

prof. dr hab. inż. Jerzy Małachowski  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Wojskowa Akademia Techniczna  
ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2  
00-908 Warszawa  
Tel.: +48 261 83 91 40  
E-mail: jerzy.malachowski@wat.edu.pl

Warszawa, dn. 14.02.2023 r.

## **Recenzja**

### **na temat dorobku dr inż. TERESY FRĄŚ ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego**

#### **1. Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowi pismo Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego, informujące o powołaniu na recenzenta w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie dr inż. TERESIE FRĄŚ stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna wraz ze stosowną dokumentacją.

#### **2. Sylwetka Habilitanta**

Dr inż. Teres Frąś w roku 2008 ukończyła studia stopień magisterski w zakresie teorii konstrukcji inżynierskich na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej. Kolejnym etapem w rozwoju naukowym Habilitantki było uzyskanie stopnia doktorskiego na podstawie rozprawy pt. „*Modélisation de la surface d'écoulement des matériaux incluant l'anisotropie initiale et l'effet différentiel des contraintes, approche expérimentale et numérique*” (ang. “*Modeling of plastic yield surface of metals accounting for asymmetry of elastic range on the basis of experiments and numerical simulation*” w dyscyplinie „*Sciences de Matériaux*” (ang. *Material science*) w Laboratorium LEM3 (Laboratoire d'Études des Microstructures et de Mécanique des Matériaux) Uniwersytetu Lotaryńskiego w Metz (Francja) w roku 2013. Promotorami tej rozprawy byli prof. R.B. Pęcherski i prof. A. Rusinek. Na podstawie umowy o podwójnym dyplomowaniu pomiędzy Akademią Górniczo-Hutniczą (AGH) w Krakowie i wskazanym uniwersytetem w Metz został Autorce dokumentacji habilitacyjnej w tym samym roku jednocześnie nadany stopień doktorski w dyscyplinie naukowej mechanika na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH.

Pani dr inż. Teresa Frąś realizowała swoją ścieżkę rozwoju w następujących jednostkach naukowych:

- 03.2009 - 12.2013 – asystenta w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk (IPPT PAN) w Warszawie,
- od 12.2013 – ... l'attachée de recherches (pracownika naukowego) w French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL) w Saint-Louis we Francji.

### 3. Tematyka badawcza dotycząca postępowania habilitacyjnego

Podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego jest monotematyczny cykl 9 autorskich i współautorskich publikacji pt. „*Badania i modelowanie materiałów inżynierskich pod wpływem obciążeń uderowych*”, który został opublikowany w latach 2015-2022. Należy podkreślić, iż we wszystkich artykułach Habilitantka jest tzw. pierwszym autorem. Na ten zbiór prac składają się następujące artykuły:

- 1) Fras T., Roth CC., Mohr D., *Fracture of high-strength armor steel under impact loading*. Int J Impact Eng 2018; 111:147-64,  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2017.09.009>  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 70%.
- 2) Fras T., Roth CC., Mohr D., *Dynamic Perforation of Ultra-hard High-Strength Armor Steel: Impact Experiments and Modeling*. Int J Impact Eng 2019; 131: 256 - 271 <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2019.05.008>  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 70%.
- 3) Fras T., Roth CC., Mohr D., *Application of two fracture models in impact simulations*. Bull Pol Acad Sci-Tech 2020; 68.2: 1-9  
DOI: 10.24425/bpasts.2020.133120  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 80%.

W powyższych trzech artykułach Habilitantka była pomysłodawczynią badań, przeprowadziła testy balistyczne, zrealizowała analizę mikrostruktury, wykonała symulacje numeryczne oraz napisała pierwotny tekst artykułów

- 4) Fras T., Murzyn A., Pawlowski P. *Three-dimensional fractographic analysis of total fracture areas in 6082 aluminium alloy specimens under fatigue bending with controlled damage degree*. Mechanics of Materials. 2020, 147,  
[doi:10.1016/j.mechmat.2020.103410](https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2020.103410).  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 70%.
- 5) Fras T., Pawlowski P., Li W., Wierzbicki T. *Performance of Li-ion pouch battery under a high-velocity impact: experiment and numerical simulation*. Int J Impact Eng 2021; 103915, <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2021.103915>  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 60%.

