

**Artur Wirowski**

e-mail: [artur.wirowski@p.lodz.pl](mailto:artur.wirowski@p.lodz.pl)

Politechnika Łódzka

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

Al. Politechniki 6, 90-924 Łódź

## **Autoreferat**

### **Spis treści**

#### **1. Informacje o wnioskodawcy**

Swoje pierwsze studia magisterskie ukończyłem w 2004 roku na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej na kierunku budownictwo broniąc pracy dyplomowej pod kierunkiem dr hab. Z. Więckowskiego prof. PŁ pt. *"Analiza błędu a posteriori w metodzie elementów skończonych"* [zał. A.1]. Drugi kierunek studiów na Wydziale Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej PŁ na kierunku informatyka, ukończyłem dwa lata później w roku 2006, broniąc pracy magisterskiej pod kierunkiem dr hab. M. Rudnickiego prof. PŁ *"Znajdowanie wartości własnych dużych macierzy rzadkich w analizie stateczności konstrukcji mechanicznych"* [zał. A.1]. Wcześniej, po ukończeniu studiów na kierunku budownictwo, podjąłem studia doktoranckie na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska. Pracę doktorską pod kierunkiem prof. dr hab. B. Michalaka *"Analiza dynamiczna płyt pierścieniowych wykonanych z materiałów o funkcyjnej gradacji własności"* obroniłem w roku 2009 [zał. 1].

Po ukończeniu pierwszych studiów magisterskich, w roku 2005 podjąłem pracę naukowo-dydaktyczną na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska w Katedrze Mechaniki Konstrukcji. Początkowo na ½ etatu na stanowisku asystenta [zał. B.1-B.2], później na 1/1 etatu [zał. B.3], a po uzyskaniu tytułu doktora w roku 2009 na pełen etat na stanowisku adiunkta [zał. B.4]. Pracę tę kontynuuję do dnia dzisiejszego [zał. B.5].

Od roku 2003 jestem żonaty, mam czwórkę dzieci obecnie w wieku 1, 3, 9 i 12 lat.

#### **2. Osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny**

Jako osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, które uznaję za mój znaczący wkład w rozwój nauk technicznych (obszar nauk technicznych, dziedzina nauk technicznych, dyscyplina budownictwo), wskazuję dzieło opublikowane w całości, w rozumieniu art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami), poświęcone dynamicznemu zachowaniu się mikroniejednorodnych płyt pierścieniowych. Publikacja stanowiąca osiągnięcie naukowe:

Wirowski A.: *Modelowanie tolerancyjne dynamiki mikroniejednorodnych płyt pierścieniowych*. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2016

### **3. Omówienie osiągnięcia naukowego**

#### **3.1. Przedmiot badań**

Płyty pierścieniowe są ustrojami szeroko stosowanymi w budownictwie, przemyśle samochodowym, lotniczym czy kosmicznym. Występują w skrajnie różnych rozmiarach od ogromnych płyt fundamentowych kominów, reaktorów atomowych czy silosów, aż do bardzo precyzyjnych mikro-pierścieni w miniaturowych układach mechanicznych. Najczęściej nie mają one jednorodnej budowy, lecz pewną mikrostrukturę, która determinuje ogólne własności danej płyty pierścieniowej. Wewnętrzna budowa płyt jest uzyskiwana przez odpowiedni dobór, proporcje i wzajemne rozmieszczenie materiałów składowych. W wielu przypadkach, odpowiedni dobór struktury takiego kompozytu, w celu uzyskania pożądaných makrowłasności, nie jest sprawą łatwą i wymaga stosowania odpowiednich narzędzi matematycznych i mechanicznych, aby przewidzieć makrowłasności całego ustroju wynikające z określonej budowy wewnętrznej.

Przedmiotem analizy w omawianej pracy były płyty pierścieniowe charakteryzujące się pewną, określoną mikrostrukturą. Zbudowane były z dwóch idealnie połączonych ze sobą, jednorodnych i izotropowych materiałów: jedno lub dwukierunkowych żeber oraz matrycy. Żebra, zarówno promieniowe, jak i obwodowe, posiadały stałą szerokość, zaś cała płyta, zarówno matryca jak i żebra była o stałej i takiej samej grubości. Taka mikrostruktura płyty przekładała się na funkcyjnie zmienne makrowłasności płyty w kierunku promieniowym.

