

prof. dr hab. inż. Tomasz M. Chmielewski

Warszawa, 25.03.2026

Politechnika Warszawska

Wydział Mechaniczny Technologiczny

ul. Narbutta 85

02-524 Warszawa

(dyscyplina: Inżynieria Mechaniczna)

Recenzja

dorobku naukowego przedstawionego w wniosku o nadanie stopnia
doktora habilitowanego
Pana dr. inż. Pawła Turka
na podstawie osiągnięć zatytułowanych:

**„Analiza dokładności geometrycznej i chropowatości powierzchni modeli
wykonanych metodami przyrostowymi z materiałów polimerowych”** – monografia
autorska

**„Opracowanie metodyki obróbki danych numerycznych w zakresie podwyższenia
dokładności wykonania prototypów metodami przyrostowymi”** – cykl artykułów
naukowych

Podstawa opracowania:

Pismo Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im.
Ignacego Łukasiewicza nr RM/531-02-04/2025 z dnia 26.11.2025, dotyczące
sporządzenia recenzji dorobku naukowego Pana dr. inż. Pawła Turka
w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Recenzję opracowano na podstawie przekazanej dokumentacji, w skład której wchodzi:

1. Wniosek o przeprowadzenie postępowania w celu nadania stopnia doktora habilitowanego.
2. Dyplom potwierdzający posiadanie przez kandydata stopnia doktora nauk technicznych.
3. Autoreferat.
4. Publikacje naukowe.
5. Wykaz osiągnięć naukowych i aktywności naukowej i opis współpracy z otoczeniem gospodarczym i społecznym.

1. Ogólna charakterystyka Kandydata

Pan dr inż. Paweł Turek jest absolwentem Politechniki Rzeszowskiej studia ukończył w roku 2011 na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa na kierunku Automatyka i robotyka. Tytuł pracy magisterskiej „Zaprogramowanie stanowiska do paletyzacji z wykorzystaniem robota KUKA”.

Stopień naukowy doktora, Kandydat uzyskał w roku 2017 w dyscyplinie naukowej Budowa i eksploatacja maszyn, broniąc pracę doktorską „Metodyka projektowania oraz wytwarzania modeli medycznych żuchwy”, promotorem doktoratu był Pan profesor Grzegorz Budzik.

Pan dr inż. Paweł Turek obecnie pracuje w Katedrze Technik Wytwarzania i Automatykacji na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej na stanowisku adiunkta.

Aktywność naukowa Kandydata ulokowana jest głównie w obszarze techniki obróbki przyrostowej oraz cyfrowego odwzorowywania trójwymiarowego w zakresie jakości i funkcjonalności wydruków dla zastosowań technicznych i medycznych. Aktualny (na dzień złożenia wniosku) dorobek Kandydata istotny z punktu widzenia prowadzonego postępowania obejmuje:

- publikacje naukowe indeksowanej w bazie Web of Science: 5;
- publikacje naukowe indeksowane w Scopus: 33 (w czasie opracowywania recenzji 46)
- sumaryczny IF wg WoS: 86,405;
- 5 patentów krajowych;
- Indeks Hirscha WoS/Scopus/GS: 11/11/12 (w czasie opracowywania recenzji H indeks Scopus 13)
- udział w projektach badawczych krajowych: 10;
- staże naukowe zagraniczne/krajowe: 1/2,
- zrealizowane oryginalne osiągnięcia projekt., konstrukcyjne i technologiczne: 3.

Zakres zainteresowań i aktywności naukowej Kandydata jest szeroki i obejmuje elementy inżynierii mechanicznej, w tym: metrologię, inżynierię odwrotną, systemy CAD/CAM i obróbkę przyrostową w powiązaniu z inżynierią medyczną i medycyną (ortopedia i chirurgia twarzo-czaszki).

Do czasu złożenia wniosku habilitacyjnego Kandydat po doktoracie powiększył istotnie swój dorobek naukowy.

