

**Recenzja dorobku naukowo-badawczego dr. Dariusza Chocyka  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
prowadzonym na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH**

### **1. Informacje wstępne**

Postępowanie habilitacyjne prowadzone jest na podstawie zapisów w rozdziale 3 (art. 218–226) ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm. Dz. U. z 2021 r. poz. 478). Stanowią one w szczególności, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która poza tym, że ma stopień doktora, posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej (w szczególności zagranicznej).

Dokumentację dotyczącą przedmiotowego postępowania złożoną przez Kandydata 27 lipca 2022 otrzymałam 21 grudnia 2022. Należy mieć na uwadze, że recenzja została sporządzona w oparciu o tę właśnie dokumentację, tj. w oparciu o dane z dnia wszczęcia postępowania, a niektóre fakty (np. liczby cytowań) zapewne w międzyczasie uległy zmianie.

Dr Dariusz Chocyk stopień doktora nauk w dyscyplinie ‘fizyka’ w specjalności ‘fizyka ciała stałego’ uzyskał na podstawie wyróżnionej rozprawy doktorskiej „Niezwierciadlane rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego w układach wielowarstwowych” obronionej na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej AGH w marcu 2001r. W latach 1992–2013, Pan dr Chocyk był zatrudniony w Instytucie Fizyki na Wydziale Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej, wpiern na stanowisku asystenta, a od 2003 r. na stanowisku adiunkta. Od 2013 roku jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Fizyki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym tej samej uczelni. W załączonej dokumentacji nie ma informacji o tym, by dr Chocyk ubiegał się wcześniej o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego.

### **2. Osiągnięcie stanowiące podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego**

Przedstawione przez dr. Chocyka osiągnięcie naukowe to zestaw dwunastu artykułów opublikowanych w latach 2005–2020 zatytułowany „Naprężenia w metalicznych układach cienkowarstwowych”. Na zestaw ten składają się następujące publikacje:

- H1 D. Chocyk, T. Zientarski, A. Prószczyński, T. Pieńkos, L. Gładyszewski, G. Gładyszewski, Evolution of stress and structure in Cu thin films, *Cryst. Res. Technol.* **40** (2005) 509–516.
- H2 T. Zientarski, D. Chocyk, Strain and structure in nano Ag films deposited on Au: molecular dynamics simulation, *Appl. Surf. Sci.* **306** (2014) 56–59.
- H3 T. Zientarski, D. Chocyk, Structure and stress in Cu/Au and Fe/Au systems: A molecular dynamics study, *Thin Solid Films* **562** (2014) 347–352.
- H4 T. Zientarski, D. Chocyk, Stress induced grain boundaries in thin Co layer deposited on Au and Cu, *Appl. Phys. A* **122** (2016) 908–913.
- H5 D. Chocyk, T. Zientarski, The effect of size on structure and stress in grained films, *Mater. Sci. Technol.* **36** (2020) 966–971.
- H6 G. Gładyszewski, D. Chocyk, A. Prószczyński, T. Pieńkos, Stress development during intermitted evaporation of Cu and Ag on silicon, *Microelectron. Eng.* **83** (2006) 2351–2354.

- H7 D. Chocyk, A. Prószyński, G. Gładyszewski, T. Pieńkos, L. Gładyszewski, Post-deposition stress evolution in Cu and Ag thin films, *Opt. Appl.* **35** (2005) 419–424.
- H8 D. Chocyk, A. Prószyński, G. Gładyszewski, Diffusional creep induced stress relaxation in thin Cu films on silicon, *Microelectron. Eng.* **85** (2008) 2179–2182.
- H9 D. Chocyk, A. Prószyński, G. Gładyszewski, Effect of annealing on the mechanical behaviour of Au/Cu and Cu/Au bilayers on silicon, *Cryst. Res. Technol.* **45** (2010) 1272–1276.
- H10 D. Chocyk, A. Prószyński, G. Gładyszewski, Stress evolution during annealing of Cu/Au, Cu/Ag and Au/Ag bilayers, *J. Nanosci. Nanotechnol.* **12**, (2012) 8647–8650.
- H11 D. Chocyk, Structure and stress in Au/Cu two-layer system during annealing at different temperature, *Acta Phys. Pol. A* **130** (2016) 1118–1120.
- H12 D. Chocyk, A. Prószyński, Stress evolution of Au/Cu/Au tri-layer systems during annealing, *Appl. Surf. Sci.* **260** (2012) 65–68.

