

Prof. dr hab. inż. Jan R. Dąbrowski  
Politechnika Białostocka  
Wydział Mechaniczny  
ul. Wiejska 45 C  
15-351 Białystok  
e-mail: j.dabrowski@pb.edu.pl

Białystok, 2024.02.06

### **Recenzja**

**osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej**

**dr inż. Tomasza Buchwalda**

**w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego**

**doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych**

**w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa**

*Podstawą opracowania niniejszej recenzji było pismo dr hab. Mirosława Szybowicza, prof. PP –Dziekana Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej (pismo znak DF-64/131/2023) oraz dołączona dokumentacja przewodu habilitacyjnego.*

Do wniosku dołączone zostały następujące dokumenty:

- Dane wnioskodawcy,
- Autoreferat,
- Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa,
- Kopia dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- Kopie publikacji naukowych wchodzących w skład cyklu prac powiązanych tematycznie,
- Kopie oświadczeń współautorów publikacji dotyczących ich udziału w pracach naukowych,
- Kopie potwierdzeń osiągnięć uzyskanych w innej jednostce naukowej niż macierzysta,
- Kopie dokumentów poświadczające wybrane osiągnięcia (tylko w wersji elektronicznej).

W wykazie prac zawarte są informacje szczegółowe, dotyczące: opublikowanych prac naukowych, aktywności naukowej, współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, osiągnięciach dydaktycznych i popularyzatorskich oraz w zakresie organizacji nauki, nagród i wyróżnień oraz dane naukometryczne.

Recenzja została opracowana zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami oraz ustawą Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 3 lipca 2018 roku, z późniejszymi zmianami.

### **1. Rys zawodowy kandydata**

Dr inż. Tomasz Buchwald ukończył w 2008 roku studia magisterskie na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej i następnie uczestniczył w studiach doktoranckich na macierzystym Wydziale. W 2014 roku, na podstawie rozprawy, pt. „Metoda spektroskopii Ramana w badaniach materiałów biologicznych na przykładzie ludzkiej tkanki kostnej” uzyskał tytuł doktora nauk fizycznych.

W 2013 roku został zatrudniony w Politechnice Poznańskiej na Wydziale Fizyki Technicznej, a od 2019 roku na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, kolejno na stanowiskach asystenta i adiunkta.

### **2. Działalność naukowo-badawcza**

Od początku pracy naukowej kandydat zajmuje się badaniami materiałów medycznych, z wykorzystaniem nowoczesnej techniki spektroskopii Ramana. Technika ta, obok spektroskopii w podczerwieni (IR=Infra Red), należy do grupy metod spektroskopii optycznej, cząsteczkowej (molekularnej), zajmującej się badaniami widm rotacyjnych i oscylacyjno-rotacyjnych związków chemicznych. W spektroskopii Ramana rejestruje się widma promieniowania elektromagnetycznego rozproszonego niesprężyście, natomiast w technice IR widma promieniowania zaadsorbowanego lub emitowanego (techniki: transmisyjna, odbicia wewnętrznego, rozproszonego, fotoakustyczna, emisyjna). Wymienione techniki wykorzystuje się uzupełniająco, przy czym pasma w widmach Ramana są często ostrzejsze, a tym samym lepiej rozróżnialne.

Spektroskopia Ramana i IR (FTIR) znalazła szerokie zastosowanie w badaniach materiałów medycznych, m.in. białek, lipidów kwasów nukleinowych, cukrów, w analizie zmian miażdżycowych, monitorowaniu choroby Alzheimera, płynów biologicznych (ślina, ciecz synowialna), złogów mineralnych (kamienie żółciowe i nerkowe), kości, zębów, implantów (stomatologicznych, chirurgicznych, okulistycznych) [bibliografia w posiadaniu recenzenta].

W tym kontekście należy zdecydowanie uznać, że tematyka badawcza dr inż. T. Buchwalda dobrze wpisuje się w aktualne kierunki badań w obszarach, zarówno inżynierii materiałowej jak również biomedycznej.

Większość publikacji naukowych z udziałem kandydata ma charakter interdyscyplinarny i powstała w ramach współpracy, głównie z Instytutem Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej oraz Uniwersytetem Medycznym im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu.

