrządów przylutowanych w procesie rozpliwowym. Można to częściowo wyjaśnić lepszym dopasowaniem profilu lutowniczego, zrealizowanego w procesie lutowania rozpliwowego do profilu zalecanego przez producenta pasty (w pracy brak jest takiej analizy), jednak co ciekawe z analizy przedstawionych w pracy [A4] rezultatów wynika również, że wyższe procentowe pokrycie powierzchni padów lutowniczych uzyskano w procesie prowadzonym w parach nasyconych cieczy. Uzyskanie mimo to gorszych parametrów odprowadzania ciepła jest przez Autora wyjaśnione występowaniem pustych przestrzeni (inkluzji) na powierzchniach lutowanych, jednak dokładniejsza analiza tego zjawiska byłaby wskazana.

Problem jakości wykonanych połączeń i jej wpływu na parametry termiczne diod LED habilitant porusza w kolejnej omawianej pracy, którą jest artykuł [A8]. W pracy tej badano wpływ budowy pasty lutowniczej na jakość otrzymanych połączeń lutowanych do płytki alundowej z naniesionymi polami kontaktowymi Ni/Au. Do badań użyto standardowej pasty lutowniczej SACX0307 (Sn99Ag0.3Cu0.7) z dodatkiem TiO<sub>2</sub> o różnej gramaturze. Badaniom poddano zarówno powierzchnię uzyskanych połączeń lutowanych jak również parametry przyłączonych w ten sposób diod LED. Proces lutowania rozpliwowego przeprowadzono w otoczeniu powietrza i jedynie przy pomocy jednego profilu temperaturowego. Jest to

M. B. 2

zrozumiałe ze względu na tematykę artykułu, jednak pozostawia pewien niedosyt w świetle prezentowanych wyników pracy [A4].

Dzięki tym eksperymentom otrzymano częściowo uzupełnienie wiedzy uzyskanej w badaniach opisanych w pracy [A4]. Na podstawie wyników można stwierdzić, że dodatek TiO<sub>2</sub> pomimo potencjału obniżenia rezystancji termicznej i elektrycznej połączeń nie wpływa znacząco na poprawę badanych parametrów optycznych a w niektórych przypadkach może przyczynić się nawet do znacznego ich obniżenia (o 12% skuteczności świetlnej). Wyniki te są interpretowane przez Autora na drodze analizy strukturalnej SEM uzyskanych warstw, jednak ostateczna interpretacja zmiany parametru  $\eta_F$  nie została przedstawiona.

Pogłębioną analizę wpływu wykorzystywanych profili lutowniczych na parametry elektryczne, optyczne i termiczne zestawu LED prezentuje dopiero praca [A12]. W pracy tej wykorzystano zestaw diod mocy typu XMLBWT-02-0000-000HT20E7, przylutowanych do płytki drukowanej z rdzeniem metalowym. W pracy wykorzystano trzy różne rodzaje pasty lutowniczej (standardową n99Ag0.3Cu0.7, oraz wariant wzbogacony o dodatek TiO<sub>2</sub> 200nm oraz TiO<sub>2</sub> 20nm) oraz dwa różne profile temperaturowe realizowane w piecu wsadowym oraz w piecu tunelowym. Ponownie uzyskane wyniki nie są jednoznaczne. Zarówno rezystancja termiczna jak i elektryczna połączeń wykonanych w piecu tunelowym posiadają niższe wartości, jednak nie przekłada się to bezpośrednio na wartość skuteczności świetlnej. Dodatkowo analizę utrudniają różne wartości rozrzutów parametrów w obu porównywanych przypadkach. Wyjaśnienia, zgodnie z uzasadnieniem Autora można poszukiwać ponownie w jakości wykonanych połączeń a w szczególności w procentowej zawartości pustych inkluzji, jednak dla wyciągnięcia uprawnionych wniosków należałoby przedstawić analizę zliczeniową powierzchni takich artefaktów na zdjęciach cyfrowych próby reprezentatywnej połączeń wykonanych w każdej z badanych technologii, czego Autor nie zamieścił w prezentowanym artykule. Dodatkowo interesujące byłoby wykorzystanie również standardowego podłoża FR4 w celach porównawczych do wcześniej otrzymanych wyników. Tym niemniej omawiany artykuł przedstawia pierwszą tego rodzaju próbę kompleksowej oceny wpływu różnych parametrów produkcyjnych na jakość wykonywanych układów LED.