Publikacje te są jednotematyczne w tym sensie, że dotyczą naprężeń w układach cienkowarstwowych, ale obejmują dwa odrębne zagadnienia: pierwsze to symulacje komputerowe metalicznych układów cienkowarstwowych metodami dynamiki molekularnej, a drugie to eksperymentalne pomiary naprężeń w metalicznych warstwach osadzanych na krzemie. Publikacja H1 dotyczy obu tych zagadnień, artykuły H2–H5 dotyczą symulacji, a pozostałe prace (H6–H12) mają charakter eksperymentalny.

#### *Prace eksperymentalne*

Publikacje o charakterze eksperymentalnym zawierają wyniki pomiarów naprężeń pierwszego rodzaju w cienkich polikrystalicznych warstwach metali osadzanych na monokrystalicznym krzemie w temperaturze pokojowej. We wszystkich przypadkach warstwy osadzono próżniowo przez odparowanie termiczne, grubość podłoża Si wynosiła 100 μm, a powierzchnią osadzania była płaszczyzna (100). W większości wypadków, grubości osadzanych warstw mieściły się w zakresie od kilku do kilkudziesięciu nanometrów.

Sposób pomiaru naprężeń stosowany w opisanych badaniach oparty jest na optycznym pomiarze krzywizny układu podłoże-cienka warstwa. Jest to niezawodna i stosunkowo prosta a przez to łatwa do zastosowania metoda. Pozwala na eksperymenty in situ. Układ optyczny można umieścić tak, by nie zakłócał procesu nanoszenia warstw czy innych procesów, którym poddawana jest próbka.

Dwa kluczowe schematy publikacji o charakterze eksperymentalnym to badania ewolucji naprężeń wraz ze wzrostem grubości warstwy w czasie osadzania oraz badanie zmian naprężeń w wyniku zmian temperatury. Standardową miarą naprężeń w pomiarach opartych na wyznaczaniu krzywizny układu podłoże-cienka warstwa jest siła na jednostkę szerokości układu ( $F/w$ ). Do badania ewolucji naprężeń w trakcie osadzania wyznaczano zależność  $F/w$  od grubości warstwy. Do badania ewolucji naprężeń w wyniku zmian temperatury wyznaczano  $F/w$  w zależności od temperatury.

Prace H1, H6, H7 i H8 dotyczą naprężeń w układach jednowarstwowych, a prace od H9 do H12 opisują badania naprężeń w układach wielowarstwowych.

Wyniki opisane w H1 dotyczą ewolucji naprężeń w trakcie wzrostu i po przerwaniu osadzania warstw Cu dla różnych szybkości osadzania. Pokazano też, że przygotowanie podłoża silnie wpływa na ewolucję naprężeń podczas osadzania. Praca H6 dotyczy przerywanego osadzania Cu, Ag i Au. Ewolucję naprężeń monitorowano podczas procesu osadzania oraz podczas przerw w osadzaniu. W H7 opisano badania nad relaksacją naprężeń po zakończeniu osadzenia warstw Cu i Ag o różnej grubości. Publikacja H8 również dotyczy pojedynczych warstw Cu i Ag, ale naprężenia badano podczas grzania i chłodzenia układu między temperaturą pokojową a 400°C. Stosunek  $F/w$  podano w zależności od temperatury układu dla różnych grubości warstw. We wszystkich przypadkach chodziło o wyjaśnienie mechanizmów powstawania naprężeń, ich ewolucji w trakcie osadzania i ewentualnej relaksacji po jego zakończeniu. W skrócie, celem prac było dostarczenie danych do wyjaśnienia krzywych ewolucji naprężeń.

