

Dr hab. inż. Jerzy Pamin, prof. PK
Wydział Inżynierii Lądowej
Politechniki Krakowskiej
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków
e-mail JPamin@cce.pk.edu.pl

Kraków, 19.06.2020

**Ocena osiągnięcia naukowego i pozostałego dorobku
w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Tomasza Garbowskiego
w dyscyplinie Inżynieria lądowa i transport (dawniej Budownictwo)**

1. Podstawa opracowania

Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej prof. dr. hab. inż. F. Tomaszewskiego z dn. 25.02.2020, informujące o powołaniu niżej podpisanego 24.01.2020 przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Tomasza Garbowskiego, wraz z załączoną dokumentacją dorobku Habilitanta; ustawa z dnia 14.03.2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami oraz stosowne rozporządzenia MNiSW.

2. Sylwetka Habilitanta i ogólna ocena aktywności

Dr inż. Tomasz Garbowski jest absolwentem kierunku Budownictwo na Politechnice Koszalińskiej (rocznik 2000). W latach 2007-10 odbył studia doktoranckie w zakresie Structural, Seismic and Geotechnical Engineering w Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Milano. W dniu 01.03.2010 uzyskał stopień doktora w Politechnice Mediolańskiej na podstawie rozprawy pt. *Material model calibration based on full-field measurements and inverse analysis, with applications to concrete dams and anisotropic free-foils*. Stopień ten został w dniu 15.10.2010 uznany przez Politechnikę Poznańską za równorzędny ze stopniem doktora n.t. w dyscyplinie *Budownictwo*. Kandydat do stopnia doktora habilitowanego pracuje od roku 2010 na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej na stanowisku adiunkta. W latach 2014-15 był ponownie związany z Politechniką Mediolańską jako profesor wizytujący. Po doktoracie odbył też 3 inne krótkie staże zagraniczne i staż przemysłowy. Współpraca międzynarodowa miała znaczący wpływ na jego badania.

W postępowaniu habilitacyjnym dr Tomasz Garbowski przedstawił do oceny osiągnięcie naukowe w postaci jednotematycznego cyklu publikacji zatytułowanego *Eksperymentalno-numeryczne procedury identyfikacji parametrów materiałowych z wykorzystaniem modeli zastępczych i metod odwrotnych*, uzupełnionego o opracowanie i wdrożenie środowiska obliczeniowego FEMat oraz wzór użytkowy BSE System, zgłoszony w roku 2018. Osiągnięcie to stanowi 6 artykułów współautorskich (Habilitant jest pierwszym autorem 3 z nich) z lat 2011-17 w czasopiśmie z listy JCR: *Journal of Mechanics of Materials and Structures, Structural and Multidisciplinary Optimization, Archives of Civil and Mechanical Engineering, International Journal of Computational Methods, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Inverse Problems in Science and Engineering*, oraz 3 współautorskie referaty konferencyjne z pełnym tekstem z konferencji CMM-2013 (2)

i CMM-2015, opublikowane przez CRC Press w materiałach pokonferencyjnych odpowiednio pt. *Recent Advances in Computational Mechanics* (2014) i *Advances in Mechanics: Theoretical, Computational and Interdisciplinary Issues* (2016). Zwraca uwagę brak w cyklu prac artykułu samodzielnego (udział autorski w 5 pracach jest oszacowany na 50%, a w ostatnim artykule na 80%). Nie ma wątpliwości, że przedstawione osiągnięcie habilitacyjne dotyczy mechaniki materiałów i konstrukcji w dyscyplinie *Inżynieria lądowa i transport* (dawniej *Budownictwo*).

Dr inż. Tomasz Garbowski zaliczył do wyników pozostałej istotnej aktywności naukowej 8 referatów konferencyjnych z pełnym tekstem, współautorstwo rozdziału w *Handbook of Damage Mechanics. Nano to Macro Scale for Materials and Structures*, Springer-Verlag, po jednym artykule współautorskim w *Engineering Transactions* i *CAMES*, oraz monografię T. Garbowski, *Material model calibration based on full-field measurements and inverse analysis*, wydaną przez Politechnikę Poznańską w roku 2012, bazującą na rozprawie doktorskiej - z tego względu moim zdaniem nie powinna ona być zaliczona do dorobku w postępowaniu habilitacyjnym. Zwraca uwagę brak artykułu w czasopiśmie z listy JCR i charakter aplikacyjny znacznej części prac. Ponadto w pozostałym dorobku wymienionych zostało 12 artykułów w czasopiśmie branżowych, udział w 3 grantach i 52 referaty konferencyjne (w tym 37 po doktoracie, 2 z nich miały charakter *keynote*). Indeks Hirscha Habilitanta w momencie wszczęcia postępowania wynosił $h=5$ według WoS i $h=7$ wg Scopus, a liczba cytowań odpowiednio 84 i 171 (nie podano, czy pominięte zostały autocytowania, a w wersji elektronicznej wniosku znalazły się nieco wyższe parametry). Są to wyniki zadowalające.

