

**Ocena osiągnięć naukowych i istotnej aktywności naukowej**  
**Pana dra inż. Tomasza Lesia**  
opracowana dla  
Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja  
Politechniki Warszawskiej  
w związku  
**z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego**  
w obszarze i dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja

**Sylwetka habilitanta**

Pan dr inż. Tomasz Leś urodził się w roku 1988 w Warszawie. Jest absolwentem studiów inżynierskich (2011) i magisterskich (2012) kierunku informatyka na Wydziale Zastosowań Informatyki i Matematyki Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, oraz magisterskich (2012) kierunku informatyka na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. W roku 2015, uchwałą Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej, uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *informatyka* na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *Metody komputerowej analizy obrazów mikroskopowych do wspomagania diagnostyki raka sutka* przygotowanej pod opieką pana prof. Tomasza Markiewicza.

Zawodowo pan dr inż. Tomasz Leś jest związany od roku 2014 z Wydziałem Elektrycznym pracując początkowo na stanowisku asystenta, a od roku 2015 na stanowisku adiunkta.

# 1 OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

## 1.1 Podstawa oceny

Pan dr inż. Tomasz Leś przedstawił jako podstawę oceny osiągnięcia naukowego cykl 9 publikacji pod wspólnym tytułem: *Komputerowe metody wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej*. W skład cyklu wchodzi sześć artykułów w czasopismach naukowych o znaczących indeksie IF i trzech publikacji na konferencjach indeksowanych w *Web of Science*. Łączny Impact Factor prac cyklu wynosi **23,924**, a suma punktów ministerialnych **1140**.

Poniżej podana jest lista publikacji cyklu wraz z krótkim opisem ich zawartości z deklarowanym przez habilitanta procentowym udziałem w publikacjach wieloautorskich (numeryacja zachowana z wniosku habilitanta).

Pierwsze trzy artykuły:

A1. Localization of spots in FISH images of breast cancer using 3-D shape analysis,

T. Leś, T. Markiewicz, S. Osowski, M. Jesiotr, W. Kozłowski,

*Journal of Microscopy*, 2016, 262(3):252–259;

(IF=1,758, 100 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

A2. Fusion of FISH image analysis methods of HER2 status determination in breast cancer,

T. Leś, T. Markiewicz, S. Osowski, W. Kozłowski, M. Jesiotr,

*Experts Systems and Applications*, 2016, 61:78–85;

(IF=6,954, 140 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

A3. Automatic reconstruction of overlapped cells in breast cancer FISH images,

T. Leś, T. Markiewicz, S. Osowski, M. Jesiotr,

*Experts Systems and Applications*, 2019, 137:335–342;

(IF=6,954, 140 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

dotyczą automatycznej lokalizacji genów HER2/CEN17 w badaniu fluorescencyjnej hybrydyzacji in situ materiału patologicznego nowotworu piersi.

Zaproponowana w artykule [A1] technika lokalizacji plam reprezentujących powyższe geny jest oparta na trójwymiarowej analizie kształtu obiektów obrazu. Kolejne regiony obrazu są pasowane do wzorców referencyjnych plam w wybranych kanałach barw. Porównano kilka wersji algorytmów dla różnych wariantów wzorców referencyjnych. Przewagą proponowanej metody w stosunku do metod znanych z literatury jest jej prostota, a także wysoka dokładność i skuteczność lokalizacji plam (około 90%).