Wszystkie prace opisujące badania naprężeń w układach wielowarstwowych (H9 – H12) odnoszą się do zależności naprężeń od temperatury w trakcie grzania i chłodzenia po osadzeniu warstw. W przypadku badań opisanych w H9, naprężenia w układach dwuwarstwowych Cu/Au i Au/Cu mierzono podczas osadzania oraz w trakcie trzech cykli grzania i chłodzenia między temperaturą pokojową a 400C. Zależność F/w od temperatury podano dla kilku grubości podwarstw i ustalonej grubości całkowitej. Podobne dane zawiera publikacja o numerze H10, ale obejmuje ona szerszą gamę warstw podwójnych, a mianowicie: Cu/Ag, Ag/Cu, Cu/Au, Au/Cu oraz pary Au/Ag i Ag/Au. W H11 opisano badania nad układem Au/Cu. W tym przypadku temperaturowe zależności naprężeń wyznaczano w trakcie pojedynczych cykli grzania do różnych temperatur maksymalnych (150, 290 i 400C) i chłodzenia (do temperatury pokojowej). Artykuł H12 dotyczy układu trójwarstwowego Au/Cu/Au. Zależności naprężenia podano dla próbek (o kilku różnych grubościach podwarstwy Cu) poddanych trzem cyklom grzania i chłodzenia między temperaturą pokojową a 400C.

Poza pomiarem naprężeń, w kilku z powyższych publikacji, badano struktury osadzonych warstw metodami rentgenowskimi oraz morfologię powierzchni po osadzeniu przy użyciu mikroskopii sił atomowych.

#### *Publikacje dotyczące symulacji komputerowych*

Z autoreferatu iłączonych publikacji wynika, że do symulacji metodami dynamiki molekularnej stosowano oprogramowanie własne. Jako, że nie podano odnośników do jakichkolwiek testów, trudno ocenić jakość tego oprogramowania. Ponieważ oparto na nim wiele artykułów (również spoza zestawu H1–H12), można założyć, że działał poprawnie, choć niektóre konkluzje wydają się osobiwe.

W przypadku H1 i H5 oddziaływania międzyatomowe były opisane potencjałem Lennarda-Jonesa, zaś w pracach H2, H3 i H4 użyto 'embedded atom model'. W zastosowaniu do osadzania warstw zastosowano prostopadłościan z atomami podłoża przy jego podstawie, generacją osadzanych atomów na pewnej wysokości nad monokrystalicznym podłożem, okresowymi warunkami brzegowymi na ścianach prostopadłych do podłoża i reflektorem atomów na ścianie przeciwległej podłożu. Kluczową dla porównań symulacji z eksperymentem jest możliwość obliczania naprężeń w symulowanym układzie na dowolnym etapie procesu osadzania; w analizowanych pracach zastosowano popularną, ale też krytykowaną, formułę Basinskiego, Duesbery'ego i Taylora znaną jako BDT.

Jak wspomniałem wcześniej, praca H1 poza wynikami eksperymentalnymi opisuje wyniki symulacji osadzania Cu na Si. Uzyskano zależność naprężeń od grubości osadzonej warstwy zbliżoną do tej obserwowanej eksperymentalnie, i zgodnie z oczekiwaniami, symulowany wzrost miał charakter wyspowy (wzrost Volmera-Webera).

Publikacja H2 ma charakter podobny do (znacznie lepiej napisanej) pracy H3. W obu przypadkach podłoże stanowiły atomy Au, a symulacje przeprowadzono dla kilku temperatur. W H2 opisano symulacje osadzania atomów Ag, a w H3 symulacje osadzania Cu i Fe. Oba teksty koncentrują się na wczesnych stadiach wzrostu warstw. Osadzone atomy srebra, podobnie jak atomy żelaza, zaburzały strukturę przypowierzchniowej warstwy złota. Z kolei atomy miedzi nie zaburzały struktury podłoża. Przedmiotem prac są te właśnie zmiany strukturalne i ich odzwierciedlenie w naprężeniach.

Praca H4 opisuje symulacje wzrostu warstw Co na podłożach Au i Cu. Tak jak H2 i H3, publikacja H4 dotyczy związku między strukturą na granicy podłoże-warstwa a zmianami naprężeń. W przypadku symulowanego układu Co/Cu wyliczone zmiany naprężeń w zależności od grubości warstwy były niewielkie w porównaniu do układu Co/Au. W obu przypadkach, te zmiany wiązano z lokalnymi strukturami krystalicznymi otrzymanymi w symulacjach.