W przedstawianej do oceny monografii zajmowałem się płytami pierścieniowymi, które miały budowę periodyczną w kierunku obwodowym oraz mikroniejednorodną w kierunku promieniowym. Ta mikroniejednorodność wywoływana była przez krzywoliniowy kształt komórek w połączeniu z żebrami o stałej szerokości, co prowadziło w konsekwencji do zmiennego udziału objętościowego poszczególnych materiałów w komórce. Tak realizowana zmienność własności makroskopowych, prowadziła do tzw. wolnej zmienności, tzn. że sąsiednie komórki niewiele się od siebie różniły, zaś komórki bardzo od siebie oddalone, mogły różnić się znacznie swymi uśrednionymi własnościami.

W przedstawionym opracowaniu zostaną przeanalizowane zagadnienia dynamiki płyt o takiej strukturze, a w szczególności problemy drgań własnych i wymuszonych, zarówno przy zadanych warunkach brzegowych na obydwu brzegach, jak i w przypadku płyty spoczywającej na mikroniejednorodnym podłożu typu Winklera. Podstawą analizy w rozpatrywanych w pracy zagadnieniach jest liniowa teoria płyt cienkich typu Kirchhoffa.

Dla ciał jednorodnych teoria ta prowadzi do dobrze znanych równań różniczkowych o stałych współczynnikach. W przypadku ciał mikroniejednorodnych, w których występują materiały o różnych własnościach, na powierzchniach styku pomiędzy poszczególnymi materiałami, występują w równaniach nieciągłości we współczynnikach materiałowych. Równania takie są trudne do rozwiązania metodami numerycznymi, co powoduje konieczność stosowania różnych modeli uśrednionych opisujących dynamiczne zachowanie takich płyt. Otrzymane modele powinny cechować się dwoma właściwościami: posiadać ciągłe i w miarę gładkie współczynniki w równaniach różniczkowych oraz w miarę możliwości opisywać zachowanie ciał na poziomie mikrostruktury.

#### **3.2. Zakres pracy**

Omawiana praca dotyczyła modelowania matematycznego dynamicznych zachowań płyt pierścieniowych posiadających pewną charakterystyczną mikrostrukturę. Modele matematyczne przedstawione w opracowaniu otrzymano w oparciu o technikę tolerancyjnej aproksymacji. Podstawowe definicje i twierdzenia tej techniki przypomniano w rozdziale 2 niniejszej pracy, w podrozdziałach 2.2 i 2.3. Zostały one opracowane na podstawie książki Woźniaka i Wierzbickiego

(2000) oraz dwóch monografii pod red. Woźniaka i innych (2008) oraz (2010). We wstępie do tego rozdziału w podrozdziale 2.1 przytoczono w oparciu o pracę Nagórki (2015) krótki opis innych podobnych technik modelowania ciał z mikrostrukturą: teorii homogenizacji konsystentnej i semi-konsystentnej. Są to techniki niezależne od techniki tolerancyjnego uśredniania, jednak zarysowanie ich we wstępie do rozdziału 2-giego pozwala na spojrzenie w szerszym kontekście na późniejsze procedury modelowania, które będą oparte wyłącznie o TTA. W dalszej części rozdziału 2-giego tj. w podrozdziale 2.4.1 i 2.4.2 przedstawiono ogólne sposoby wyprowadzania równań modelu: metodę ortogonalizacji i metodę funkcjonału Lagrange'a. Obie te metody, są różnym choć równoprawnym, podejściem do modelowania za pomocą techniki tolerancyjnego uśredniania i prowadzą do uzyskania w konsekwencji takich samych równań modelu uśrednionego.