W powyższych dwóch publikacjach Habilitantka była pomysłodawczynią badań, przeprowadziła testy balistyczne, wykonała symulacje numeryczne oraz napisała pierwotny tekst artykułów.

- 6) Fras T., Colard L., Lach E., Rusinek A., Reck B., *Thick AA7020-T651 plates under ballistic impact of fragment-simulating projectiles*. Int J Impact Eng 2015;86:336-53  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2015.08.001>  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 60%.

- 7) Fras T., Colar L., Pawlowski P., *Perforation of aluminium plates by fragment simulating projectiles*. Int J Multiphysics 2015;9.3:267-86  
<http://dx.doi.org/10.1260/1750-9548.9.3.267>.  
Udział Habilitantki w opracowaniu wynosi 70%.

Habilitantka była pomysłodawczynią zaprezentowanych powyżej badań, przeprowadziła testy balistyczne, wykonała identyfikację i weryfikację modelu materiału, przeprowadziła symulacje numeryczne oraz napisała pierwotny tekst artykułów.

- 8) Fras, T. (2020). *Modeling of Failure Resulting from High-Velocity Ballistic Impact*. In: Voyiadjis, G.Z. (eds) Handbook of Damage Mechanics. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8968-9\\_69-1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8968-9_69-1).
- 9) Fras, T., *Experimental and Numerical Study on a Non-Explosive Reactive Armour with the Rubber Interlayer Applied against Kinetic-Energy Penetrators—The 'Bulging Effect' Analysis*. Materials 2021, 14, 3334.  
<https://doi.org/10.3390/ma14123334>.

Przedstawiony do oceny cykl publikacji stanowi bez wątpienia zbiór powiązanych tematycznie artykułów wydanych w wysoko punktowanych czasopismach naukowych, których tematyka skupia się na badaniu modelowym (eksperymentalnym, numerycznym i analitycznym) procesu penetracji pancerza przez pocisk. W trakcie tego procesu następuje transformacja energii kinetycznej pocisku na deformację i niszczenie struktur (ciał) wchodzących w proces interakcji, podczas którego generowane jest także ciepło i któremu towarzyszy zjawisko propagacji fali sprężystej i plastycznej. Kluczowym zagadnieniem staje się zbadanie zachowania materiałów stosowanych na pancerze w warunkach obciążenia udarowego. Swoją główny wysiłek badawczy Habilitantka skupiła na zrozumieniu mechanizmów penetracji i perforacji pancerza oraz charakteru powstającego odkształcenia, któremu towarzyszy proces niszczenia materiałów stosowanych na różne konfiguracje warstw ochronnych pancerza. Kolejnym wyzwaniem badawczym w tym zagadnieniu staje się prześledzenie procesu uderzenia pociskiem (wpływu jego rodzaju, wymiarów, prędkości oraz kąta, z jakim wnika w pancerz). Dlatego też znając ograniczenia istniejące w badaniach eksperymentalnych, za celowe było podjęcie się opisu tego procesu na drodze modelowania numerycznego. Jest to szczególnie istotne w momencie testowania odpowiedzi badanego układu na zmienne warunki początkowo-brzegowe penetratora (np. wynikające z różnych prędkości uderzenia, różnych kątów uderzenia, czy też różnych konfiguracji konstrukcyjnych). W literaturze fachowej to zagadnienie określa się pojęciem tzw. balistyki końcowej i jest kluczowe z punktu widzenia oceny odporności balistycznej badanych struktur ochronnych (np. pancerzy). Stąd też za zgodny z obowiązującymi aktami normatywnymi należy uznać zaproponowanie przez Habilitantkę dyskusji i analizy przeprowadzonych eksperymentów odporności balistycznej w sposób usystematyzowany wraz ze wzrastającą prędkością przeprowadzonych prób udarowości. W tym aspekcie powstające w procesie penetracji pocisku odkształcenie i pękanie materiałów poszczególnych warstw opancerzenia winno doprowadzić do minimalizacji energii pocisku na poszczególnych etapach, mając na względzie uzyskanie