### **2.1. Ocena osiągnięcia naukowego**

Kandydat przedłożył do oceny osiągnięcie naukowe, w formie jednotematycznego cyklu publikacji, zatytułowanego: „Spektroskopia Ramana w ocenie właściwości, możliwości modyfikacji i potencjału aplikacyjnego materiałów biomedycznych”.

Należałoby zapytać kandydata o definicję materiałów biomedycznych. Zamiennie używa też terminu biomateriały. W tym odniesieniu istnieje kilka pojęć pokrewnych: wyroby medyczne (dyrektywy UE, MDD), materiały medyczne (Ustawa z dnia 10.10.1991, Dz.U. Nr 105), biomateriały (wiele definicji), ze zróżnicowaną zawartością merytoryczną.

Na cykl składa się 16 publikacji naukowych, w czasopismach notyfikowanych w bazie JCR. Prace zostały opublikowane w latach 2014 – 2021, po uzyskaniu stopnia doktora (w tym 1 artykuł przed doktoratem). W zestawie brak jest prac jedno autorskich, natomiast w 4 publikacjach kandydat jest pierwszym autorem. Udziały merytoryczne współautorów w przygotowaniu publikacji, wraz ze wskazaniem realizowanych zadań i szacunkami ilościowymi, zostały potwierdzone pisemnie.

Na omawiane osiągnięcie naukowe składają się następujące publikacje:

**H1:** „Study of a new resin-based dental composites containing hydroxyapatite filler using Raman and infrared spectroscopy”,

**H2:** „Characterization of light-cured, dental-resin-based biocomposites”,

**H3:** „Surface Energy of bovine dentin and enamel by means of inverse gas chromatography”,

**H4:** „Calcium release from experimental dental materials”,

**H5:** „Experimental and in silico investigations of organic phosphates and phosphates sorption on polymer-ceramic monolithic materials and hydroxyapatite”,

**H6:** „Raman spectroscopy as a tool of early dental caries detection – new insights”,

**H7:** „The effect of bonding system application on surface characteristics of bovine dentin and enamel”,

**H8:** „Determination of storage solutions influence on human enamel by Raman spectroscopy”,

**H9:** „Modification of Ti6Al4V surface by diazonium compounds”,

**H10:** „Assessment of the Raman spectroscopy effectiveness in determining the early changes in human enamel caused by artificial caries”,

**H11:** „Siliceous-based monolithic materials coated with a hydroxyapatite layer: Preparation and investigation of drug affinity by Raman spectroscopy”,

**H12:** „Zeolite fillers for resin-based composites with remineralizing potential”,

**H13:** „The possibility of the polyurethane layer attachment to the unmodified and diazonium-modified titanium alloy applied as potential biomaterials”,

**H14:** „Improving the abrasion resistance of Ti6Al4V alloy by modifying its surface with a diazonium salt and attaching of polyurethane”,

**H15:** „Determination of bisphosphates anti-resorptive properties based on three various forms of ceramic materials: sorption and release proces evaluation”,

**H16:** „The fluorescence background in Raman spectra of sound enamel”.

Przedstawione publikacje składają się na następujące, podstawowe tematy badawcze:

***1. Charakterystyka spektroskopowa biomateriałów o potencjalnym zastosowaniu stomatologicznym oraz twardych tkanek zębów (H1-H4, H7, H12).***

W zakresie tej tematyki, przedstawione zostały wyniki badań spektroskopowych stopnia przereagowania monomerów w badanych kompozytach polimerowych na stałe wypełnienia stomatologiczne. Oceniano stopień konwersji monomerów DC (degree of conversion) – H1, głębokość utwardzania DOC (depth of cure) - H2 oraz zdolność uwalniania jonów wapnia z napełniaczy proszkowych (hydroksyapatyt –HA, fosforan trójwapniowy – TCP). W pracy H12 oceniano możliwości wymiany jonów wapnia z napełniaczy typu zeolitów. W pracy H3 oceniano siły adhezji na granicy faz tkanka zęba/wypełnienie. Podstawowym narzędziem badawczym była metoda odwróconej chromatografii gazowej, zastosowana również w pracy H7 - w badaniach zmian powierzchniowych twardych tkanek zębów bydłęcych, po zabiegach preparacji powierzchniowej.