Następnie w podrozdziałach 2.4.3-2.4.5 przedstawiono 3 modele występujące w ramach TTA: model tolerancyjny, model asymptotyczny i model tolerancyjno-symptotyczny. Pierwszy model tolerancyjny, będący zarazem najbardziej skomplikowanym modelem, pozwala na uwzględnienie wpływu wielkości mikrostruktury. Drugi, uproszczony model asymptotyczny, cechuje się stosunkową prostotą, jednak pozwala na znalezienie wyłącznie podstawowych częstości makro-drgań struktury, pomijając wpływ wielkości mikrostrukturalnych. Trzeci model asymptotyczno-tolerancyjny, jest oparty na poprzednich dwóch modelach, ale jednocześnie pozwala na stosunkowo proste otrzymanie zarówno częstości makro-drgań jak i nad drugim etapie mikro-drgań zależnych od wymiaru mikrostruktury. Wszystkie te podrozdziały zostały oparte na pracach Woźniaka i innych (2008) i (2010) oraz monografii Michalaka (2011).

W rozdziałach 3 i 4 przedstawiono uśrednione równania dla modeli tolerancyjnego i asymptotycznego dla dwóch różnych przypadków geometrii płyt pierścieniowych. W rozdziale 3 skoncentrowano się na płytach pierścieniowych o jednokierunkowej mikrostrukturze, uźebrowanych tylko w kierunku promieniowym, zaś w rozdziale 4 przedmiotem rozważań będą płyty pierścieniowe o dwukierunkowej mikrostrukturze, tj. z żebrami zarówno promieniowymi jak i obwodowymi. Wyprowadzenie równań modelu w rozdziałach 3 i 4 zostało dokonane zupełnie niezależnie od siebie na dwa sposoby. W rozdziale 3 do wyprowadzenia równań uśrednionych została wykorzystana metoda ortogonalizacji z podrozdziału 2.4.1, natomiast w rozdziale 4 wyprowadzenie zostało oparte o metodę funkcjonału Lagrange'a opisaną w podrozdziale 2.4.2. W obydwu przypadkach punktem wyjścia były podstawowe równania teorii płyt Kirchhoffa zapisane w sposób bezpośredni.

W rozdziałach 3-cim i 4-tym zawarto również przykłady wykorzystania uśrednionych równań modelu do analizy zagadnienia drgań własnych. Otrzymane wyniki porównano dla prostych przykładów z tymi uzyskiwanymi z programów komputerowych bazujących na MES. Dodatkowo rozdział 3 wzbogacono o analizę drgań własnych płyty na podłożu sprężystym, drgań wymuszonych, a także o rozważania dotyczące zastosowania metody różnic skończonych do rozwiązywania uzyskiwanych układów równań różniczkowych oraz o opis autorskiego programu komputerowego zbudowanego do potrzeb znajdowania częstości drgań własnych płyt analizowanych w rozdziałach 3-5.

Rozdział 3-ci jest oparty na wieloletnich badaniach autora. W szczególności zagadnienia opisane w podrozdziałach 3.1-3.4 oraz przykłady obliczeń z podrozdziału 3.7 były uprzednio publikowane w pracach Wirowski (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014a). Zagadnienie wpływu podłoża typu Winklera na częstości drgań płyt pierścieniowym o budowie mikroniejednorodnej opisane w podrozdziale 3.5 było przedmiotem publikacji Wirowski, Michalak i Gajdzicki (2015). Podrozdział 3.8 dotyczący analizy drgań wymuszonych został oparty na publikacji Wirowski i Rabenda (2014b). Rozdział 4-ty przedstawiający problematykę modelowania płyt pierścieniowych z dwukierunkową mikrostrukturą został oparty o pracę Wirowski, Michalak i Rabenda (2016).

Rozdział 5-ty zawiera szczegółową analizę zagadnienia doboru tzw. funkcji kształtu w TTA. Przedstawiono w nim w oparciu o pracę Jędrysiaka (2003) analizę dokładnego rozwiązania

zagadnienia drgań własnych dla pasma płytowego o budowie periodycznej, a następnie pokazano w jaki sposób to rozwiązanie może być aproksymowane do potrzeb struktur pierścieniowych modelowanych w niniejszej pracy. Przeanalizowano 3 przybliżone funkcje kształtu i na konkretnych przykładowych wynikach obliczeń numerycznych, rozważono problematykę stabilności numerycznej uzyskiwanych rozwiązań i ich dokładności. Rozdział ten częściowo został opracowany na podstawie pracy Wirowski (2014a), jednak został rozszerzony o elementy dotychczas nigdzie nie publikowane.