W pracy [A2] do lokalizacji barwnych markerów w obrazach FISH zaproponowano zastosowanie zespołu czterech technik opracowanych przez autorów, w którym ostateczna decyzja o lokalizacji jest podejmowana ważoną większością głosów. W efekcie otrzymano narzędzie o wysokiej dokładności lokalizacji plam w obrazach. Jako oceniający dorobek nie mogę się jednak zgodzić ze stwierdzeniem autorów publikacji występującym na końcu pierwszej strony artykułu, że łączenie wyników zespołu modeli decyzyjnych nigdy nie zostało wykorzystane w złożonych problemach rozpoznawania obrazów. Jest to bardzo radykalne stwierdzenie, ponieważ, wobec corocznej znaczącej liczby publikacji dotyczących komputerowych systemów wspomagającą diagnostykę obrazową, nie możemy z pełną pewnością takich stwierdzeń wypowiadać. Jeżeli chodzi o zespoły modeli diagnostycznych, to były one, między innymi, zastosowane przez zespół badawczy autora niniejszej opinii w komputerowych systemach diagnostycznych nowotworu piersi bazujących na obrazach mikroskopowych materiału cytologicznego pozyskanego metodą biopsji cienkoigłowej, (np. M. Kowal (et al.), Computer-aided diagnosis of breast cancer based on fine needle biopsy microscopic images, *Computers in Biology and Medicine*, 43(10),1563–1572, 2013), które to obrazy są nie mniej złożone niż analizowane przez autorów pracy [A2].

W artykule [A3] uwagę skupiono nie na lokalizacji markerów genów HER2/CEN17, ale na problemie rekonstrukcji zniekształconych i nakładających się na materiał biologiczny jąder komórkowych. Zaproponowano podejście oparte na czułości i podobieństwie bazując na algorytmie PatchMatch, które z wysoką efektywnością rekonstruuje granice jąder komórkowych wstępnie określone przez nieprecyzyjną w tym aspekcie metodę wododziałów. Zaproponowana metoda jest interesująca ze względu na szerokie możliwe spektrum zastosowania, nie tylko do analizowanych obrazów FISH, ale w całej klasie metod segmentacji obrazów cytologicznych i histopatologicznych.

Zgodnie z deklaracjami autorów trzech powyższych artykułów wkład habilitanta na każdym etapie koncepcyjnym pracy badawczej i jej realizacji był dominujący.

Kolejna grupa pięciu publikacji:

A4. Kidney boundary detection algorithm based on extended maxima transformation for computed tomography diagnosis,

T. Leś, T. Markiewicz, M. Dziekiewicz, M. Lorent,

*Applied Sciences*, 2020, 10(21):7520;

(IF=2,679, 100 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

A5. Axis projection for Kidney-Region-Of-Interest detection in computed tomography,

T. Leś, T. Markiewicz, M. Dziekiewicz, M. Lorent,

In: IEEE IJCNN'2020,1–6;

(140 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

A7. U-Net based frames partitioning and volumetric analysis for kidney detection in tomographic images,

**T. Leś,**

*Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, 2021, e137051–e137051;

(IF=1,699, 100 pkt MEiN,),

A8. Adaptive two-way sweeping method to 3D kidney reconstruction,

**T. Leś, T. Markiewicz, M. Dziekiewicz, M. Lorent,**

*Biomedical Signal Processing and Control*, 2021, 67:102544;

(IF=3,880, 140 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

A9. Kidney segmentation from computed tomography images using U-Net and batch-based synthesis,

**T. Leś, T. Markiewicz, M. Dziekiewicz, M. Lorent,**

In: IEEE IJCNN'2021,1–8;

(140 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 60%),

dotyczy zagadnienia segmentacji nerek na zespołach obrazów tomografii komputerowej.

W pierwszej z nich [A4] zaproponowano trój etapowy proces wykrywania obszarów nerek: wstępną lokalizację przy użyciu sieci U-Net i dokładniejszego odtworzenia granic obszaru nerek za pomocą transformacji rozszerzonych maksimów dla wybranego skanu oraz odtwarzanie granic na pozostałych skanach bazując na skanach sąsiadujących i operacjach geometrycznych. Otrzymano w ten sposób wydajny, skuteczny i nieobciążający obliczeniowo system automatycznej detekcji obrysów nerek.