**Dyskusja:**

- Można mieć wątpliwości odnośnie znaczącego wpływu jonów wapniowych na procesy remineralizacji zmian próchnicowych. Wiadomo, że udokumentowany efekt kariostatyczny wywierają jony fluoru, w kierunku przebudowy hydroksyapatytu szkliska do fluoroapatytu.

- Badania spektroskopowe DOC korzystnie byłoby skorelować z danymi otrzymanymi innymi technikami, np. poprzez ocenę twardości w przekroju kompozytów (badania realizowane również przez recenzenta).
- Można przyjąć a priori (liczne dane literaturowe) założenie o większej rozpuszczalności, a tym samym zdolności uwalniania jonów wapnia w środowisku wodnym z TCP, w porównaniu do HA – co nie odpowiada wynikom badań w pracy H4 (fig.3). Rozpuszczalność HA zależy od jego składu i struktury. Wiadomo, że naturalny HA, o stosunku Ca/P =1,67 jest fazą trudnorozpuszczalną.
- Równoważne zawartości masowe napełniaczy HA i TCP w kompozytach (% mas) – H4, w wymiarze molowym, właściwym dla tych rozważań, dają różne ilości jonów wapnia. Może prowadzić to do błędnych opisów i konstatacji.
- Należy stosować wielkości fizyczne i jednostki miar zgodnie z układem SI. Dotyczy to błędnych jednostek lepkości w pracy H4 (g/ml, właściwe kg/m<sup>3</sup>).

## **2. Charakterystyka spektroskopowa modyfikowanej powierzchni stopu tytanu Ti6Al4V o potencjalnym zastosowaniu w endoprotezach (H9, H13, H14).**

Cykl prac opisuje modyfikację powierzchni implantacyjnego stopu tytanu, w kierunku polepszenia charakterystyk tribologicznych, zwłaszcza odporności na zużycie. Procedury modyfikacji zawierały: nanoszenie na powierzchnię soli diazoniowych (H9, H14), pokrycie powierzchni warstwą poliuretanu (H13), ocenę charakterystyk tribologicznych (H14).

W połowicznych, dzielonych endoprotezach stawu biodrowego stopy tytanu stosuje się głównie na trzpienie protez. Głowy protez, z uwagi na problemy zużycia tribologicznego, wykonuje się najczęściej z materiałów ceramicznych (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) lub innych metali (rzadko). Trwają intensywne badania w celu podwyższenia odporności na zużycie implantacyjnych stopów tytanu, stosowanych w różnych węzłach kinematycznych, np. komercyjnie w alloplastyce stawów, z zastosowaniem technik OHD (oxygen hardening diffusion) lub innych metod (wymienionych również w pracy H14). W tym kontekście podjęta przez kandydata tematyka wpisuje się w aktualne i ważne kierunki badawcze.

### **Dyskusja:**

- Pokrycia przeciwzużyciowe i przeciwtarciowe w węzłach tribologicznych powinny charakteryzować się wysoką odpornością na zużycie tribologiczne, niskimi oporami ruchu oraz, co w omawianym przypadku jest równie ważne – wysoką trwałością eksploatacyjną, zwłaszcza w warunkach braku ich regeneracji (jak w przyjętym przez kandydata modelu). Należy też mieć na uwadze, że trwałość eksploatacyjna powłok polimerowych (odporność zużyciowa w długich okresach eksploatacji) zwykle jest niewystarczająca.
- W analizie danych z badań tribologicznych, kandydat skupia się na oporach ruchu (współczynnik tarcia) badanych par tribologicznych, z tendencją do poszukiwania relacji z zużyciem. Należy jednak podkreślić, że generalnie brak jest jednoznacznych i prostych zależności oporów ruchu i zużycia w węzłach tribologicznych.

- Zamieszczone w pracy H14 opisy i konstatacje trudno uznać za wiarygodne i istotne naukowo, głównie z uwagi na niewystarczającą ilość danych z przeprowadzonych badań tribologicznych: jedynie testy z użyciem tribometru typu ball-on-flat (omyłkowo kandydat podaje w publikacji „pin-on-flat) - z oceną współczynnika tarcia, w krótkotrwałych testach (400s).
- Można mieć wątpliwości odnośnie oceny stabilności pokryć poliuretanowych w kontakcie z płynem SBF. Środowisko SBF stosuje się głównie do oceny zdolności osteointegracji biomateriałów, poprzez wydzielanie na powierzchni warstewek fosforanów. Z licznych danych literaturowych oraz doświadczeń recenzenta wynika, że wyniki takich testów znacząco odbiegają od obserwacji klinicznych.