Ostatni rozdział 6-ty zawiera wnioski końcowe podsumowujące niniejsze opracowanie. Do pracy dołączono 2 załączniki A1 i A2 zawierające szczegółowe wyprowadzenia równań modelu uśrednionego pokazanego w rozdziale 3. Z uwagi na swoją obszerność, wyprowadzenia te zostały wyłączone z rozdziału 3-ciego do osobnych załączników w celu zwiększenia przejrzystości pracy. Całość opracowania zamyka wykaz literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim.

#### **4. Omówienie pozostałego dorobku naukowego**

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora pracowałem naukowo na etacie adiunkta w Katedrze Mechaniki Konstrukcji Politechniki Łódzkiej. Moje zainteresowania naukowe można podzielić na kilka nurtów. Główny, najważniejszy związany z modelowaniem dynamiki mikroniejednorodnych płyt z pewną charakterystyczną mikrostrukturą został podsumowany w poprzez monografię opisaną w punktach 2 i 3. Niemniej moje zainteresowania naukowe obejmowały także inne zagadnienia takie jak:

- zagadnienie stateczności płyt pierścieniowych i prostokątnych,
- przewodnictwo ciepła w kompozytach,
- modelowanie drgań obrotowych w nieskończonych układach periodycznych,
- optymalizacja tarcz za pomocą algorytmów sztucznej inteligencji.

Poniżej zostaną omówione poszczególne nurty mojego dorobku naukowego.

##### **4.1. Zagadnienia dynamiki płyt mikroniejednorodnych**

Główną dziedziną moich zainteresowań naukowych jest dynamika płyt mikroniejednorodnych. Przedmiotem moich badań były płyty i pasma płytowe, które możemy określić jako wykonane z materiałów typu FGM (*ang. functionally graded material*), tzn. charakteryzujące się funkcjonalnie zmiennymi makrowłasnościami w jednym kierunku. W drugim kierunku rozważane struktury były mikro-periodyczne, a ich makrowłasności stałe. W praktyce badania te realizowane były zarówno dla pasma płytowego i płyty prostokątnej, dla których równania modelu zapisane były w kartezjańskim układzie współrzędnych, jak i dla płyty pierścieniowej uźebrowanej jedno- i dwukierunkowo, dla których równania były tworzone w układzie biegunowym.

Zagadnienia dynamiki w tych płytach modelowałem głównie za pomocą techniki tolerancyjnej aproksymacji (TTA), która jest szeroko i z powodzeniem wykorzystywana przez wielu autorów, m. in. do analizy zagadnień dynamiki ciał stałych. Technika ta pozwala na uwzględnienie wpływu wielkości mikrostruktury na dynamiczną odpowiedź układu, a także na znalezienie tzw. wyższych częstotliwości drgań własnych związanych z budową mikrostrukturalną płyty.

Aby rozwiązywać powstające równania modeli uśrednionych, które były równaniami różniczkowymi cząstkowymi rzędu czwartego względem przestrzeni i drugiego względem czasu o zmiennych współczynnikach, stworzyłem za pomocą metody różnic skończonych (MRS) program komputerowy, dzięki któremu z powodzeniem rozwiązywałem badane zagadnienia. W wyniku tego

było możliwe otrzymywanie konkretnych rezultatów numerycznych dla zadanych przykładów, a także obszerna i dogłębna analiza wpływu własności materiałowych i rozkładu geometrii na ogólne makrowłasności kompozytu m. in. [II.D.4], [II.D.6].

Niezależnie od stosowania TTA jako metody porównawczej używałem dobrze znanej metody elementów skończonych (MES) zaimplementowanej w różnych programach komputerowych. Wyniki otrzymywane w ramach budowanych przeze mnie modeli uśrednionych były porównywane zarówno z rezultatami numerycznymi z MES [II.A.4], jak i z wynikami innych autorów [II.A.1] przy czym osiągałem zadowalającą zgodność wyników.

W tym nurcie powstało większość moich opublikowanych dotychczas prac [II.A.1-2], [II.A.4-5], [II.B.1-3], [II.C.1-2], [II.D.1-7], [II.D.10]. Znaczna część z nich została podsumowana w monografii podanej w rozdziale 2 i opisanej w rozdziale 3. Opisałem w niej płyty o budowie pierścieniowej jedno- i dwukierunkowo uźebrowane. Rozważyłem zagadnienia drgań własnych, drgania wymuszone oraz wpływ przyjętej funkcji kształtu w ramach TTA. Monografia ta nie objęła swoim zakresem moich badań odnośnie pasm płytowych o nieliniowo geometrycznej mikrostrukturze [II.A.2], płyt o budowie quasi-fraktalnej zdefiniowanych i analizowanych w pracy [II.A.5].