podwyższonej odporności balistycznej. Zagadnienia te wiążą się z problematyką poprawy bezpieczeństwa i odporności nowo projektowanych rozwiązań konstrukcji ochronnych i obronnych i niewątpliwie w obecnym okresie ich waga szczególnie zyskuje na znaczeniu.

O jakości czasopism, w których został opublikowany powyższy cykl, stanowi ich sumaryczna wartość współczynnika wpływu (*Impact Factor, IF*), który wynosi 26,7. W zaprezentowanych artykułach dominujący jest udział Habilitantki, tj. 60% w dwóch publikacjach, 70% w czterech publikacjach, 80% w jednej i dwie prace były autorskie. Udział ten nie budzi żadnych wątpliwości i zgodnie z zawartymi deklaracjami rola Autorki dokumentacji jest pierwszoplanowa w każdej z publikacji.

Przechodząc do bardziej szczegółowego uwypuklenia osiągnięć badawczych dr inż. Teresy Frąs wynikających ze zrealizowanych prac badawczych i opracowanych na tej bazie artykułów, za oryginalne i autorskie elementy należy uznać m.in.:

1. Eksperymentalne testy balistyczne potwierdzone na drodze analiz numerycznych na konstrukcjach wykonanych z wysoko wytrzymałej stali pancernej Mars 300 z identyfikacją schematów pęknięcia tych elementów. Implementacja zaawansowanych analiz numerycznych z adaptacją modeli konstytutywnych uwzględniających szybkość odkształcenia wraz z wpływem oddziaływań termicznych pozwoliła uzyskać dużą zbieżność z wynikami eksperymentalnymi. Potwierdzono sposób perforacji z dominującym wpływem ścinania oraz uzyskano zgodność z prędkościami wylotowymi pocisku. Na drodze analiz numerycznych uzyskano m.in. wartości temperaturowe towarzyszące procesowi perforacji, których wartość wokół pierścieniowatego pasma odkształcenia plastycznego sięga 700°C.
2. Przebadanie cienkich płyt stalowych wykonanych z bainitycznych stali z układem otworów (płyt perforowanych) jako pasywny dodatek poprawiający właściwości ochronne pancerzy przed pociskami małokalibrowymi z twardym rdzeniem. Badania eksperymentalne potwierdzone analizami numerycznymi wykazały, że tego typu konstrukcje charakteryzują się wysoką skutecznością ochrony przed pociskami małokalibrowymi.
3. Unikatowe badania eksperymentalne i numeryczne uszkodzenia akumulatorów litowo-jonowych w warunkach ostrzału z użyciem pocisków małokalibrowych. Ten typ badań i analiz potwierdził mechanizmy zniszczenia wynikające z postępującej delaminacji i pęknięcia kolejnych warstw akumulatorów, ich niską odporność balistyczną i stanowi przyczynek do projektowania specjalnych systemów ochronnych dla akumulatorów.
4. Zbadanie właściwości balistycznych stopu Al AA7020-T651 (AlZn4.5Mg1, 3.4335) wobec ostrzału pociskami fragmentującymi przy prędkościach uderzenia od 900 m/s do 1500 m/s. Zrealizowane badania eksperymentalne poparte analizami numerycznymi pozwoliły na zrozumienie mechanizmów niszczenia zachodzących w materiale pod wpływem obciążenia udarowego z uwzględnieniem właściwości mechanicznych, termicznych i mikrostrukturalnych stopu. Warunki eksperymentalne (gruby cel, penetrator o specyficznym kształcie, uderzenia z dużą prędkością) potwierdzone na drodze analiz symulacyjnych z wykorzystaniem MES i SPH pozwoliły na wyciągnięcie komplementarnych wniosków.