Niejasno napisana publikacja H5 dotyczy symulacji osadzania na podłożu z „ziarnami” i „granicami międzyziarnowymi”. Symulacje przeprowadzono dla trzech różnych odległości między „ziarnami” i dla dwóch różnych względnych rozmiarów osadzanych atomów. Obliczono naprężenia średnie i przeanalizowano struktury „ziaren” w zależności od grubości warstwy w

układach o różnej wielkości osadzanych atomów. Przedyskutowano relacje między zmianami naprężeń i zmianami struktur „ziaren”.

*Ocena osiągnięcia wskazanego jako podstawa do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego*  
Podejmowany w publikacjach temat badawczy oceniam jako ważny, aktualny i interesujący. Cienkie warstwy odgrywają bardzo istotną rolę technologiczną. Ich zastosowania obejmują urządzenia półprzewodnikowe, powłoki podnoszące odporność na zużycie, powłoki optyczne, optoelektronikę i inne. Naprężenia w cienkich warstwach mogą osiągać wartości znacznie większe niż te spotykane w materiałach objętościowych. Ich obecność ma zwykle (choć nie zawsze) negatywne skutki. Naprężenia rozciągające mogą prowadzić do pęknięć i ograniczać użyteczną grubość warstwy. Naprężenia ściskające mogą powodować wybożenia czy rozwarstwienia; w układach mikroelektronicznych z elektromigracją mogą prowadzić do powstawania struktur wywołujących zwarcia.

W moim odczuciu, załączone do wniosku publikacje zawierają wyniki oryginalne i nowatorskie. Sądzę, że są one interesujące dla osób zajmujących się cienkimi warstwami metalicznymi. Ogólnie rzecz biorąc, przeprowadzone prace i rezultaty opisane są zwięźle, ale w sposób zrozumiały. Z drugiej strony, niektóre z tych publikacji mogłyby być napisane lepiej. W szczególności dobór terminologii nie zawsze jest właściwy. Na przykład, nie jest całkowicie trafnym użycie terminu “annealing” do określenia cykli grzania i chłodzenia opisywanych w H8–H12. (Annealing, czyli wyżarzanie, to obróbka cieplna mająca na celu zwiększenie plastyczności i zmniejszenie twardości materiału, polegająca na podgrzaniu materiału powyżej temperatury rekrytalizacji i utrzymaniu go w tej temperaturze przez określony czas.) Drażniącym jest termin “kinetic theory of scattering” pojawiający się w pracach H2, H3 i H4 w miejsce właściwego “kinematical theory of scattering”.

Wnioski na temat struktury warstw wyciągane są na podstawie, jak to ujęto w autoreferacie, analizy „obliczonych widm natężenia rozpraszania promieniowania rentgenowskiego”, czyli zależności intensywności od kąta Bragga czy odległości międzypłaszczyznowej. Innymi słowy, sprowadzono trójwymiarowe dane do analogu jednowymiarowego dyfraktogramu proszkowego. Według mnie, znając położenia atomów, prościej byłoby określać lokalne struktury w sposób czysto formalny, właśnie na podstawie tych położzeń, bez odwoływania się do zjawisk o charakterze fizycznym (tj. do dyfrakcji promieni Roentgena). Jeżeli robić to przy wykorzystaniu analizy Fouriera, to trójwymiarowo, bez ograniczania się do jednowymiarowych projekcji.

Publikacje H1–H12 cytowane były 64 razy, przy czym najwięcej (21) ma praca H1 z 2005 roku. Połowa prac ma nie więcej niż dwa cytowania.