Dr Tomasz Garbowski jest naukowcem, który łączył w swojej pracy opracowywanie metod i implementację algorytmów z wykonywaniem analiz badawczych (o charakterze badań podstawowych i wdrożeniowych). Jest członkiem 3 towarzystw naukowych i komitetu redakcyjnego czasopisma *Engineering Transactions*. Był współautorem 2 raportów z badań w Politecnico di Milano, wykonał recenzje artykułów do 10 czasopism (nie podano ich liczby) i był członkiem komitetów organizacyjnych 6 konferencji. Był opiekunem naukowym doktoranta z Politechniki Mediolańskiej, pełni funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim. Jest od roku 2011 opiekunem Koła Naukowego Studentów Budownictwa Politechniki Poznańskiej, współorganizatorem cyklu konferencji studenckich *Budmika*. Był promotorem 19 prac dyplomowych (w tym 4 za granicą), prowadził zajęcia z 11 przedmiotów, w tym 2 na studiach doktoranckich. Za działalność dydaktyczną został odznaczony Medalem KEN w roku 2015, co rzadko się zdarza w przypadku tak młodych pracowników uczelni. Aktywnie współpracował nie tylko z Politechniką Mediolańską, ale także z Leibniz Universität Hannover i Lund University. Dorobek Habilitanta w zakresie dydaktyki i popularyzacji nauki uważam zatem za wyróżniający się.

Podsumowując ogólną charakterystykę Kandydata, w mojej opinii jest bardzo aktywnym i wszechstronnym naukowcem, a o wartości Jego dorobku stanowi poziom trudności rozwijanej tematyki zagadnień odwrotnych mechaniki, umiejętność łączenia zaawansowanej teorii, eksperymentów i symulacji komputerowych oraz międzynarodowy kontekst aktywności.

3. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Jak wspomniano w poprzednim punkcie, tzw. osiągnięcie habilitacyjne dr. inż. Toma-

sza Garbowskiego obejmuje 6 artykułów i 3 referaty w materiałach pokonferencyjnych wydanych przez CRC Press. W poniższej ocenie odwołuję się do podanej w dokumentacji numeracji tych prac. Tematyka tych prac jest nowoczesna, spójna i dotyczy zagadnień identyfikacji parametrów modeli materiału (w ostatniej pracy także parametrów konstrukcji).

Najstarsza praca A1 (udział autorski Habilitanta 50%) dotyczy rozwiązania zagadnień odwrotnych dla zapór betonowych z wykorzystaniem metod cyfrowej korelacji obrazu (ang. akronim *DIC*) w doświadczeniach, a także specjalnej wersji algorytmu gradientowego (ang. akronim *TRA*) do minimalizacji różnicy pomiędzy odpowiedzią modelu a pomiarami doświadczalnymi, modeli zastępczych w postaci sztucznych sieci neuronowych (SSN), funkcji radialnych (ang. akronim *RBF*) i właściwego rozkładu ortogonalnego (ang. akronim *POD*) w obliczeniach. Należy zwrócić uwagę na interdyscyplinarność badań i poziom zaawansowania modeli (nowatorska geometria testu in-situ, transwersalna izotropia modelu materiału, równoczesna identyfikacja stałych sprężystych i stanu naprężenia, estymacja parametrów modeli nieliniowych).

Artykuł A2 (udział autorski Habilitanta 50%) skupia się na identyfikacji parametrów ortotropowego modelu sprężysto-plastycznego dla papieru i tektury. W badaniach użyto podobnej jak w artykule A1 metodologii badawczej oraz nowatorskiej geometrii testu dwuosowego rozciągania, co umożliwiło estymację parametrów modelu papieru Xia-Boyce-Parks, przy czym Habilitant wykonał tak prace koncepcyjne i implementację metody, jak i obliczenia i analizę wyników.