### **3. Charakterystyka spektroskopowa materiałów symulujących tkankę kostną oraz nowych związków antyresorpcyjnych kości (H5, H11, H15).**

W badaniach opisanych w tym cyklu publikacji, obok spektroskopii Ramana, kandydat skutecznie stosował nowoczesne techniki badawcze, m.in.: chromatografię cieczową, spektroskopię mas oraz spektroskopię UV-VIS. Badał procesy sorpcji/desorpcji szeregu bisfonianów - potencjalnych inhibitorów resorpcji tkanki kostnej, na powierzchni przygotowanych substytutów kości. Ten kierunek badań wydaje się być bardzo atrakcyjnym naukowo oraz ważny z powodu znaczących walorów aplikacyjnych. Można wspomnieć, że w aktualnych doniesieniach naukowych opisuje się badania leków antyresorpcyjnych kości, np. preparat TIDEGLUSIB, skuteczny w remineralizacji twardych tkanek zębów (stosowany również w zaawansowanej chorobie Alzheimera) [dane literaturowe w posiadaniu recenzenta]. Cennym osiągnięciem naukowym jest propozycja metodyczna badań procesów sorpcji na powierzchni HA (H11).

#### **Dyskusja:**

- W badaniach z udziałem resorbowalnych polimerów: kaprolaktamu (PCL) oraz polilaktydu (PLA), brak jest danych o zdolności do degradacji hydrolytycznej tych polimerów, co może mieć wpływ na badane procesy sorpcyjne. Wiadomo, że trwałość PCL jest relatywnie wysoka (do kilku lat), w porównaniu do PLA, którego trwałość (kilka tygodni, do kilku lat) zależy w dużym stopniu od rodzaju i zawartości monomerów (enancjomerów kwasu mlekowego).

### **4. Określenie skuteczności spektroskopii Ramana w diagnostyce próchnicy zębów (H6, H8, H16).**

Wynikom tych badań należy przypisać duże znaczenie poznawcze procesów próchnicowych zębów, zwłaszcza w zakresie diagnostyki takich zmian chorobowych. Badano zmiany w wyniku naturalnych procesów próchnicowych (H6) oraz wywołane indukowaną próchnicą, wywołaną zabiegami laboratoryjnymi demineralizacji szkliwa (H10). Znaczącym osiągnięciem naukowym tych badań była propozycja wykorzystania dodatkowych parametrów spektralnych w widmach Ramana do identyfikacji zmian próchnicowych. Uzupełnieniem tych badań była

ocena znaczenia tła w widmie Ramana szkliwa w kontekście diagnostyki szkliwa (H16). Duże znaczenie użytkowe mają też, zawarte w pracy H16, wyniki testów porównawczych z wykorzystaniem techniki Ramana oraz komercyjnego urządzenia do diagnostyki zmian próchnicowych (DIAGNOdent pen 2190). W publikacji H16 przedstawione zostały wyniki testów spektroskopowych, wpływu wybranych roztworów kondycjonujących na zmiany powierzchni szkliwa zębów. Zaskakującą konkluzją z tych badań jest zalecenie przechowywania tkanek zębów w wodzie destylowanej, ze świadomością braku gwarancji ochrony przeciwgrzybiczej i –bakteryjnej.

### **Dyskusja:**

- Uzupełnienie testów spektroskopowych o badania składu chemicznego i struktury wierzchnich warstw szkliwa korzystnie wpłynęłoby na jakość naukową i znaczenie użytkowe tych badań.
- Brak obecności biofilmu, a tym samym flory bakteryjnej w badaniach modelowych procesów próchnicowych (H10), obniża poziom merytoryczny wnioskowania. Należy jednak podkreślić, że kandydat dostrzega znaczenie naukowe tych zagadnień i planuje ich podjęcie w dalszych badaniach.