Co do wkładu Habilitanta w badania opisane w publikacjach H1–H12 to poza jedną pracą konferencyjną (H11), wszystkie pozostałe artykuły są wieloautorskie. Te dotyczące symulacji (H1–H5) powstały głównie we współpracy z dr. hab. Tomaszem Zientarskim (wpierw z UMCS, a później z Politechniki Lubelskiej). Kandydat jest pierwszym autorem większości publikacji; nie jest tak tylko w przypadku H2, H3, H4 i H6. Według oszacowań podanych przez Kandydata (i potwierdzonych dołączonymi do wniosku oświadczeniami współautorów), jego wkład w badania i powstanie tych publikacji był decydujący. Poza publikacją H2, we wszystkich przypadkach, co najmniej połowa pracy została wykonana przez Pana dr. Chocyka.

Reasumując, w mojej opinii wskazane przez Habilitanta osiągnięcie naukowe stanowi znaczny wkład w badania nad naprężeniami w cienkich warstwach metalicznych i w rozwój badań nad układami cienkowarstwowymi w ogóle.

### **3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych**

Działalność naukowa Habilitanta dotyczy głównie badań nad układami cienkowarstwowymi. Poza badaniem naprężeń podczas nanoszenia przez odparowanie termiczne i podczas grzania, które opisano w publikacjach H1 i H6–H12, tę samą technikę pomiaru (opartą na optycznych pomiarach krzywizny) stosowano do wyznaczania naprężeń podczas elektrodepozycji cienkich warstw, w

trakcie implantacji jonowej podłoża oraz podczas jonowego napromieniowywania naniesionych warstw.

Również nurt badań opartych na symulacjach metodami dynamiki molekularnej nie jest ograniczony do publikacji włączonych do osiągnięcia habilitacyjnego. Dr Chocyk był współautorem blisko dziesięciu innych publikacji wykorzystujących symulacje do wyjaśniania naprężeń w cienkich warstwach.

Ale są też artykuły, które znacznie odbiegają od tematyki cienkich warstw. Pojedyncze prace opublikowane we wczesnych etapach kariery naukowej odnoszą się do zagadnień bardziej teoretycznych (np. obliczanie współczynnika absorpcji cząstek beta dla związków i mieszanin, czy obliczanie przekrojów czynnych reakcji jądrowych). Część późniejszych prac dotyczy charakterystyki mechanicznej różnorodnych materiałów, od brykietów opałowych z RDF (ang. Refuse Derived Fuel) i mieszanek słomy pszennej, poprzez biodegradowalne termoplastyczne folie ze skrobi, do wyznaczania elementów tensora odkształceń okrywy nasiennej suszonego bobu.

Często udział Habilitanta w badaniach polegał na rejestracji i analizie dyfraktogramów rentgenowskich dla identyfikacji i wyznaczenia udziałów faz. W kilku przypadkach, udział ten wiązał się wyznaczaniem naprężeń metodą  $\sin^2\psi$ . Kandydat wykonywał też pomiary twardości i współczynników sprężystości materiałów.

Należy podkreślić dużą szerokość zakresu zainteresowań i działań dr. Chocyka. Poza głównym nurtem, tj. pomiarami naprężeń w układach cienkowarstwowych, obejmuje on własności mechaniczne różnego rodzaju materiałów, dyfrakcję rentgenowską, oprogramowanie do symulacji metodami dynamiki molekularnej, oprogramowanie do sterowania układami pomiarowymi i inne.

Na dzień złożenia wniosku o stopień doktora habilitowanego, dr Chocyk był autorem 55 publikacji w czasopiśmie naukowych i materiałach konferencyjnych oraz 7 prac w czasopiśmie o małym zasięgu lub popularnonaukowych. Publikacja określona w autoreferacie jako rozdział w monografii to w istocie artykuł w materiałach konferencyjnych z The 5th International Conference on Renewable Energy Sources (Krynica, 2018). Ze wspomnianych 55 publikacji, 49 ukazało się po obronie pracy doktorskiej. Dr Chocyk jest samodzielnym autorem jednej z nich; to praca H11 z XXIII Conference on Applied Crystallography (Krynica, 2015) opublikowana w Acta Physica Polonica A w roku 2016.