W kolejnym artykule [A5] zaproponowano bardziej kompletną wersję systemu detekcji obszarów nerek z wykorzystaniem oryginalnego pomysłu generacji obrazów w projekcjach prostopadłych do projekcji pierwotnej skanów tomograficznych. Analiza technikami rozrostu obszarów, bądź przy użyciu sieci U-Net, obrazów w trzech projekcjach pozwoliło na skrócenie czasu lokalizacji nerek, zwiększenie dokładności obrysu nerek, a także daje możliwość trójwymiarowej wizualizacji.

Główny pomysł systemu automatycznego wykrywania nerek dla zespołu obrazów CT i budowania modelu 3D nerki, opisanego w pracy [A7], oparty został na semantycznej segmentacji U-Net. Wobec wysokiego kosztu obliczeniowego tego typu segmentacji, autor zaproponował technikę podziału obrazu na niewielkie ramki. Po odpowiednio przygotowanym

reprezentatywnym zestawie obrazów uczących dla procesu segmentacji w każdej ramce, otrzymane segmentacje cząstkowe były agregowane w segmentację ostateczną. Po procesie testowania zaproponowano trójwymiarową analizę obszarów spójnych w rezultacie otrzymując trójwymiarowy model nerek z wysoką dokładnością.

Podejście proponowane w pracy [A8] jest nowatorskim rozwiązaniem polegającym na wykrywaniu konturów nerki z zastosowaniem rozrostu regionów i koloryzacji, które zagwarantowały wysoką efektywność segmentacji. Zaproponowano również kompletny dwukierunkowy system skanowania warstw, który, poprzez kilkukrotne „przechesywanie warstw” pozwala na skuteczną adaptację parametrów segmentacji.

Kolejną propozycją automatycznej segmentacji nerki w obrazach tomografii komputerowej zawarto w ostatniej publikacji cyklu [A9]. Podobnie jak w pracy [A4] zastosowano wstępną lokalizację nerki na obrazie środkowym serii slajdów za pomocą sieci U-Net. Elementem nowatorskim tej pracy było zastosowanie techniki śledzenia klatek od klatki środkowej w górę i w dół w celu usuwania niechcianych elementów (nerki) za pomocą informacji o masce otrzymanej z poprzedniej klatki. Na etapie końcowym ostateczną detekcję obrysu uzyskano dzięki wyznaczeniu różnicy pomiędzy klastkami oryginalnymi a klastkami z usuniętymi obszarami nerki.

Zgodnie z deklaracjami autorów publikacji współautorskich [A4], [A5], [A8] i [A8] wkład habilitanta na każdym etapie koncepcyjnym pracy badawczej i jej realizacji był dominujący.

#### Praca

A6. Deep learning ensemble for melanoma recognition,

S. Osowski, T. Leś,

In: IEEE IJCNN'2020,1-7;

(140 pkt MEiN, procentowy wkład habilitanta: 50%),

przedstawia technikę zespołowego głębokiego uczenia w procesie rozpoznawania czerniaka na podstawie obrazu dermatoskopowego. Proces decyzyjny w niniejszej pracy oparty jest na głosowaniu większościowym zespołu dziewięciu klasyfikatorów utworzonych z wykorzystaniem wstępnie wytrenowanej sieci CNN Alexnet, wielokrokowej selekcji liniowej, metod kNN, reliefF, dyskryminatora Fishera, a także maszyny wektorów nośnych, lasu losowego i klasyfikatora softmax.

Przedstawiona podstawa oceny osiągnięcia naukowego stanowi wartościowy zestaw publikacji. Należy podkreślić, że wszystkie pozycje były publikowane w czasopismach o wysokim i bardzo wysokim IF, jak *Expert Systems and Application*, czy *Biomedical Signal Proces-*

*sing and Control*, czy na renomowanej konferencji International Joint Conference on Neural Networks. Fakt ten świadczy o wartości uzyskanych wyników i ich uznaniu w oczach ekspertów-recenzentów tychże czasopism i konferencji.