Najnowsza chronologicznie praca [A16] stanowi kontynuację i uzupełnienie omawianych badań o analizę wpływu dodatku do past lutowniczych nanocząstek ZnO zamiast badanych wcześniej cząstek TiO<sub>2</sub>. W szczególności ocenie poddano skutek zastosowania ZnO dla zwilżalności pól lutowniczych, wytrzymałości uzyskanych połączeń, oraz ich jakości strukturalnej. Jako elementów badanych użyto analogicznego jak w pracy [A8] zestawu diod LED produkcji CREE, oraz pasty lutowniczej, jednak tym razem wykorzystano wyłącznie laminat FR4. Autor potwierdził pogarszanie się zwilżalności wraz ze zmniejszaniem się rozmiarów nanocząstek dodatku ZnO, co jest zgodne z doniesieniami innych zespołów naukowych. Analogicznie jak w przypadku TiO<sub>2</sub> dla mniejszych rozmiarów nanocząstek wystąpiła większa ilość defektów strukturalnych wewnątrz połączeń lutowanych. Niestety jednak podobnie jak w przypadku pracy [A8] trudno wykazać

jednoznaczną tendencję dotyczącą zmian rezystancji elektrycznej połączeń a tym bardziej rezystancji termicznej i skuteczności świetlnej. Wątpliwości budzi także zamieszczone przez Autora częściowo sprzeczne z cytowanymi pracami podsumowanie części technologicznej, zawarte na str 36 Autoreferatu w którym stwierdza:

*Wykazano, że dodatek wzmacniający w postaci dwutlenku tytanu TiO<sub>2</sub> o średnicy cząstek pierwotnych równych 20 nm polepsza parametry termiczne i optyczne, natomiast zastosowanie dodatku wzmacniającego w postaci tlenku cynku ZnO pogarsza parametry termiczne i optyczne badanych diod LED [A8, A12, A16];*

Tymczasem w podsumowaniu pracy [A8] na której bazuje powyższy wniosek Autor stwierdził: - wpływ TiO<sub>2</sub> musi być dalej badany dla wyciągnięcia konkretnych wniosków a w artykule [A16] (podsumowanie): ZnO jest obiecującym kandydatem jako dodatek do past.

Pomimo wskazanych uwag krytycznych wątek eksperymentalny pracy uważam za najcenniejszy wkład Autora w ramach ocenianego cyklu, który pozwolił na wyciągnięcie ważnych i uprawnionych wniosków odnośnie metod i warunków lutowania oraz umieszczenia i rozmiarów padów termicznych na pracę zarówno pojedynczych diod LED jak i matryc diodowych w warunkach rzeczywistych. W ramach tego obszaru Habilitant wykazał swoją umiejętność przygotowania i organizacji badań jak również zdolność interdyscyplinarnej współpracy naukowej.

Trzecim nurtem prac Habilitanta, opisanym w punkcie 4.5 autoreferatu jest opracowanie nowych modeli wielodomenowych dla diod LED mocy, uwzględniających jednocześnie zachodzące w nich zjawiska termiczne, elektryczne i optyczne. Wątek ten nie jest bezpośrednio związany z przedstawionym tematem osiągnięcia naukowego, jednak może stanowić jego uzupełnienie na podstawie uzyskanych wyników pomiarowych. W swoich badaniach Autor skupił się głównie na opracowaniu modeli dla diod LED mocy emitujących światło białe, co jest zgodne z profilem zaprezentowanych prac eksperymentalnych.

Pierwszym prezentowanym osiągnięciem Autora w tym nurcie badań, jest zaprojektowanie i weryfikacja obwodowego modelu ETO diody LED przeznaczonego dla popularnego środowiska SPICE, opisane w pracy [A2]. Model ten został przetestowany praktycznie na drodze weryfikacji eksperymentalnej dla trzech typów diody: XMLBWT-00-0000-000LT40E4, XPEWHT-01-0000-00ED2, oraz MCE4WT-A2-0000-JE5, których producentem jest CREE LIGHTNING. Jak już wspomniano ocena części pomiarowo-eksperymentalnej tej pracy w ramach osiągnięcia Habilitanta jest wątpliwa ze względu na częściowe wykorzystanie wyników publikowanych w ramach rozprawy doktorskiej Autora, tym niemniej warto zwrócić uwagę na wybrane elementy symulacyjne przedstawionego artykułu. W większości przedstawionych przypadków uzyskano wysoką zgodność wyników symulacyjnych z pomiarowymi jednakże najwyższe błędy

niedopasowania modelu wystąpiły dla wartości optycznych w przypadku małych wartości prądów przewodzenia diod LED. W tym zakresie pomierzone wartości sprawności optycznej mają wielkości o nawet 20% mniejsze niż otrzymane wyniki symulacyjne (praca [A2], rys 6). Trudno występujący błąd wytłumaczyć wzrastającą niedokładnością pomiaru radiometrycznego dla małych zakresów prądu przewodzenia diody ze względu na wyraźną tendencję uzyskiwanych wyników. Jest to również niezgodne z oczekiwaniami jako, że w zakresie niższych temperatur sprawność optyczna wzrasta i jako takie wymaga komentarza.