W przypadku 15 innych artykułów, Habilitant jest pierwszym autorem. Niektóre z tych artykułów ukazały się w czasopiśmie o wysokim bądź średnim prestiżu jak np. Applied Surface Science, Advanced Engineering Materials, International Agrophysics, Vacuum czy Materials Science and Technology. Jednak ponad połowa z tych prac została opublikowana w znacznie mniej istotnych periodykach jak Solid State Phenomena, Przemysł Chemiczny, Optica Applicata, Journal of Nanoscience and Nanotechnology czy Crystal Research and Technology. Sytuacja wygląda podobnie dla szerszej grupy publikacji, w przypadku których Kandydat ocenia swój udział na nie mniejszy niż 50%.

Więcej czasopism o wysokiej renomie pojawia się, jeśli wziąć pod uwagę publikacje ze stosunkowo małym udziałem Habilitanta. Są wśród nich Scientific Reports, Materials Science and Engineering A, Ceramics International, Journal of Alloys and Compounds czy Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.

Dołączony do wniosku wykaz osiągnięć zawiera udziały procentowe wkładu dr. Chocyka w powstanie poszczególnych publikacji. Biorąc pod uwagę, że średnia liczba autorów na publikację to około 4,4, a średni udział Habilitanta wynosi około 39%, te dane wydają się być zawyżone, co rzuca cień na ich rzetelność. Nie mniej jednak, nie ulega wątpliwości, że Habilitant odgrywał wiodącą rolę w przypadku wielu publikacji współautorskich.

### *Projekty*

Pan dr Chocyk był kierownikiem projektu: 'Badanie naprężeń w metalicznych układach wielowarstwowych w trakcie wygrzewania metodą pomiaru skanowania powierzchni i metodami

symulacji numerycznych'. Projekt ten, finansowany przez MNiSZW i realizowany w latach 2009–2011, jest ściśle związany z tematyką osiągnięcia habilitacyjnego. Wcześniej, w 2002 r. oraz w 2006 r., dr Chocyk był głównym wykonawcą w grantach KBN też blisko związanych z tą tematyką. Ponadto, w latach 2011–2014, był głównym wykonawcą w projekcie MNiSZW dotyczącym innych zagadnień (właściwości biodegradowalnych folii wytwarzanych ze skrobi termoplastycznej). Był też uczestnikiem w dwóch projektach Polonium w latach 2000 i 2001 czyli mniej więcej w czasie obrony doktoratu.

#### *Referaty naukowe wygłoszone na zaproszenie*

Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitant wygłosił sześć referatów w instytucjach krajowych (AGH, UW, UŚ, UMCS, Uniw. Przyrodniczy w Lublinie) oraz dwa za granicą na uniwersytetach w Poitiers i Mitrowicy. W większości przypadków referaty dotyczyły rozpraszania promieniowania rentgenowskiego w układach wielowarstwowych oraz zmian naprężeń w cienkich warstwach metalicznych w trakcie osadzania i przy zmianach temperatury układu.

#### *Konferencje*

Kwestia udziału i prezentacji na konferencjach nie jest do końca jasna. W autoreferacie, Kandydat wylicza 30 „ważniejszych prezentacji na konferencjach” a w wykazie osiągnięć cztery „referaty po obronie pracy doktorskiej”. Trudno zgadnąć, na których konferencjach sam prezentował, a na których inni prezentowali wyniki prac, których był współautorem. Niemniej jednak, po uzyskaniu stopnia doktora wyniki były przedstawiane na około 20 konferencjach, w tym na pięciu E-MRS (European Materials Research Society) Meetings, na czterech konferencjach Materials for Advanced Metallization (MAM) i na XTOP (Biennial Conference on High-Resolution X-Ray Diffraction and Imaging). Ponadto wyniki prezentowano na trzech Conferences on Applied Crystallography, trzech mniejszych anglojęzycznych konferencjach w Polsce oraz na czterech krajowych sympozjach w języku polskim. Dwie z konferencji, na których Habilitant prezentował wyniki dotyczyły inżynierii rolnej.

#### *Recenzje*

Dr Chocyk recenzował dla 16 czasopism naukowych, w tym dla kilku prestiżowych, jak np. Applied Surface Science, Surface Science, Vacuum. Ponadto wykonywał recenzje artykułów do materiałów konferencyjnych oraz napisał dwie opinie wydawnicze dla PWN.