Należy w tym miejscu odnotować wątpliwość, w jakim stopniu te dwa bardzo wartościowe artykuły można zaliczyć do osiągnięcia habilitacyjnego, skoro oba są związane z tematyką doktoratu (pierwszy został wysłany do publikacji w listopadzie 2010). W tej ocenie przyjąłem, że artykuły te opisują kontynuację badań rozpoczętych w doktoracie i mogą być zaliczone do osiągnięcia habilitacyjnego. W niektórych krajach uznawane jest, że tematyka badań stanowiących tzw. dzieło habilitacyjne powinna być całkiem inna niż w doktoracie. Nie podzielam tej opinii. Moim zdaniem, bez wiedzy i doświadczenia zdobytego w zakresie metod identyfikacji na etapie doktoratu, dr T. Garbowski nie osiągnąłby wysokiego poziomu badań prowadzonych w kolejnych latach i przedstawionych obecnie do oceny.

W artykule A3 (udział autorski Habilitanta 50%) zajęto się rozwiązaniem zagadnienia odwrotnego dla betonu. Zastosowano zestaw metod, które okazały się skuteczne we wcześniejszych badaniach: *DIC*, *TRA*, *POD*. Na podstawie wyników testu ściskania kostek betonowych zidentyfikowano parametry modelu sprężysto-plastycznego Lubliner'a. Należy zauważyć, że przy okazji tej pracy i referatu A4 ich pierwszy autor T. Gajewski zdobywał zapewne u boku Habilitanta swój warsztat naukowy, co zapoczątkowało w roku 2018 pracą doktorską T. Gajewskiego z dziedziny komputerowo wspomaganą biomechaniką, wykonaną pod kierunkiem prof. T. Łodygowskiego, która zajęła I miejsce w Polsce w konkursie ECCOMAS. W referacie A4 stosowana wcześniej metodologia badawcza została rozszerzona o analizę wrażliwości, choć ograniczono się do prostszego modelu sprężysto-plastyczności Burzyńskiego-Druckera-Pragera.

W referacie A5 dr T. Garbowski zajął się wspólnie ze współpracownikiem z Uniwersytetu w Belgradzie metodami redukcji modeli (budowy zastępczych metamodeli), które umożliwiają kontrolę błędów przez optymalny rozkład punktów próbkowania w przestrzeni analizy. Z kolei przeglądowy artykuł A6 (udział autorski Habilitanta 20% dotyczy wykonania i opracowania wyników przykładów analiz numerycznych) omawia innowacyjne metody identyfikacji i ich zastosowania. Opisane zostały różnorodne techniki eks-

perymentalne, modele konstytutywne i metody analizy odwrotnej. Udział Habilitanta w międzynarodowym zespole autorskim tego ważnego artykułu jest dowodem uznania Jego wkładu w rozwój tej dziedziny mechaniki materiałów i konstrukcji.

W artykule A7 (udział autorski Habilitanta 35%) skupiono się na identyfikacji ortotropowego modelu sprężystego pianki stosowanej w płytach warstwowych na podstawie testu ścinania. Referat A8, opracowany ze współautorem z Włoch, poświęcony jest identyfikacji parametrów modelu sprężystego ośrodka uwarstwionego (zastosowanie stanowi konstrukcja nawierzchni drogowej) na podstawie testów dynamicznych. Tym razem zastosowano do obliczeń metodę elementów spektralnych, a w analizie odwrotnej użyto alternatywnych algorytmów optymalizacji.

Ostatni artykuł A9 (udział autorski Habilitanta 80%) przedstawia wyniki badań zagadnienia analizowanego w A8, ale przy użyciu nowych algorytmów gradientowych, umożliwiających jednoczesną identyfikację z testów dynamicznych sztywności i grubości warstw ośrodka. Ta praca wydaje się najbardziej nowatorska w dorobku Habilitanta.

Artykuły stanowiące osiągnięcie habilitacyjne dr. T. Garbowskiego zostały opublikowane w renomowanych czasopismach, współautorem 3 z nich jest prof. G. Maier, jeden z wybitnych mechaników europejskich ostatnich dekad poprzedniego wieku. Habilitant pokazał w nich między innymi, że potrafi modelować metodą elementów skończonych skomplikowane zagadnienia mechaniki nieliniowej, a także prowadzić dedykowane identyfikacji parametrów badania eksperymentalne.

Z wymienionych w autoreferacie oryginalnych osiągnięć Habilitanta należy podkreślić umiejętne stosowanie i rozwijanie algorytmów i procedur obliczeniowych. Za szczególnie wartościowe w dorobku dr. Tomasza Garbowskiego uważam zabudowanie metodologii analizy zagadnień identyfikacji na takim poziomie ogólności i wydajności obliczeniowej, że można ją zastosować dla praktycznie dowolnych modeli materiałów.

