

Prof. dr. hab. inż. Radosław Iwankiewicz  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury  
al. Piastów 50  
70-311 SZCZECIN  
Adres prywatny:  
Forstweg 18, 21075 Hamburg,  
Niemcy

Hamburg, 7 czerwca 2020 r.

## OPINIA O OSIĄGNIĘCIU NAUKOWYM DR INŻ. PIOTRA BRZESKIEGO

### ”NOWE PROBABILISTYCZNE METODY ANALIZY UKŁADÓW DYNAMICZNYCH”

PRZEDSTAWIONYM JAKO PODSTAWA W POSTĘPOWANIU  
HABILITACYJNYM W DZIEDZINIE NAUK TECHNICZNYCH  
W DYSCYPLINIE MECHANIKA ORAZ O POZOSTAŁYM DOROBKU  
NAUKOWYM

## **1. Opinia o przedstawionym osiągnięciu naukowym**

### **1.1. Omówienie osiągnięcia naukowego**

Jako podstawa do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego został przedstawiony monotematyczny cykl czterech publikacji pod tytułem:  
” NOWE PROBABILISTYCZNE METODY ANALIZY UKŁADÓW DYNAMICZNYCH”

1. P. Brzeski, J.Wojewoda, T.Kapitaniak, J.Kurths, P.Perlikowski, ”Sample-based approach can outperform the classical dynamical analysis - experimental confirmation of the basin stability method” Scientific Reports 7, 6121 (2017).
2. P. Brzeski, P.Belardinelli, S. Lenci, P.Perlikowski,”Revealing compactness of basins of attraction of multi-DoF dynamical systems”, Mechanical Systems and Signal Processing 111, 348-361 (2018).
3. P. Brzeski, J.Kurths, P.Perlikowski, ”Time dependent stability margin in multistable systems”, Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science 28, 093104 (2018),
4. P. Brzeski, P.Perlikowski, ”Sample-based methods of analysis for multistable dynamical systems”, Archives of Computational Methods in Engineering, przyjęty do druku, opublikowany online w r. 2018.

Cel naukowy tego cyklu czterech publikacji został przez doktora Brzeskiego określony jako opracowanie i opisanie nowych, nazwanych przez Kandydata probabilistycznymi, metod analizy układów dynamicznych. Są to metody pozwalające m.in. na wyznaczenie basenów atraktorów, identyfikację stabilnych atraktorów oraz zbadanie struktury przestrzeni fazowej.

Badania naukowe doktora Brzeskiego dotyczą zachowania się złożonych układów dynamicznych, w przestrzeni fazowej których występuje więcej niż jeden stabilny atraktor. Układy takie cechują się wysoką wrażliwością na warunki początkowe, co ma istotne konsekwencje praktyczne. Opracowane metody umożliwiają analizę i opis struktury przestrzeni fazowej wielowymiarowych nieliniowych układów dynamicznych.

W pracy "Sample-based approach can outperform the classical dynamical analysis - experimental confirmation of the basin stability method" do analizy nieliniowego układu (wahadła) o dwóch stopniach swobody przy harmonicznym wymuszeniu kinematycznym zastosowana została metoda "stabilności basenu", należąca do klasy metod o charakterze symulacyjnym (sample-based methods). Wykazano, że metoda ta daje wyniki o podobnej dokładności jak metody klasyczne, natomiast jest metodą o większej wszechstronności w sensie możliwości zastosowań.

Przedmiotem pracy "Revealing compactness of basins of attraction of multi-DoF dynamical systems" jest dynamika dwóch nieliniowych układów o dwóch stopniach swobody: oscylatora Duffinga sprzężonego z wahadłem oraz dzwonu kościelnego. Badanie przestrzeni fazowej wykonano z zastosowaniem metody "stabilności basenu" i wykazano, że oferuje ona istotne korzyści w stosunku do tradycyjnych metod badania globalnych własności nieliniowych układów o wielu stopniach swobody.

Analiza o charakterze symulacyjnym (sample-based analysis) została zastosowana w pracy "Time dependent stability margin in multistable systems" do określenia zależności od czasu marginesu stabilności wielostabilnych układów dynamicznych. Zaproponowano nowe miary stabilności dla układów autonomicznych i nieautonomicznych.

Zastosowaniu metody o charakterze symulacyjnym (sample-based method) do analizy wielostabilnych układów dynamicznych jest poświęcona także praca "Sample-based methods of analysis for multistable dynamical systems". Wykazano w niej skuteczność tej metody w odniesieniu do problemów, których rozwiązanie analityczne jest trudne.