5. Zbadanie systemu ochrony stosowanego przed penetratorami kinetycznymi złożonego z płyt stalowych i warstw gumy. Laminowane pancerze stalowo-elastomerowe reprezentują niewybuchowe pancerze reaktywne (ang. *non explosive reactive armour*, NERA), które wykorzystują tak zwany „efekt wybrzuszenia”, aby złagodzić skutki ostrzału pociskiem podkalibrowym. Po uderzeniu stalowe płyty odkształcają się wraz z gumową warstwą pośrednią. Ich nagłe odkształcenie (wybrzuszenie) w przeciwnych kierunkach zaburza długie i smukłe pociski powodując ich fragmentację. Zrealizowane unikatowe badania balistyczne na drodze eksperymentalnej i numerycznej pozwoliły wyjaśnić mechanizm wzrostu odporności balistycznej tego typu rozwiązań i wykazały skuteczność układu warstw materiałów tworzących niewybuchowy pancerz reaktywny w przypadku ostrzeliwania amunicją podkalibrową.

W zakresie przedstawionych i omówionych przez Habilitantkę badań i wynikających z nich podsumowań i wniosków, Recenzent widzi możliwość rozbudowania przedstawionego zakresu badawczego w przyszłości mając na względzie kluczowy aspekt, jakim jest wypracowanie kompleksowej metodologii doboru i kształtowania odporności balistycznej wielowarstwowego układu pancerza. Z pewnością wiązałoby się to z zaawansowanym modelowaniem numerycznym implementującym procedury optymalizacyjne oraz adoptującym rozwiązania bazujące na sieciach neuronowych mając na względzie przetwarzanie wyników już nagromadzonych w bazach. Kluczowym i mocno oczekiwanym zagadnieniem byłoby także implementowanie zaawansowanych analiz uwzględniających zmienność warunków początkowo-brzegowych, jak też możliwości lokalnej zmiany sztywności wywołanej zidentyfikowanym obciążeniem (szczególnie ważny aspekt w rozwiązaniach pancerzy aktywnych). Są to jednak zadania, które na obecnym etapie mogą stanowić poważną trudność w ich rozwiązaniu, czy to z uwagi na dostępne moce obliczeniowe, czy też z uwagi na istniejące ograniczenia „zaszyte” w obecnych algorytmach obliczeniowych.

Do innych osiągnięć Habilitantki, które nie zostały objęte wskazanym cyklem publikacji, należy zaliczyć następujący dorobek badawczy:

- Udział w rozwijaniu tematyki badawczej w zakresie badań nad zachowaniem się przekładek gumowych w warstwowym kompozytach stosowanych do ochrony przed pociskami małego kalibru, która to tematyka znalazła swoje odzwierciedlenie w postaci obronionego doktoratu na Technische Universität Darmstadt, w którym Habilitantka pełniła rolę promotora pomocniczego (opiekuna z ramienia ISL) oraz została opublikowana wspólna praca w czasopiśmie z IF (*Applied Sciences*).
- Udział w badaniach nad zachowaniem aluminiowych struktur komórkowych wydrukowanych techniką przyrostową, co zostało zaprezentowane w ramach dysertacji doktorskiej obronionej na Uniwersytecie Lotaryńskim. Habilitantka pełniła rolę promotora pomocniczego i jednocześnie jest współautorką dwóch publikacji w czasopiśmie z tzw. Listy Filadelfijskiej (*Metals* i w *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*).
- Kierowanie projektem badawczym w latach 2016-2018 pt. „Schutz gegen kleinkalibrige Projektilen” (ang. „Protection against small caliber projectiles”) oraz w latach 2019-2020 projektem „Schutz gegen Kinetic-Energy Penetrators” (ang. „Ballistic protection against long-rod penetrators”) otrzymanym w ramach



finansowania BAAINBw - Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (ang. Federal Office of Bundeswehr Equipment, Information Technology and In-Service Support).