Habilitant zaliczył do dzieła habilitacyjnego program FEMat i wzór użytkowy BSE System, ale nie opisał ich w autoreferacie poza wzmianką, że FEMat znalazł zainteresowanie partnera przemysłowego z przedsiębiorstwa TFP sp. z o.o. Wydaje się, że dr T. Garbowski do rozwiązywania problemów identyfikacji zbudował własne środowisko programowe, które było kluczowe w badaniach i które jako nośnik metodologii badawczej ma moim zdaniem znaczącą wartość naukową.

Podsumowując, mimo że w przedstawionym cyklu publikacji brakuje pracy indywidualnej, zawiera on kompleksowe badania podjętej tematyki i oryginalne rozwiązania w rozwijanej metodologii analizy zagadnień odwrotnych. Habilitant wykazał się szczególnie umiejętnością współpracy w międzynarodowych zespołach badawczych. W mojej opinii przedstawione przez Niego osiągnięcie habilitacyjne spełnia wymagania ustawowe.

4. Ocena pozostałej istotnej aktywności naukowej Habilitanta

Prace, które zostały zaliczone do pozostałej aktywności naukowej, zostały wymienione w p.2 recenzji. Część tych artykułów i referatów (np. B1, B4, B15) dotyczyła tych samych zagadnień co prace stanowiące dzieło habilitacyjne, zatem trudno je uznać za inną istotną aktywność naukową. Nie została ona opisana wyczerpująco w autoreferacie. Tym niemniej, ze spisu dorobku można wywnioskować, że w swojej pracy naukowej od roku 2010 dr Tomasz Garbowski interesował się także innymi doświadczeniami laboratoryjnymi (B2, B3, B5), metodami wykrywania uszkodzeń opartymi na falach (B7, B10), wyznaczaniem wytrzymałości opakowań z tektury falistej przy użyciu metod homogenizacji i analizy wrażliwości (B11, prace w *Przeglądzie papierniczym* B16-B25) i aspektami

statystycznymi badań (indywidualny referat B8). Jego wkład w prace współautorskie spoza osiągnięcia habilitacyjnego waha się od 16% do 85%.

Habilitant nie kierował projektami badawczymi, choć uczestniczył w realizacji 3 projektów kierowanych przez prof. T. Łodygowskiego (w tym 2 z NCBiR, Habilitant miał udział w przygotowaniu wniosków o te granty). Ważnym aspektem badań Habilitanta jest współpraca międzynarodowa, rozpoczęta studiami doktoranckimi w Politecnico di Milano i kontynuowana na stażach w Lund University (2012) i ponownie w Mediolanie (2014). Obejmuje ona 3 artykuły przypisane do dzieła habilitacyjnego i liczne referaty konferencyjne w pozostałej działalności naukowej. Jego badania zostały sześciokrotnie nagrodzone przez Rektora Politechniki Poznańskiej. Należy też podkreślić, że kilka artykułów i referatów jest wynikiem współpracy dr. T. Garbowskiego ze studentami, co dowodzi Jego dojrzałości i przygotowania do prowadzenia zespołów badawczych.

Podsumowując, dorobek naukowy Habilitanta poza przedstawionym osiągnięciem badawczym uważam za istotny, choć nie wyróżniający się ze względu na brak artykułów w czasopismach z listy JCR.

5. Wniosek końcowy

Wyrażam opinię, że dorobek naukowy dr. inż. Tomasza Garbowskiego, uzyskany w latach 2010-18, spełnia wymagania wobec osób ubiegających się o stopień doktora habilitowanego, określone w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, a także w rozporządzeniu MNiSW definiującym kryteria oceny osiągnięć kandydatów do tego stopnia naukowego.

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr. inż. Tomasza Garbowskiego w zakresie procedur identyfikacji parametrów modeli materiałów inżynierskich, a także Jego pozostała aktywność naukowa w zakresie metod teoretycznych, eksperymentalnych i obliczeniowych mechaniki konstrukcji, stanowią znaczący wkład Kandydata w rozwój dyscypliny *Inżynieria lądowa i transport* (dawniej *Budownictwo*). Jego aktywność dydaktyczna i w zakresie promocji nauki zasługują na wyróżnienie. W związku z tym opiniuję wniosek Habilitanta pozytywnie, przeprasząc za opóźnienie w nadesłaniu tej opinii, spowodowane nadzwyczajnymi warunkami pracy w ostatnich miesiącach.