## **1.2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Wyniki opisane w przedstawionych do oceny czterech pracach świadczą o tym, że doktor Piotr Brzeski dokonał rozwoju, nazwanej przez Niego prob-

abilistyczną, metody analizy układów dynamicznych. Rezultaty uzyskane z zastosowaniem tej metody porównał z wynikami uzyskanymi innymi metodami, także z wynikami eksperymentalnymi. Wykazał dobrą skuteczność tej metody w porównaniu z metodami tradycyjnymi oraz możliwości jej zastosowania w różnych dziedzinach nauki. Wziąwszy pod uwagę również fakt opublikowania wyników badań w renomowanych czasopismach naukowych, o wysokim wskaźniku Impact Factor należy uznać, że określony powyżej cel naukowy został osiągnięty.

Wydaje się natomiast, że określenie "Nowe probabilistyczne metody..." jest niezbyt adekwatne do istoty tych metod. Chodzi tu w gruncie rzeczy o metody symulacyjne Monte Carlo rozwiązywania zagadnień dynamiki. Jak wiadomo metody te są stosowane także do rozwiązywania zagadnień nieprobabilistycznych takich jak na przykład obliczanie całek wielokrotnych. Określenie w języku angielskim: "New sample-based methods..." oznacza generowanie wartości z przestrzeni zdarzeń elementarnych, co właśnie sugeruje metodę symulacyjną, bardziej trafnie oddaje istotę podejścia. Z punktu widzenia dynamiki stochastycznej o metodzie probabilistycznej można mówić na przykład wtedy, gdy przy zadanych warunkach początkowych o pewnym rozkładzie prawdopodobieństwa lub/oraz przy wymuszeniu scharakteryzowanym przez pewien proces stochastyczny wyznacza się statystyki procesu odpowiedzi układu dynamicznego. W przedstawionych pracach Kandydata problem nie jest tak postawiony.

Wagę przedstawionego cyklu czterech publikacji zmniejsza w pewnym stopniu fakt, iż wszystkie te publikacje są współautorskie (nawet przy liczbie czterech i pięciu współautorów), chociaż Kandydat jest w tych publikacjach pierwszym autorem. Nie umniejszając znaczenia pracy naukowej w zespołach (z czego wynika oczywiście wspólne publikowanie wyników) należy zaznaczyć, że własny naukowy dorobek, czy też wkład do nauki, Kandydata do stopnia doktora habilitowanego jest zdecydowanie bardziej oczywisty i mocniejszy, gdy Kandydat przedstawia także publikacje indywidualne, jednoautorskie.

## **2. Opinia o dorobku naukowym**

Podstawowy dorobek naukowy dr inż. Piotra Brzeskiego (włączając przedstawiony cykl czterech publikacji) stanowi 27 artykułów w czasopismach naukowych oraz jeden rozdział w monografii. Prace dotyczą różnych aspektów dynamiki nieliniowych układów dynamicznych. Jest to dorobek liczbowo znaczący, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę krótki okres czasu jaki upłynął od ukończenia przez Kandydata studiów (2012 r.), a także od obrony doktoratu (2016 r.). Ranga tego dorobku, z uwagi na opublikowanie w

renomowanych czasopismach międzynarodowych (o wysokim wskaźniku IF) jest dostatecznie wysoka. Natomiast wszystkie artykuły (a także rozdział w monografii) są współautorskie:

4 artykuły mają 2 współautorów,  
13 artykułów ma 3 współautorów,  
6 artykułów ma 4 współautorów,  
2 artykuły mają 5 współautorów,  
1 artykuł ma 6 współautorów,  
1 artykuł ma 7 współautorów.

Szkoda, że doktor Brzeski nie jest samodzielnym autorem ani jednego artykułu, ponieważ to wzmocniłoby Jego dorobek naukowy.

Należy podkreślić, że praca naukowa Kandydata zdobyła wysokie uznanie, o czym świadczą zarówno wskaźniki takie jak sumaryczny impact factor, liczba cytowań oraz indeks Hirscha, jak również fakt, że Kandydat jest laureatem wielu nagród naukowych oraz beneficjentem prestiżowych stypendiów Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

### **3. Konkluzja**

Podsumowując, zarówno przedstawiony monotematyczny cykl czterech publikacji jak ogólny dorobek naukowy doktora inżyniera Piotra Brzeskiego oceniam pozytywnie. Stanowią one wkład do rozwoju nauk technicznych w dyscyplinie mechaniki oraz świadczą o dojrzałości naukowej Kandydata. W związku z tym wnioskuję o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego.

*Radosław Trzaskan*