- Aktywne uczestnictwo (czterokrotnie) w latach 2015-2022 w innych projektach badawczych ukierunkowanych na problematykę balistyki końcowej jako wykonawca (projekt pt. *Caractérisation de menaces explosives improvisées* (ang. *Improvised Explosive Device Threat Characterization*) finansowany przez DGA - Direction Générale de l'armement (General Directorate of Armament); projekt *Passive und reaktive Schutzmaterialien für MGCS Konzeptansätze* (ang. *Passive and reaktive protective materials for MGCS concept*); projekt *Résistance balistique des composites céramique-aramide* (ang. *Ballistic resistance of ceramic-aramid composites*) finansowany przez La Banque Mondial oraz projekt *Caractérisation des menaces balistiques et engins explosifs* (ang. *Ballistic and Explosive Threats Characterisation*) także finansowany przez DGA).
- Współpraca w projekcie europejskim Main Ground Combat System (MGCS) w badaniach odporności balistycznej pancerza typu NERA przeciwko pociskom podkalibrowym kal. 25 mm zgodnie z wymogami normy NATO (STANAG 4569 AEP-55 vol. 1 „*Procedures for Evaluating the Protection Level of Armoured Vehicles*”) i udział w opracowaniu studium na temat zachowania się materiałów stosowanych na komponenty pancerzy pasywnych i reaktywnych dla ciężkich pojazdów opancerzonych.
- Udział w badaniach opancerzenia do francuskich lekkich pojazdów opancerzonych pod kątem oceny odporności balistycznej pancerza pasywnego przeciwko pociskom odłamkowym FSP (ang. *Fragament-Simulating Projectiles*) kal. 20 mm zgodnie z wymogami normy NATO STANAG 4569 „*Procedures for Evaluating the Protection Level of Armoured Vehicles*”, podczas których wyznaczono krzywe balistyczne oraz przeprowadzono analizy numeryczne pod kątem możliwej modyfikacji i optymalizacji parametrów geometrycznych proponowanych pancerzy.

W swojej działalności poza jednostką macierzystą, dr inż. Teresa Frąś wykazała się następującymi znaczącymi osiągnięciami:

- Realizacja od października 2016 r. stałej współpracy w roli „*visiting researcher*” z zespołem Artificial Intelligence in Mechanics and Manufacturing (uprzednio Computational Modeling of Materials in Manufacturing) kierowanym przez prof. Dirka Mohra na Politechnice Federalnej w Zurychu (ETH Zürich), w których Autorka dokumentacji odpowiada za testy uderzeniowe na drodze eksperymentalnej i numerycznej, a czego wynikiem są liczne wspólne artykuły i referaty konferencyjne.
- Odbycie miesięcznego stażu naukowego w listopadzie 2019 w Impact and Crashworthiness Laboratory kierowanym przez prof. Tomasza Wierzbickiego w Massachusetts Institute of Technology (MIT Cambridge). Badania te ukierunkowane były na ocenę bezpieczeństwa baterii litowo-jonowych, analizę ich zachowania pod wpływem obciążenia uderzeniowego i zaowocowały wspólną publikacją.
- Wygłoszenie szeregu referatów konferencyjnych na kluczowych konferencjach związanych z zagadnieniami balistyki końcowej, modelowania procesów

dynamicznych i zachowania się materiałów w warunkach dużych szybkości odkształcenia: 13 takich aktywności w okresie od 2015 do 2021 i 28 wygłoszonych referatów (na zaproszenie lub w postaci wykładów plenarnych m.in. podczas *International Symposium on New Materials and Technologies for Armor*, *31 International Symposium on Ballistics Hyderabad 2019*, *5th International Conference on Protective Structures ICPS5 2018*, *14th MIT Workshop*, *European LS-DYNA Conference*, *Conference on SPH and Particular Methods*, *Lightweight metal Conference*, *11th International Armament Conference*, *12th International Armament Conference*, itp.) w latach 2014 -2020.