## **1.2 Oryginalne osiągnięcia**

Osiągnięcia badawcze pana dr inż. Tomasza Lesia koncentrują się wokół budowy komputerowo wspomaganych systemów diagnostyki medycznej opartej na obrazowaniu medycznym. W szczególności, biorąc pod uwagę przedstawiony do oceny cykl publikacji, dotyczy to diagnostyki nowotworów piersi na bazie analizy obrazów mikroskopowych fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ*, diagnostyki nerek na bazie obrazów tomografii komputerowej, oraz diagnostyki czerniaka złośliwego na bazie obrazów dermatoskopowych. Badania habilitanta związane są zarówno z propozycjami oryginalnych rozwiązań metod segmentacji obrazów, ekstrakcji cech i ich dyskryminacji, czy klasyfikacji, jak i umiejętnym, metodycznym i, co najważniejsze, skutecznym praktycznym wykorzystaniem metod znanych z literatury do konkretnych problemów diagnostyki medycznej. Nawiązując do powyższego, po analizie otrzymanej dokumentacji publikacyjnej, szczegółowe oryginalne osiągnięcia podane przez habilitanta w postaci 7 punktowej listy we wstępie jego autoreferatu należy uznać za uzasadnione. W ocenie opiniującego dorobek publikacyjny na szczególne wyróżnienie zasługują trzy z nich:

- propozycja techniki dopasowania wcześniej predefiniowanych wzorców komórek do wykrywania jąder komórek w obrazach FISH;
- opracowanie metodyki transformacji przestrzeni do alternatywnych projekcji i wykorzystania informacji z różnych projekcji w procesie segmentacji nerek;
- propozycja zastosowania metod przeglądu kolejnych klatek, znanych z post-produkcji filmowej, do analizy obrazów tomografii komputerowej.

## **1.3 Podsumowanie**

Dorobek naukowy pana dra inż. Tomasza Lesia dotyczy bardzo interesującego i ważnego aspektu budowy komputerowo wspomaganych systemów diagnostyki medycznej bazujących na analizie obrazów zarówno mikroskopowych i makroskopowych. Rezultaty badań są bardzo istotne dla rozważanych problemów diagnostyki, a proponowana metodyka budowy modeli diagnostycznych jest warta rozpowszechniania. Istotnym jest fakt, że, w każdej publikacji wieloautorskiej przedstawionego do oceny cyklu, wkład habilitanta na każdym

etapie koncepcyjnym pracy badawczej i jej realizacji był dominujący. Osiągnięcia powyższe stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *informatyka techniczna i telekomunikacja* w zakresie przetwarzania obrazów i diagnostyki medycznej, **spełniając** wymagania zawarte w art. 219 ust.1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce.

## **2 OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ**

### **2.1 Ocena dorobku publikacyjnego**

W swoim dorobku naukowym pan dr inż. Tomasz Leś posiada 22 publikacje autorskie i współautorskie, w tym 19 opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, czyli od roku 2015. Wśród tych prac znajduje się 7 artykułów w czasopismach o znaczącej wartości IF, są to *Expert Systems and Application, Biomedical Signal Processing and Control, Applied Sciences, Bulletin of the Polish Academy of Science, Technical Sciences, czy Journal of Microscopy*. Ponadto dorobek publikacyjny habilitanta zawiera jeden rozdział w monografii o zasięgu ogólnopolskim i 14 referatów w materiałach konferencyjnych. W dokumentacji brak informacji udzielonych patentach czy chronionych wzorach użytkowych, osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych.

Sumaryczny indeks cytowań na dzień złożenia wniosku habilitacyjnego dr Lesia według *Web of Science* wynosi 39 (19 bez autocytowań) a indeks Hirsha 4. Analogiczne parametry według Google Scholar to 72 cytowania (45 bez autocytowań) i indeks H 5, oraz bazy Scopus: 52 cytowania (25 bez autocytowań), indeks H 4. Łączna suma punktów IF wynosi 30,878, w tym 23,924 po uzyskaniu stopnia doktora, a łączna liczba punktów ministerialnych: 1340, w tym 1140 po uzyskaniu stopnia doktora.