#### *Dane naukometryczne*

Według Web of Science, dr Chocyk legitymuje indeksem Hirscha 12. Na wskaźnik ten wpływają dwa artykuły opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora. Ogólna liczba cytowań publikacji Habilitanta wynosi 340, zaś liczba cytowań bez autocytowań to 299. Około 1/7 z wszystkich cytowań dotyczy artykułów opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora. Sumaryczny 'impact factor' Habilitanta według Journal Citation Reports to 78,437. Według ministerialnych list za lata 2013–2018, na publikacje dr. Chocyka przypada 290 punktów, a według listy za lata 2019–2022 jest to 1090 punktów. Te wskaźniki bibliometryczne z pewnością uprawniają dr. Chocyka do obiegania się o stopień doktora habilitowanego.

#### *Podsumowanie*

Wyżej opisane dokonania pokazują, że dr Chocyk prowadzi on aktywną działalność naukową. Jego prace stanowią znaczący wkład w badania nad cienkimi warstwami metalicznymi. Poza tym udziela się w kilku innych obszarach badań materiałowych. Jego wyniki prezentowane są na licznych konferencjach. Robi dość dużo recenzji. W mojej opinii, Kandydat spełnienia kryterium dotyczące wykazywania się istotną aktywnością naukową.

#### 4. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

Jako pracownik uczelni, Pan dr Chocyk prowadził wiele zajęć dydaktycznych. W szczególności miał wykłady i ćwiczenia z przedmiotu 'fizyka' dla kierunków inżynierskich (Mechanika, Elektrotechnika, Transport, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji). Ponadto przygotowywał instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki oraz z podstaw elektrotechniki i elektroniki a także prowadził zajęcia laboratoryjne z tych przedmiotów.

Poza zajęciami dotyczącymi podstaw fizyki, wygłaszał serie bardziej specjalistycznych wykładów. W szczególności były to wykłady 'Optyka techniczna' i 'Fizyczne podstawy diagnostyki medycznej' dla kierunków inżynierskich, 'Metody Monte Carlo' dla kierunku 'matematyka', a także serie wykładów w języku angielskim 'Mathematical methods in physics and engineering' i 'Computer simulations of physical processes in mechanics'.

Dr Chocyk był promotorem dwóch prac magisterskich.

W ramach swojej działalności dydaktycznej opracował sylabusy do przedmiotu 'fizyka' dla kilku kierunków inżynierskich Politechniki Lubelskiej (Inżynieria Materiałowa, Mechanika, Transport, Inżynieria Pojazdów) a także sylabus do przedmiotu 'Metody matematyczne w fizyce i technice' dla kierunku Mechanika i Budowa Maszyn.

Habilitant jest aktywnym działaczem programu wymiany studentów Erasmus. W latach 2008–2012 był wydziałowym koordynatorem tego programu. W jego ramach, w latach 2009–2017, wyjeżdżał do pięciu ośrodków zagranicznych: na Uniwersytet Techniczny w Lizbonie, Université d'Aix-Marseille, Słowacki Uniwersytet Techniczny w Bratysławie, Université de Poitiers oraz University of Priština (Kosowska Mitrovica). Przy okazji tych wyjazdów prowadził mini-kursy w Lizbonie, Bratysławie i Mitrowicy. W latach 2011–2016, corocznie wygłaszał cykle wykładów dla studentów zagranicznych w Polsce.

Do tej szeroko zakrojonej działalności dydaktycznej dr. Chocyka, należy jeszcze dodać kierowanie projektem 'Wspomaganie procesu dydaktycznego technologiami informacyjnymi' realizowanym na Politechnice Lubelskiej w latach 2005–2009.

##### *Popularyzacja nauki*

Dr Chocyk popularyzował naukę na Lubelskim Festiwalu Nauki w latach 2008, 2009 i 2010. Miał też wykłady na Chełmskim Festiwalu Nauki i Sztuki w latach 2011 i 2012. Jego aktywność dydaktyczna nie ograniczała się do zajęć na uczelni. W latach 2011–2017, koordynował i prowadził zajęcia z fizyki dla uczniów Liceum Ogólnokształcącego w Chełmie pod patronatem Politechniki Lubelskiej. W latach 2011–2013 prowadził też wykłady z fizyki dla uczniów szkół średnich w ramach projektu 'Wybieram e-fizykę'. Ponadto od 2021 koordynuje współpracę pomiędzy Politechniką Lubelską a jednym z lubelskich liceów ogólnokształcących na mocy umowy pomiędzy tymi jednostkami. Należy też wspomnieć przygotowanie programów i prowadzenie zajęć z uzdolnionymi dziećmi w ramach Uniwersytetu Dziecięcego UniKids w Lublinie w roku 2015.