Odnosząc się do oceny dzieła naukowego należy podkreślić, że wyniki badań zostały opublikowane w renomowanych czasopismach indeksowanych w bazie JCR, przypisanych do dyscypliny Inżynieria Materiałowa, m.in.: Journal of Raman Spectroscopy (IF=2, 353), Materials Science & Engineering (IF=5,260), Surface & Coatings Technology (IF=3,958), Scientific Reports (IF=5,134).

Dane te świadczą, że prace włączone do zbioru habilitacyjnego uzyskują, poprzez fakt publikacji w czasopismach o uznanej renomie naukowej, potwierdzenie statusu istotnego wkładu w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa.

## **2.2. Całokształt dorobku naukowego**

W oparciu o analizę całokształtu dorobku naukowego, wyłaniają się dobrze zdefiniowane obszary zainteresowań naukowych kandydata, związane z wykorzystaniem mikrospektroskopii Ramana w ocenie właściwości oraz potencjału aplikacyjnego materiałów medycznych, realizowane niezmiennie od początku studiów doktoranckich.

Prace badawcze przed doktoratem pozwoliły na przygotowanie 5 publikacji naukowych (z listy JRC) oraz 3 recenzowanych artykułów pokonferencyjnych (1 na konferencji międzynarodowej – XXII International Conference on Raman Spectroscopy, Boston, Massachusetts) oraz 7 współautorskich rozdziałów w monografiach naukowych (Nauka i przemysł – metody spektroskopowe w praktyce, nowe wyzwania i możliwości, wyd. UMCS, Lublin, 2012-14).

Po doktoracie, kandydat kontynuował wcześniej podjęte badania, chociaż coraz więcej uwagi poświęcał badaniom nowych lub modyfikowanych biomateriałów do zastosowań w chirurgii kostnej i stomatologii. Przedstawił możliwości wykorzystania spektroskopii Ramana w ocenie zróżnicowanych strukturalnie materiałów: od światłoutwardzalnych kompozytów, przez monolityczną ceramikę, powłoki organiczno-polimerowe na implantacyjnym stopie tytanu, po naturalne tkanki zębów. Doświadczenia naukowe kandydata oraz możliwość korzystania z nowoczesnych narzędzi badawczych, umożliwiło uzyskanie cennych wyników, o znaczących walorach naukowych i poznawczych w obszarze inżynierii materiałowej.

Wyraźnie widoczne jest „przyspieszenie naukowe” po doktoracie. Opublikował 50 artykułów w czasopiśmie o uznanej renomie naukowej (z listy JCR), 3 recenzowane artykuły pokonferencyjne (BioOrg Ogólnopolskie Sympozium Chemii Bioorganicznej i Biomateriałów, Poznań, 2017-19) oraz 20 współautorskich rozdziałów w monografiach naukowych (17 w: Nauka i przemysł – metody spektroskopowe w praktyce, nowe wyzwania i możliwości, wyd. UMCS, Lublin, 2015-19). Należy też wskazać na udział kandydata w 80 konferencjach naukowych (46 przed doktoratem), krajowych i zagranicznych (17).

Jest współautorem 1 patentu krajowego (PL 238111 B1).

Na podkreślenie zasługuje udział kandydata w licznych projektach badawczych:

- finansowanych z NCN (6, 1-kierownik),
- fundusze Unii Europejskiej (4-kierownik),
- subwencja MEiN dla młodych naukowców (5, 3-kierownik),
- konkurs na interdyscyplinarne granty rektorskie (1) oraz inne źródła finansowania (1).

Wyrazem uznania dla wiedzy naukowej kandydata są liczne recenzje publikacji (11) w renomowanych czasopiśmie i wydawnictwach naukowych, m.in.: Journal of Raman Spectroscopy (2,858), Molecular And Biomolecular Spectroscopy (IF=4,073), Journal of alloys and compounds (IF=5,341).

O wysokiej jakości naukowej dorobku kandydata mogą świadczyć poniższe dane naukometryczne:

- sumaryczny IF = 231,265 (średnia 4,205),
- liczba cytowani (WoS) = 586 (508-bez autocytowań),
- indeks Hirscha (WoS) = 14,
- suma punktów MEiN = 4895 (średnia-118).