Następnym etapem tych prac było badanie symulacyjne i pomiary diod białych oraz kolorowych zgodnie ze standardem przemysłowym T3Ster® autorstwa Siemens A.G, przeznaczonym do wyznaczania przejściowej charakterystyki cieplnej urządzeń półprzewodnikowych (diod, tranzystorów bipolarnych, tranzystorów MOSFET mocy, IGBT oraz diod LED wysokiej mocy). Wyniki tych prac prezentują artykuły [A5] oraz [A10]. W artykule [A5] przedstawiono próbę symulacji z weryfikacją pomiarową charakterystyk przebiegów przejściowych impedancji termicznych białych diod LED zamontowanych na podłożach typu MCPCB w oparciu o proste modele drabinkowe, natomiast w pracy [A10] stosując metodę NID (Network Identification by Deconvolution) przebadano diody kolorowe na zmodyfikowanym podłożu FR 4. Oba artykuły pokazują stosunkowo dobrą zbieżność wyników symulacyjnych z pomiarowymi i wskazują alternatywę dla skomplikowanych procedur pomiarowych opisanych między innymi w standardach JEDEC. Jednocześnie wykazują one znaczący wpływ elementów zewnętrznych na wartość rezystancji termicznej pomiędzy złączem półprzewodnikowym diody LED a otoczeniem.

W pracy [A14] Habilitant zajął się zagadnieniem modelowania wielokolorowych diod LED, umieszczonych na wspólnym podłożu, które symulował przy wykorzystaniu opracowanego wcześniej obwodowego modelu ETO. Model ten został dodatkowo przez Autora wzbogacony o wielkości umożliwiające zasymulowanie wzajemnych sprzężeń termicznych elementów LED. Praca ta prezentuje wysoką jakość opracowanego modelu na drodze dobrej zgodności wyników symulacji z danymi pomiarowymi a także przedstawia wyniki dotyczące wpływu wielkości sprzężeń termicznych na badane parametry opto-elektryczne poszczególnych elementów.

Z kolei praca [A9] dotyczy badania zestawów LED, pracujących w warunkach rzeczywistych przy ograniczonych możliwościach chłodzenia. Do tego celu posłużył zestaw 6 diod LED typu XLamp®. Praca ta w części doświadczalnej jest bezpośrednią kontynuacją i uzupełnieniem wyników przedstawionych w artykule [A7]. W artykule [A9] Autor wykazał, że wykorzystanie prostych, kompaktowych modeli symulacyjnych, opisywanych w poprzednio omawianych pracach może być skuteczne w stanie statycznym i dynamicznym jedynie dla ograniczonych, symetrycznych struktur matrycy LED. Warto zauważyć, że w przypadku układów z chłodzeniem wymuszonym wykonanie zestawu symulacji, zgodnych z dynamicznymi zmianami temperatury w obwodzie nastęczałoby jeszcze większych



trudności. Dodatkowym tematem poruszonym w pracy [A9] była ocena wpływu wielkości pada termicznego na wydajność chłodzenia elementu LED.

Podsumowaniem cyklu badań Autora może być praca [A6], która choć chronologicznie wcześniejsza od prac [A11] i [A9] jest obszerniejsza i prezentuje swego rodzaju zestawienie omawianych w cyklu badań problemów termicznych matryc LED. W pracy tej Habilitant jest pierwszym autorem. Badana matryca była w tym przypadku złożona z 16 diod LED o prądzie maksymalnym  $I_d=1,5A$  połączonych w dwóch szeregach. Do przeprowadzenia symulacji zjawisk termicznych Autor wykorzystał w przeciwieństwie do wcześniej omawianych prac model w postaci sieci Cauera. W pracy uzyskano ciekawe wyniki dotyczące wzajemnego wpływu elementów LED w postaci zmian wartości przejściowych rezystancji termicznych oraz związanych z tym zjawiskiem zmian temperatury. Wyniki symulacji skonfrontowano z pomiarami temperatury elementów i dodatkowo opatrzone analizą termograficzną wykonaną dla całego modułu. Warto zaznaczyć, że na tej podstawie uzyskana została wysoka zgodność wyników symulacyjnych i pomiarowych. Praca ta jest cenna również z powodu wykorzystania dwóch badanych wcześniej sposobów lutowania diod mocy LED do podłoża. Jako zauważalne mankamenty pracy można natomiast wymienić brak wielorzędowej matrycy LED, co pozwoliłoby na pełniejszą obserwację rozkładu temperatury w matrycach rzeczywistych jak również dosyć pobieżną analizę wpływu metod lutowania i padów termicznych na pracę zestawu. Badania w tym kierunku zdecydowanie powinny być kontynuowane przez Autora, jakkolwiek w sposób zauważalny praca [A6] stanowi domknięcie prezentowanego cyklu.