#### **4.2. Zagadnienie stateczności płyt pierścieniowych i prostokątnych**

Na pograniczu głównego nurtu moich badań dotyczących dynamiki płyt z pewną mikrostrukturą, znalazło się zagadnienie stateczności płyt o takiej strukturze. Z uwagi na pewne matematyczne podobieństwa problematyki drgań do zagadnienia stateczności możliwe było rozszerzenie budowanych przeze mnie tolerancyjnych modeli uśrednionych opisujących dynamiczne zachowanie zadanych struktur, tak aby obejmowały swym zakresem problematykę wybożenia. Prace dotyczące stateczności płyt zarówno pierścieniowych jak i prostokątnych zostały podsumowane w artykule [II.E.1].

#### **4.3. Analiza przewodnictwa ciepła w kompozytach o funkcyjnej gradacji własności**

Analizę przewodnictwa ciepła w kompozytach o funkcyjnej gradacji własności rozważałem we współpracy z dr Aliną Radzikowską. Mój udział koncentrował się na stworzeniu programu numerycznego, który za pomocą metody różnic skończonych obliczał numerycznie rozkład ciepła, korzystając z modelu uśrednionego w ramach TTA. Dzięki zastosowaniu odpowiedniej metody modelowana można było pokazać wpływ funkcjonalnie zmiennej mikrostruktury na ostateczne pole temperatury w całym kompozycie. Otrzymane wyniki porównywałem z rezultatami numerycznymi otrzymanymi za pomocą programu MES otrzymując dobrą zbieżność. Całość tych badań została zaprezentowana w pracy [II.A.3].

#### **4.4. Modelowanie drgań obrotowych w układach o nieskończonej liczbie stopni swobody**

Niezależnie od głównego nurtu badań zainteresowałem się zagadnieniem drgań obrotowych w nieskończonych układach periodycznych. Inspiracją do tych badań było dla mnie atmosferyczne zjawisko optyczne tzw. „cudu słońca” opisywane przez wielu obserwatorów i dotychczas nie posiadające akceptowalnego wyjaśnienia naukowego. W mojej pierwszej pracy w tym nurcie [II.D.8] postawiłem pionierską w skali światowej hipotezę odnośnie genezy tego zjawiska jako odbicia światła od elektrycznie naładowanych i drgających synchronicznie chmur kryształków lodu. Praca ta, choć nie została jeszcze zacytowana przez innych autorów, odbiła się pewnym echem na świecie, o czym świadczy ilość jej pobrań (2604 na dzień 7.09.2016) oraz fakt, że po lekturze tej pracy odezwano się do mnie z redakcji światowej National Geographic oraz brytyjskiej firmy Raw TV współpracującej z Discovery Science.

W dalszych badaniach skoncentrowałem się na modelu dynamiki tego zjawiska rozwijając zarysowany w pracy [II.D.8] prosty liniowy model jednowymiarowy pozwalający wyłącznie rozważać małe kąty obrotów kryształów (płytek), kolejno do modelu nieliniowego [II.D.9] i dwuwymiarowego nieliniowego opisanego w pracach [II.D.11] oraz [II.B.4], które pozwalają na analizę drgań o dużych amplitudach prowadząc do drgań nieharmonicznych, o charakterystyce chaotycznej lub prawie periodycznej. Obecnie we współpracy z mgr inż. Pawłem Szczerbą pracuję nad nieliniowym modelem trójwymiarowym drgającego układu płytek.

#### **4.5. Optymalizacja tarcz za pomocą algorytmów sztucznej inteligencji**

Przez pewien okres zajmowałem się także wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji w budownictwie. W szczególności koncentrowałem się na algorytmach ewolucyjnych i możliwości ich zastosowania do optymalizacji przekrojów kratownicowych czy tarczowych. We współpracy z mgr inż. Mariuszem Szafarzyńskim powstał program komputerowy łączący w sobie MES z algorytmami ewolucyjnymi i z pomocą tych narzędzi optymalizujący kształt tarczy poddanej zadanemu obciążeniu. Otrzymane wyniki opublikowałem w materiałach konferencyjnych [II.F.5]. Jednak z uwagi na bardzo dobre wyniki innych autorów odnośnie optymalizacji topologicznej, dokonywanej różnymi metodami, w tym także metodami sztucznej inteligencji, obecnie nie kontynuuję tego nurtu badań.