Analiza dokumentacji wniosku nie wskazuje, żeby Kandydat ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

2. Ocena osiągnięć naukowych

Pan dr inż. Paweł Turek przedstawił **dwa osiągnięcia naukowe**, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. "Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 ze zm.) pod tytułem "**Analiza dokładności geometrycznej i chropowatości powierzchni modeli wykonanych metodami przyrostowymi z materiałów polimerowych**" – autorska monografia naukowa wydana nakładem Oficyny Wydawniczej Politechniki Rzeszowskiej w roku 2025 oraz cykl 15 powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zatytułowany

“Opracowanie metodyki obróbki danych numerycznych w zakresie podwyższenia dokładności wykonania prototypów metodami przyrostowymi”, w skład którego wchodzi: 2 artykuły samodzielne, 13 artykułów współautorskich, opublikowanych w okresie 2019-2025 w czasopiśmie o zróżnicowanej renomie: Applied Science, Biomedical Engineering: Applications Basis and Communications, Facta Universitatis – Series Mechanical Engineering, Journal of Clinical Medicine, Materials, Polimery, Polymers, Surface Topography Metrology and Properties.

1. A1. Turek Paweł: Evaluation of surface roughness parameters of anatomical structures models of the mandible made with additive techniques from selected polymeric materials. Polimery 67(4), 162-167, 2022; DOI:10.14314/polimery.2022.4.4; IF 2022: 1,6; IF 5: 1,1; Liczba cytowańWoS: 2; punkty MNiSW: 70; Udział: 100%
2. A2. Turek Paweł: Automating the process of designing and manufacturing polymeric models of anatomical structures of mandible with Industry 4.0 convention. Polimery, 64(7-8), s. 522-529,2019; DOI:10.14314/polimery.2019.7.9; IF 2019: 1,097; IF 5: 1,1; Liczba cytowańWoS: 9; punkty MNiSW: 70; Udział: 100%
3. A3. Turek Paweł*, Budzik Grzegorz: Development of a procedure for increasing the accuracy of the reconstruction and triangulation process of the cranial vault geometry for additive manufacturing. Facta Universitatis – Series Mechanical Engineering, 23(1), s. 95-108, 2025; DOI:10.22190/fume211208025; IF 2023: 10,1; IF 5: 5,6; Liczba cytowańWoS: 0; punkty MNiSW: 100; Udział: 80%
4. A4. Turek Paweł*, Snela Sławomir, Budzik Grzegorz, Bazan Anna, Jabłoński Jarosław, Przeszłowski Łukasz, Wojnarowski Robert, Dziubek Tomasz, Petru Jana: Proposes Geometric Accuracy and Surface Roughness Estimation of Anatomical Models of the Pelvic Area Manufactured Using a Material Extrusion Additive Technique. Appl. Sci. 15, 134, 2025. DOI:10.3390/app15010134; IF2023: 2,5; IF5: 2,7; Liczba cytowańWoS: 0; punkty MNiSW: 100; Udział: 12%
5. A5. Turek Paweł*, Bazan Anna, Budzik Grzegorz, Dziubek Tomasz, Przeszłowski Łukasz: Evaluation of Macro-and Micro-Geometry of Models Made of Photopolymer Resins Using the PolyJet Method. Materials, 17(17), 4315, 2024; DOI:10.3390/ma17174315; IF2023: 3,1; IF5: 3,4; Liczba cytowańWoS: 1; punkty MNiSW: 140; Udział: 20%