##### *PTF*

Dr Chocyk jest aktywnym członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego (PTF). Był długoletnim członkiem zarządu lubelskiego oddziału PTF (2014–2020), a także członkiem komisji rewizyjnej w tym oddziale (2010–2011, 2022–2023). Współorganizował XLI Zjazd Fizyków Polskich w Lublinie w roku 2011.

##### *Nagrody i wyróżnienia*

Dr Chocyk jest laureatem wielu nagród rektora Politechniki Lubelskiej, w szczególności nagrody indywidualnej za osiągnięcia naukowe w roku 2002 i sześciu nagród zespołowych uzyskanych za osiągnięcia naukowe, dydaktyczne lub organizacyjne w latach 2005–2019. Ponadto otrzymał dwie zespołowe nagrody rektora Akademii Rolniczej za osiągnięcia naukowe w latach 2003 i 2008.

### *Ocena działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej*

Dokumentacja wniosku jednoznacznie pokazuje, że dr Chocyk jest doświadczonym dydaktykiem. Duża aktywność w PTF czy w ramach programu Erasmus to, w mojej ocenie, bardzo istotne osiągnięcia organizacyjne. Wysoko oceniam również działania Habilitanta na rzecz popularyzacji nauki.

## **5. Współpraca z innymi ośrodkami**

### *Współpraca ośrodkami naukowymi*

W latach 1998–2003, Kandydat odbył cztery krótkoterminowe wizyty na Université d'Aix-Marseille, jedną na Université de Poitiers (Laboratoire de Metallurgie Physique) oraz staż na AGH. Większość z tych wizyt miała miejsce na wczesnym etapie kariery naukowej. Tylko dwie odbyły się po obronie doktoratu.

Mimo, że prawie wszystkie publikacje są wieloautorskie, tylko nieliczne (sześć) mają zagranicznych współautorów. W większości wypadków, współautorzy to współpracownicy z Politechniki Lubelskiej bądź pracownicy instytucji zlokalizowanych w Lublinie: UMCS i Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (dawna Akademia Rolnicza).

### *Współpraca z sektorem gospodarczym*

Dr Chocyk uczestniczył w pracach badawczo-rozwojowych „Badanie emisyjności próbek z różnych materiałów i z różną powłoką” w ramach projektu realizowanego przez firmę Enca Technology Sp. z o.o. finansowanego z funduszy europejskich. Wielokrotnie prowadził badania własności mechanicznych folii dla firmy Glopac Sp. z o.o. z Lublina – producenta folii i wyrobów do pakowania. Opiniował też innowacyjność produktu tej firmy na zlecenie Politechniki Lubelskiej. Prowadził również badania kompozytów gumowych na zlecenie firmy Gumet z Kraśnika.

Ponadto Dr Chocyk jest również współtwórcą wynalazku opatentowanego (dla Politechniki Lubelskiej) w roku 2021.

### *Ocena współpracy*

Wymogiem ustawowym jest również by osoba, której nadaje się stopień doktora habilitowanego wykazywała się aktywnością naukową „realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej”. Kandydat niewątpliwie współpracuje z innymi ośrodkami, choć jego aktywność naukowa jest w dużej mierze ograniczona do Lublina. Umieździarodowienie czysto naukowej aktywności Kandydata jest stosunkowo małe. Wysoko natomiast oceniam współpracę z instytucjami otoczenia gospodarczego.

## **6. Konkluzja**

W mojej opinii, Pan dr Dariusz Chocyk spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. W związku z powyższym, postuluję skierowanie jego wniosku do dalszych etapów postępowania.

Kraków, 30.01.2023

A. Morawski