### **5. Dorobek dydaktyczny**

#### **5.1. Opis dorobku dydaktycznego**

Moja dotychczasowa praca dydaktyczna koncentrowała się wokół kilku tematów. Podstawową tematyką były zagadnienia związane z programowaniem i metodami numerycznymi. Prowadziłem kilka prac magisterskich o tematyce numerycznej: obliczanie statyki płyt za pomocą metody elementów skończonych, optymalizacja topologiczna tarczy (praca została wyróżniona udziałem w finale ogólnopolskim konkursu o nagrodę Prezesa SIMP [zał. D.2]). Jestem kierownikiem i pomysłodawcą dwóch przedmiotów o tematyce informatycznej – komputerowej wizualizacji danych inżynierskich [Zał. D.3], w których studenci poznają metody i możliwości współczesnej grafiki komputerowej, potrzebnej do wizualizacji i prezentacji swoich prac. Na co dzień prowadzę przedmioty związane z komputerami: metody komputerowej, metody obliczeniowe i zastosowanie programów komputerowych w analizie konstrukcji budowlanych. Na laboratoriach z tych przedmiotów staram się uczyć studentów nie tylko używać programów komputerowych niezbędnych w pracy inżyniera budownictwa, ale przede wszystkim pokazuję jak sprawdzać i kontrolować otrzymane wyniki poprzez szacowanie i analizę problemu.

Drugim nurtem w mojej pracy dydaktycznej są przedmioty związane z mechaniką: zarówno ze statyką jak i dynamiką. Uczę studentów klasycznych metod rozwiązywania układów statycznie niewyznaczalnych, metody sił i przemieszczeń prowadząc przedmioty związane z mechaniką na wszystkich stopniach studiów i na wszystkich kierunkach na jakich są one w programach studiów. Zawsze staram się łączyć teorię z praktyką: np. korzystając w ramach zajęć z przedmiotu Dynamika i stateczność konstrukcji z systemu pomiarowego Pulse [zał. E.4] pozwalającego na doświadczalne sprawdzenie rzeczywistych drgań wybranego elementu konstrukcji.

Trzecią grupą tematów w mojej pracy dydaktycznej jest projektowanie dróg w oparciu o oprogramowanie Autodesk Civil. Od wielu lat jestem licencjonowanym trenerem [zał. E.1-E.3] uczącym inżynierów drogownictwa z całej Polski używania tego oprogramowania w ich pracy zawodowej. We współpracy z autoryzowanym centrum szkoleniowym CADExpert w ciągu ostatnich

8 lat przeszkoliłem setki kursantów. Jestem autorem kilku podręczników, które wykorzystywałem do prowadzenia szkoleń. W tej tematyce powstała także jedna praca magisterska, związana z tematyką rozbudowy jednego z łódzkich skrzyżowań.

## **5.2. Opieka nad kołem naukowym**

Począwszy od roku 2009 jestem opiekunem naukowym Studenckiego Koła Naukowego „Momencik” działającego przy Katedrze Mechaniki Konstrukcji Politechniki Łódzkiej. Pod moją opieką studenci uczestniczyli w wielu konferencjach naukowych i konkursach o zasięgu ogólnopolskim i międzynarodowym osiągając wielokrotnie sukcesy (Konferencja Euroinżynier 2012, I i III miejsce; Konkurs wyKOMBinuj Most kategoria główna – rok 2012 V miejsce, rok 2014 IV i V miejsce, rok 2015 II i III miejsce, najlepszy referat w roku 2014 i 2015; Konferencja Budmika : 3 wyróżnienia w roku 2014 [zał. D.4] i 1 w roku 2015; wyróżnienie w międzynarodowym konkursie Europolis 2050 w roku 2012. W ramach koła naukowego studenci opublikowali szereg prac w tym jedną w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, 12 prac w materiałach pokonferencyjnych oraz 8 streszczeń w materiałach pokonferencyjnych. Studenci czynnie biorą udział w Festiwalu Nauki i Techniki i Sztuki organizowanym w Łodzi, gdzie począwszy od 2010 co roku organizują stoisko Wydziału Budownictwa Politechniki Łódzkiej godnie reprezentując swój Wydział i Uczelnię oraz popularyzując nauki mechaniczne wśród mieszkańców Łodzi [zał. D.5-D.6].