#### **4. Ocena aktywności naukowej habilitanta i pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.**

Habilitant przejawia dużą aktywność naukową uzyskując ponadprzeciętne osiągnięcia w stosunkowo krótkim okresie swojej kariery zawodowej. Należą do nich między innymi trzy rozdziały w monografiach (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora), 33 artykuły w czasopiśmie recenzowanych ( w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora) udział w trzech projektach naukowych i kierowanie jednym projektem (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora). Warty podkreślenia jest również fakt uzyskania przez Habilitanta patentu krajowego zatytułowanego: „Sposób i układ do pomiaru rezystancji termicznej i mocy promieniowania optycznego diody LED mocy”, którego tematyka jest związana z przedstawionym osiągnięciem naukowym.

Na tym tle mniej korzystnie prezentuje się rozpoznawalność naukowa prac dr inż. Przemysława Ptaka. W dniu złożenia wniosku habilitacyjnego publikacje Autora posiadały 253 cytowania w bazie SCOPUS z czego aż 173 stanowiły autocytowania, co stanowi łącznie 68%. Podobnie w bazie Web of Science Core Collection prace Autora cytowane były 219 razy z czego 150 stanowiły autocytowania (również

68%). Tak wysoka liczba autocytowań nie stanowi niestety o wysokiej rzetelności naukowej, jednak można zauważyć, że wskaźniki te ulegają poprawie.

Podsumowując Autor wykazuje znaczącą aktywność badawczą zwiększając, pomimo zbyt dużego dotychczasowego udziału cytowań własnych swoją rozpoznawalność w środowisku naukowym.

## **5. Ocena dorobku w zakresie działalności dydaktycznej i organizacyjnej.**

Habilitant wykazał dość znaczący dorobek dydaktyczny, który poza przygotowaniem skryptu wydanego nakładem UMG oraz programów trzech kursów przedmiotów obejmuje prowadzenie dziesięciu przedmiotów na studiach pierwszego i drugiego stopnia różnych kierunków kształcenia. Ponadto Habilitant pełnił rolę promotora w dziesięciu ukończonych obroną pracach dyplomowych a także był członkiem wydziałowej komisji ds. kształcenia oraz opiekunem praktyk morskich studentów UMG.

Do głównych osiągnięć organizacyjnych Habilitanta zaliczyć można udział w Radzie Naukowej Wydziału Elektrycznego UMG, aktywność w ramach Rady ds. Dydaktycznych Wydziału Elektrycznego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni oraz Zespołu ds. Opracowania Nowej Oferty Badawczej i Wdrożeniowej UMG. Ponadto uczestniczył on w składzie edytorskim dwóch czasopism naukowych oraz był członkiem komitetu organizacyjnego konferencji KKE.

## **6. Wniosek końcowy.**

Dr inż. Przemysław Ptak, wykazał dużą aktywność naukową po uzyskaniu stopnia doktora, uzyskując w mojej ocenie znaczący wpływ na rozwój prezentowanej dziedziny naukowej oraz udowodnił zdolność do samodzielnego planowania i prowadzenia badań. Pomimo wskazanych w recenzji usterek biorąc pod uwagę jego dorobek naukowy, organizacyjny i dydaktyczny a w szczególności przedstawione osiągnięcie naukowe pt. „Badanie wpływu wybranych procesów montażu i zjawisk cieplnych na parametry elektryczne, termiczne i optyczne komponentów półprzewodnikowych źródeł światła”. zgodnie z kryteriami zawartymi w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm) stwierdzam, że wymagania stawiane w Art. 219 ww. ustawy zostały spełnione i popieram wniosek o nadanie dr inż. Przemysławowi Ptakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika oraz wnoszę o przeprowadzenie dalszych etapów procesu habilitacyjnego.

*Marcin Stankiewicz*