Podsumowując, można stwierdzić, że całokształt dorobku naukowego kandydata spełnia wymogi ustawowe, do starania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.



### **3. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska**

Dr inż. Tomasz Buchwald jest doświadczonym dydaktykiem. Od 2013 roku przygotowywał i prowadził w Politechnice Poznańskiej wykłady, seminaria i laboratoria na kilku kierunkach studiów, w szczególności Fizyka Techniczna i Edukacja Techniczno-Informatyczna, m.in. przedmioty: Materiały funkcjonalne, Wstęp do nauki o materiałach, Fizyka /Fizyka doświadczalna / Fizyka techniczna.

Jest opiekunem 1 realizowanej pracy doktorskiej oraz był promotorem pomocniczym w 1 zakończonej rozprawie doktorskiej (2022, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu).

Pełnił funkcje promotora studenckich prac dyplomowych: magisterskich (6) i inżynierskich (8).

W działalności zawodowej kandydata można odnotować 3 krótkoterminowe staże naukowe: 2 krajowe oraz pobyt w Deft University of Technology (5.01 – 1.02. 2015). Na podkreślenie zasługuje szeroka współpraca badawcza z licznymi jednostkami naukowymi, głównie Uniwersytetem Medycznym w Poznaniu, UMCS w Lublinie, Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu, Uniwersytetem w Rostoku (Niemcy).

Należy odnotować zaangażowanie kandydata w zakresie organizacyjnym oraz w działalności popularyzatorskiej nauki. Oto wybrane fakty:

- udział w 5 komitetach organizacyjnych krajowych konferencji naukowych,
- edytor gościnny w 2 wydaniach renomowanego czasopisma Applied Sciences,
- udział w licznych komisjach i jednostkach organizacyjnych Politechniki Poznańskiej,
- szeroka działalność popularyzatorska nauki dla uczniów szkół ponadpodstawowych

W podsumowaniu stwierdzam, że dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski kandydata należy ocenić wysoko, również w kontekście wymogów ustawowych.

### **4. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Analiza przedstawionych danych potwierdza dużą aktywność naukową oraz zaangażowanie kandydata w działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej nauki. Wskaźniki ilościowe dorobku naukowego należy uznać za wysokie – zgodnie z przyjętymi standardami w dziedzinie nauk technicznych.

Mając na uwadze wyraźne „przyspieszenie” aktywności naukowej kandydata po uzyskaniu stopnia doktora, można oczekiwać większego zaangażowanie we współpracę międzynarodową, co niewątpliwie korzystnie wpłynie na dalszy rozwój naukowy, a tym samym na jego prestiż w środowisku naukowym krajowym i zagranicznym. Można również oczekiwać większej aktywności w zakresie praktycznego wykorzystania wyników badań.

Podsumowując ocenę dorobku, przede wszystkim naukowego, w tym osiągnięcia naukowego dr inż. Tomasza Buchwalda stwierdzam, że:

1. Przedstawiony jednotematyczny cykl publikacji, zatytułowany: „Spektroskopia Ramana w ocenie właściwości, możliwości modyfikacji i potencjału aplikacyjnego materiałów biomedycznych”, składający się z 16 publikacji w czasopismach notyfikowanych w bazie JCR (z uwzględnieniem wkładu kandydata w poszczególne prace), w pełni spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych. Przedstawione osiągnięcia, oprócz walorów naukowych mają też znaczenie użytkowe i wnoszą wkład do rozwoju dyscypliny Inżynieria Materiałowa.
2. Całościowy dorobek publikacyjny potwierdza dużą aktywność naukową kandydata, zwłaszcza po doktoracie. Wskaźniki ilościowe dorobku naukowego, zgodnie z przyjętymi standardami w dziedzinie nauk technicznych, należy uznać za wysokie i w pełni wystarczające do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.
3. Wysoko oceniam dorobek dydaktyczny, organizacyjny oraz popularyzatorski kandydata.

**W konkluzji niniejszej recenzji stwierdzam, że dr inż. Tomasz Buchwald spełnia wymagania, w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.**

**Zwracam się do Rady Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, w sprawie rozpatrzenia wniosku o nadanie dr inż. Tomaszowi Buchwaldowi stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.**

(Jan R. Dąbrowski)