## **6. Opis dorobku popularyzatorskiego i organizacyjnego**

W ramach swojego dorobku popularyzatorskiego i organizacyjnego skoncentrowałem się na propagowaniu wśród studentów, a także zwykłych mieszkańców Łodzi różnych ciekawych aspektów związanych z mechaniką i szerzej z budownictwem. Planując ze studentami zrzeszonymi w kole naukowym „Momencik”, którego jestem opiekunem od roku 2009 aż do dnia dzisiejszego, stoiska na Festiwalach Naukowych, starałem się zawsze tak dobrać tematykę pokazów, aby zawsze zaciekawiać potencjalnego odbiorcę. Stąd w ciągu lat pojawiała się tam tematyka tensegrity, wizualizacji przestrzeni 4-ro wymiarowych czy budowania mostów z papieru. Współorganizując konferencję studencką Budmika, chciałem promować najzdolniejszych studentów, ich prace i niestandardowe projekty.

W swej pracy nie zapominam także o aktywności sportowej dając przykład studentom, brałem udział w Zmaganiach Wydziałów na Politechnice Łódzkiej w roku 2009 w konkurencji siatkówka [zał. F.1]. Prywatnie, rekreacyjnie wraz z dziećmi i przyjaciółmi uprawiam biegi na orientację [zał. F.2] oraz trekking po wysokich górach [za. F.3]

## 7. Wskaźniki dokonań naukowych

Rok	Liczba punktów	Liczba punktów po uwzględnieniu udziału współautorów
2016	40	28,3
2015	24	14
2014	25	17,8
2013	22	14,5
2012	54	39
2011	12	12
2010	37	29,6
2009	2	2
RAZEM:	216	157,2

W bazie Web of Science na dzień 05.10.2016 widnieje 7 z pośród moich prac, cytowanych łącznie 24 razy, z czego najczęściej cytowana praca [II.A.1] osiągnęła 14 cytowań. Z kolei najczęściej pobieranym moim artykułem jest praca [II.D.8], która na dzień 18.10.2016 została pobrana 2721 razy, zaś jej streszczenie wyświetlono 6121 razy. Według bazy Web of Science mój indeks Hirscha wynosi 3 [zał. C.13]. W bazie Publish or Perish znajdują się 28 moich prac, zacytowanych łącznie 77 razy (indeks Hirscha = 5, the index g = 8). Łączna liczba punktów MNiSW wynosi 216, a po uwzględnieniu udziału współautorów 157,2.

## 8. Podsumowanie wniosku

Przedstawione do oceny jako osiągnięcie naukowe dzieło opublikowane w całości jest podsumowaniem części moich dotychczasowych wyników badań dotyczących struktur o deterministycznej budowie mikrostrukturalnej, w zakresie dynamiki płyt pierścieniowych. W swych pracach badawczych opublikowanych w wielu czasopismach i monografiach opisanych szczegółowo w załączonym do Wniosku spisie publikacji, zajmowałem się dynamiką, statecznością oraz przewodnictwem ciepła w płytach pierścieniowych i prostokątnych oraz pasmach płytowych o niejednorodnej mikrostrukturze implikującej funkcjonalnie zmienne makrowłasności badanych kompozytów.

Podejmowane przeze mnie działania naukowe, popularyzatorskie i dydaktyczne, pozwoliły mi uzyskać autorytet specjalisty w zakresie odpowiadającym kierunkowi moich zainteresowań naukowych. Uważam, że moja publikacja, wymieniona w punkcie 2 niniejszego autoreferatu, stanowi znaczny dorobek naukowy.

W związku z powyższym wnoszę o stwierdzenie, że posiadam kwalifikacje do samodzielnej pracy naukowo-badawczej, w rozumieniu art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Artur Uiołci