6. A6. Turek Paweł*, Bazan Anna, Budzik Grzegorz, Przeszłowski Łukasz, Gapiński Bartosz: Surface roughness of photoacrylic resin shapes obtained using PolyJet additive technology. *Polimery*, 68(11-12), 2023; DOI:10.14314/polimery.2023.11.7; IF2023: 1,1; IF5: 1,1; Liczba cytowańWoS: 1; punkty MNiSW: 100; Udział: 20%
7. A7. Budzik Grzegorz*, Dziubek Tomasz, Kawalec Andrzej, Turek Paweł, Bazan Anna, Dębski Mariusz, Józwik Jerzy, Poliński Przemysław, Kielbicki Mateusz, Kochmański Łukasz, Oleksy Mariusz, Cebulski Józef, Paszkiewicz Andrzej, Kuric Ivan: Geometrical Accuracy of Threaded Elements Manufacture by 3D Printing Process. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 17(1), 35-45, 2023; DOI:10.12913/22998624/157393; IF2023: 1,0; IF5: 0,8; Liczba cytowańWoS: 4; punkty MNiSW: 100; Udział: 7%
8. A8. Bazan Anna*, Turek Paweł, Przeszłowski Łukasz: Comparison of the contact and focus variation measurement methods in the process of surface topography evaluation of additively manufactured models with different geometry complexity. *Surface Topography Metrology and Properties* 10(3), 035021, 2022; DOI:10.1088/2051-672x/ac85cf; IF2022: 2,7; IF5: 1,9; Liczba cytowańWoS: 11; punkty MNiSW: 70; Udział: 40%
9. A9. Turek Paweł*, Filip, Damian, Przeszłowski, Łukasz, Łazorko Artur, Budzik Grzegorz, Snela Sławomir, Oleksy Mariusz, Jabłoński Jarosław, Sęp Jarosław, Bulanda Katarzyna, Wolski Sławomir, Paszkiewicz Andrzej: Manufacturing Polymer Model of Anatomical Structures with Increased Accuracy Using CAx and AM Systems for Planning Orthopedic Procedures. *Polymers*, 14(11), 2236, 2022, DOI:10.3390/polym14112236; IF2022: 5,0; IF5: 4,9; Liczba cytowańWoS: 8; punkty MNiSW: 100; Udział: 8%
10. A10. Turek Paweł*, Pakla Paweł, Budzik Grzegorz, Lewandowski Bogumił, Przeszłowski Łukasz, Dziubek Tomasz, Wolski Sławomir, Frańczak Jan: Procedure Increasing the Accuracy of Modelling and the Manufacturing of Surgical Templates with the Use of 3D Printing Techniques, Applied in Planning the Procedures of Reconstruction of the Mandible. *J. Clin. Med.* 10, 5525, 2021; DOI:10.3390/jcm10235525; IF₂₀₂₁: 4,964; IF₅: 3,4; Liczba cytowańWoS: 4; punkty MNiSW: 140; Udział: 30%
11. A11. Turek Paweł*, Budzik Grzegorz: Estimating the Accuracy of Mandible Anatomical Models Manufactured Using Material Extrusion Methods. *Polymers*, 13(14), 2271, 2021; DOI:10.3390/polym13142271; IF₂₀₂₁: 4,967; IF₅: 4,9; Liczba cytowańWoS: 17; punkty MNiSW: 100; Udział: 80%
12. A12. Pisula Jadwiga*, Budzik Grzegorz, Turek Paweł, Cieplak Mariusz: An Analysis of Polymer Gear Wear in a Spur Gear Train Made Using FDM and FFF Methods Based on Tooth Surface Topography Assessment. *Polymers*,

13(10), 1649, 2021; DOI:10.3390/polym13101649; IF₂₀₂₁: 4,967; IF₅: 4,9; Liczba cytowańWoS: 27; punkty MNIŚW: 100; Udział: 30%

13. A13. BudzikGrzegorz,TurekPaweł*:Theimpactofusedifferenttypeofimageinterpolationmethods on the accuracy of the reconstruction of skull anatomical model. *Biomedical Engineering: Applications Basis and Communications*, 32(1), 2050008, 2020; DOI:10.4015/s1016237220500088; IF₂₀₂₂: 0,9; IF₅: 0,6; Liczba cytowańWoS: 0; punkty MNIŚW: 20; Udział: 50%
14. A14. TurekPaweł*,BudzikGrzegorz,SepJarosław,OleksyMariusz,JózwikJerzy,PrzesłowskiŁukasz, Paszkiewicz Andrzej, Kochmański Łukasz, Zelechowski Damian: An Analysis of the Casting Polymer Mold Wear Manufactured Using PolyJet Method Based on the Measurement of the Surface Topography. *Polymers*, 12(12), 3029, 2020; DOI:10.3390/polym12123029; IF₂₀₂₀: 4,329; IF₅: 4,9; Liczba cytowańWoS: 28; punkty MNIŚW: 100; Udział: 30%
15. A15. Turek Paweł*, Budzik Grzegorz, Przesłowski Łukasz: Assessing the Radiological Density and Accuracy of Mandible Polymer Anatomical Structures Manufactured Using 3D Printing Technologies. *Polymers*, 12(11), 2444, 2020; DOI:10.3390/polym12112444; IF₂₀₂₀: 4,329; IF₅: 4,9; Liczba cytowańWoS: 13; punkty MNIŚW: 100; Udział: 60%

Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe Kandydata ulokowane są głównie w inżynierii mechanicznej, lecz mają charakter interdyscyplinarny z wyraźnym udziałem inżynierii biomedycznej.

Przeprowadzone przez Kandydata w opracowaniach naukowych analizy mają charakter komplementarny, obejmują kilkietapowy proces: od projektowania, wykonania modelu, poprzez walidację pomiarową z uwzględnieniem uwarunkowań technologicznych obróbki przyrostowej. Habilitant w sposób przekonujący uzasadnił konieczność wypełnienia luki naukowej i technologicznej poprzez opracowanie nowych standardów projektowania technologii procesu obróbki przyrostowej uwzględniając parametry dokładności geometrycznej i struktury stereometrycznej powierzchni wydrukowanych brył polimerowych. W badaniach Kandydata można wyróżnić kilka powiązanych ze sobą etapów projektowania procesu druku 3D determinujące jakość wyrobu:

- projektowanie modelu w standardzie CAD (*ang. Computer Aided Design*),

- techniki rekonstrukcyjne z uwzględnieniem transformacji danych z standardu DICOM (*ang. Digital Imaging and Communication in Medicine*) dla inżynierii biomedycznej oraz opracowanie modeli 3D-STL (*ang. Stereolithography File*),
- proces technologiczny obróbki przyrostowej,
- kompleksową kontrolę geometrii i chropowatości powierzchni wyrobu.

Ocena osiągnięcia pierwszego. Monografia autorska Pana dr. inż. Pawła Turka przedstawia rozległe badania Autora powiązane z metrologią obiektów wykonanych metodami FDM (*ang. Fused Deposition Modelling*), SLA (*ang. Stereolithography Apparatus*), SLM (*ang. Selective Laser Melting*) z materiałów polimerowych. Środek ciężkości opracowania to analiza czynników wpływających na jakość wytwarzania przyrostowego, uwzględniająca szeroki zakres obejmujący obróbkę danych i obróbkę modelu oraz usytuowanie i zorientowanie go w przestrzeni roboczej drukarki. W opracowaniu wskazano istotne czynniki determinujące dokładność geometryczną i chropowatość powierzchni wydruków. Ważnym osiągnięciem Habilitanta jest usystematyzowanie opracowanych metod obróbki wyników pomiarów oraz opracowanie standardów i procedur mitygujących błędy procesów rekonstrukcyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań opisanych w monografii Kandydat wskazał jak dobór warunków teselacji w systemie CAD umożliwia kontrolowanie dokładności generowania modelu 3D-STL w zakresie rozdzielczości dostępnych na rynku drukarek 3D.

Monografia posiada również walor dydaktyczny, gdyż przedstawiony stan zagadnienia uwzględnia opis podstawowych formatów zapisu danych cyfrowych w projektowaniu i rekonstrukcji, omawia i systematyzuje metody stosowane w technice obróbki przyrostowej.

Ocena osiągnięcia drugiego. Cykl artykułów jest blisko powiązany tematycznie z monografią będącą przedmiotem osiągnięcia pierwszego i stanowi konsekwentną sekwencję badań uzupełniających program badawczy zrealizowany w monografii w zakresie metodologii metrologicznej, metod rekonstrukcji w oparciu o DICOM/STL, analizę cech różnych metod pomiarowych i badania eksploatacyjne. W publikacjach współautorskich Habilitant pełnił rolę wiodącego autora w zakresie koncepcji i realizacji badań. Wkład merytoryczny Kandydata w cykl publikacyjny jest jednoznacznie istotny.

Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe systematyzują nową wiedzę w zakresie sekwencji procesów zawierających operacje z obszaru: inżynierii odwrotnej, projektowania CAD, wytwarzania przyrostowego i kontroli jakości wyrobu. Opracowanie przez Kandydata nowe procedury diagnozy i eliminacji błędów są przykładem gotowych technologicznie rozwiązań zweryfikowanych praktycznie, co wskazuje na istotny wkład kandydata w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna w zakresie:

- opracowanie metodyki podwyższenia jakości modeli 3D-STL w rekonstrukcji opartej na danych z różnych urządzeń pomiarowych, w tym, skanera laserowego, skanera światła strukturalnego, mikrotomografu i danych w standardzie DICOM,
- opracowanie metodyki walidacji błędów optycznych systemów współrzędnościowych na bazie własnego modelu wzorcowego,
- opracowanie metodyki pomiaru dokładności geometrycznej oraz chropowatości powierzchni polimerowych wydruków trójwymiarowych.

3. Ocena aktywności naukowo-badawczej

Habilitant po doktoracie znacząco rozwinął warsztat naukowy w kierunku obróbki przyrostowej. Kandydat posiada w swoim dorobku liczne wystąpienia konferencyjne, jest współtwórcą pięciu patentów, uczestniczył w zespołach realizujących projekty badawcze w ramach programów europejskich. Kandydat odbył trzy staże naukowe zrealizowane poza macierzystą jednostką potwierdzone efektami naukowymi raportowanymi w współautorskich publikacjach, m.in. staż naukowy na University of Zilina w roku 2022, którego bezpośrednim efektem były dwie współautorskie publikacje w czasopiśmie Polimery oraz Advances in Science and Technology Research Journal.

Kilka artykułów naukowych będących efektami badań zrealizowanych na stażach naukowych wykazano w cyklu publikacji składających się na drugie osiągnięcie, co jest przykładem skutecznej działalności naukowej poza macierzystą jednostką, która realnie rozwinęła kompetencje naukowe Kandydata.

Wskaźniki naukometryczne Habilitanta są na dobrym poziomie i wskazują na systematyczne zwiększanie dorobku naukowego po doktoracie.

Wniosek końcowy

Pan dr inż. Paweł Turek w czasie 9 lat po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, do czasu złożenia wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, wykazał się znaczną aktywnością naukową w obszarze szeroko rozumianej obróbki przyrostowej w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna. Autoreferat jest przygotowany starannie, choć nie jest wolny od wad redakcyjnych, edytorskich i merytorycznych.

Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe wykazują oryginalne rozwiązania istotnych problemów naukowych wnosząc wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna.

Habilitant posiada znaczący dorobek naukowy istotnie powiększony po doktoracie, wykazuje się dużą aktywnością naukową i współpracą z uznanymi ośrodkami naukowymi w Polsce i za granicą. Kandydat jest aktywnym i samodzielnym naukowcem osiągającym udokumentowane publikacjami osiągnięcia, uczestniczył w badawczych projektach naukowych oraz wykazuje aktywność międzynarodową. Podkreślić należy kompleksowy charakter badań Habilitanta, umiejętność planowania badań w warunkach interdyscyplinarności oraz skuteczne wiązanie nauki z praktyką.

Na skutek spełnienia przez kandydata wymagań określonych w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (art. 219 ust 1. pkt 2) z dnia 20 lipca 2018 r. moja opinia jest pozytywna.

Na bazie oceny dwóch przedstawionych osiągnięć naukowych oraz uwzględniając inne składnik ogólnie rozumianego dorobku naukowego, działalność organizacyjną oraz aktywność w zakresie popularyzacji nauki przez Pana dr. inż. Pawła Turka, wnoszę o nadanie Kandydatowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