Oceniając całościowy dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych uważam, że dorobek pana dr inż. Tomasza Lesia jest wartościowy merytorycznie i opublikowany w wartościowych czasopismach. Dorobek publikacyjny habilitanta jest zauważalny, o czym świadczą liczby cytowań w renomowanych bazach publikacji.

### **2.2 Ocena pozostałych aktywności naukowych**

Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora był lub jest wykonawcą łącznie w pięciu projektach badawczych, w tym dwóch finansowanym w ramach środków z funduszu Narodowego Centrum Nauki. Trzy pozostałe to granty wewnętrzne Politechniki Warszawskiej (w jednym z nich pełni rolę kierownika projektu). Informację o uczestnictwie w projektach ba-

dawczych uzupełnia rola wykonawcy w trzech grantach NCBiR przed uzyskaniem stopnia doktora.

W roku 2021 habilitant odbył trzytygodniowy staż naukowy w Department of Mathematics and Informatics of the University of Perugia, Włochy. Oprócz wymienionej współpracy, kandydat wskazuje na współpracę międzynarodową z Experimental Virtual Environment For Neuroscience And Technology, Uniwersytet w Barcelonie, Hiszpania, oraz z Radboud University Medical Center w Nijmegen, Holandia. Opiniujący dorobek naukowy przypuszcza, że wymienione kierunki współpracy międzynarodowej są na początkowym etapie, ponieważ w załączonym materiale nie przedstawiono udokumentowanych owoców współpracy, w tym informacji o wspólnych publikacjach naukowych.

Dr inż. Tomasz Leś jest aktywnym recenzentem dla renomowanych czasopism naukowych, takich jak *Machine Learning with Applications*, *Expert Systems and Applications*, *Biomedical Signal Processing and Control*, czy *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*. W tym ostatnim czasopiśmie pełnił rolę edytora tematycznego.

Habilitant pełnił rolę promotora pomocniczego w jednym ukończonym przewodzie doktorskim (dr inż. Artur Krupa, 2019) i pełni tę samą rolę w kolejnym przewodzie doktorskim (mgr Marek Wdowiak).

Za swoją aktywność badawczą habilitant był wielokrotnie wyróżniany nagrodami indywidualnymi i zespołowymi przez JM Rektora Politechniki Warszawskiej.

Oceniając omawianą w tym podpunkcie działalność naukową habilitanta należy wskazać na satysfakcjonującą aktywność na arenie międzynarodowej, a także realne osiągnięcia w kształceniu kadry.

### **2.3 Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego**

Pan dr inż. Tomasz Leś był promotorem 54 prac magisterskich i 17 prac inżynierskich. Wielokrotnie był członkiem komisji dyplomowych. Niestety w załączonej do wniosku dokumentacji habilitant nie zamieścił informacji o aktywności dydaktycznej: w tym opracowanych i przeprowadzonych cyklach wykładów, ćwiczeń laboratoryjnych itp. i ich powiązaniu z pracą badawczą.

Do dorobku popularyzatorskiego naukę zaliczyć należy udział w projekcie *Spółeczna Odpowiedzialność Nauki*, w ramach którego habilitant przygotowywał serię publikacji popularnonaukowych i filmów promocyjnych przedstawiających potencjał aplikacyjny do rozwiązań istotnych problemów społecznych Mazowsza.



Mając na uwadze powyższe informacje należy podkreślić satysfakcjonującą aktywność dydaktyczną i popularyzatorską habilitanta.

### **3 KONKLUZJA**

Wobec powyżej przytoczonych faktów **stwierdzam**, że oceniane osiągnięcia naukowe, aktywność naukowa wraz z dorobkiem publikacyjnym pana dra inż. Tomasza Lesia **spełniają** wymagania zawarte w art. 219 ust.1 pkt 2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U. z 2018r. poz. 1668 z późn. zm.). Zatem **pozytywnie oceniam** jego wnioski o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*.