- Realizacja zajęć dydaktycznych od roku 2018 na Uniwersytecie Strasburskim, gdzie prowadzi wykłady z obszaru *Experimental Mechanics* dla studentów kierunków magisterskich.
- Organizacja seminariów i prowadzenie zajęć od roku 2016 w ramach Organizacji Carl-Cranz-Gesellschaft e.V., która dotyczy takich zagadnień tematycznych jak np. Nowoczesne stopy stali dla obronności, Balistyka końcowa – podstawy i zastosowania, Techniki pomiarowe w balistyce.
- Uczestnictwo w towarzystwach naukowych, m.in. od roku 2017 w European Association of the Promotion of Research into Dynamic Behavior of Materials and its Applications (DYMAT) i od roku 2019 w International Ballistic Society Member.
- Wykonanie łącznie 26 recenzji dla czasopism wydawanych w ramach grupy Elsevier (m.in. *International Journal of Impact Engineering*, *Composite Structures*, *International Journal of Solids and Structures*, *Journal of Alloys and Compounds*, *Thin-Walled Structures*, *Engineering Structures*) oraz dla innych wydawców (Hindawi, MDPI).
- Aktywna współpraca z badaczami z wielu międzynarodowych jednostek badawczych, m.in. ETHZ Zurych, IPPT PAN Warszawa, WAT Warszawa, Durham University, LBF Darmstadt, Uniwersytet Lotaryński, MIT Cambridge potwierdzona aktywnościami projektowymi i licznymi publikacjami.

Bez wątpienia ten obszar działalności Autorki dokumentacji habilitacyjnej zasługuje na szczególne podkreślenie. Tym samym należy uznać, że wymagania ustawowe w tym zakresie są spełnione na poziomie ponadprzeciętnym.

Habilitantka poza wymienionym cyklem 9 publikacji wchodzących do zbioru dzieła habilitacyjnego, posiada w swoim dorobku jeszcze 14 artykułów, 1 rozdział w monografii oraz 13 publikacji wydanych w materiałach pokonferencyjnych. Sumaryczny *Impact Factor* dla wszystkich opublikowanych prac według listy zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 47.607. Liczba cytowań dla przedstawionych w dorobku publikacji wynosi 222 (155 bez autocytowań) wg bazy SCOPUS i 338 wg Google Scholar. Przedkłada się to na następujące wartości indeksu Hirscha: odpowiednio 9 (wg Scopus) oraz 11 wg bazy Google Scholar. Wyżej wymienione dane naukometryczne dowodzą, iż reprezentowana przez Habilitantkę tematyka badawcza jest jak najbardziej aktualna, znajdująca liczne zainteresowanie i stale rozwijająca się, a zarazem charakteryzująca się wysokim potencjałem naukowym i świadcząca o dużym zainteresowaniu środowiska naukowego.

Recenzent pragnie jednak zauważyć, iż w dokumentacji dotyczącej cyklu prac wchodzących do dzieła habilitacyjnego pojawiły się następujące błędy formalne, tj. dla publikacji z roku 2018, 2017, 2015 przypisano punktację czasopism wg listy MEiN obowiązującą od roku 2019, natomiast dla samodzielnego rozdziału opublikowanego w wydawnictwie Springer należne punkty zostały pominięte.

Podsumowując całość osiągnięć naukowych dr inż. Teresy Fraś należy podkreślić, iż świadczą one bez wątpienia o znaczącym wkładzie w rozwój metod badań materiałów i powstałych na ich bazie konstrukcji oraz rozwiązań ochronnych poddanych obciążeniom udarowym. Habilitantka wykazała tym samym, że przedstawione osiągnięcia mogą być podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

#### **4. Wniosek końcowy**

Po przeprowadzeniu oceny, w opinii Recenzenta, dorobek dr inż. TERESY FRAŚ zaprezentowany we wniosku habilitacyjnym spełnia wymogi odnośnie postępowania habilitacyjnego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, i może stanowić podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Wnoszę o nadanie dr inż. TERESIE FRAŚ stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

