

**IRENA WAGNER,
ZDZISŁAW WIĘCKOWSKI**

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechniki Łódzkiej
Katedra Mechaniki Materiałów

KATEDRA MECHANIKI MATERIAŁÓW

Historia Katedry

Katedra Mechaniki Materiałów kontynuuje działalność Katedry Mechaniki Teoretycznej, powołanej w 1966 w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych w zakresie mechaniki teoretycznej, wytrzymałości materiałów, teorii sprężystości oraz matematyki. Kierownikiem Katedry Mechaniki Teoretycznej został mianowany prof. dr hab. Marian Suchar. W początkowym okresie działalności Katedra korzystała z pomocy Katedry Wytrzymałości Materiałów Wydziału Mechanicznego w prowadzeniu zajęć laboratoryjnych w zakresie przedmiotu wytrzymałość materiałów.

W okresie swojego istnienia Katedra podlegała przekształceniom organizacyjnym wynikającym z reorganizacji szkolnictwa wyższego. W latach 1970-1983 Katedra prowadziła swoją działalność, jako Zespół Mechaniki Teoretycznej, a następnie w latach 1983-1990 jako Zakład Mechaniki Materiałów w strukturze Instytutu Inżynierii Budowlanej. Po rozwiązaniu Instytutu w roku 1990 Zakład przyjął nazwę Katedry Mechaniki Materiałów. W latach 1966-2001 Katedrą kierował nieprzerwanie prof. dr hab. Marian Suchar, pozostając jej pracownikiem do 2008 roku. W roku 2001 kierownictwo objął dr hab. inż. Zdzisław Więckowski. W Katedrze zatrudnieni byli następujący pracownicy naukowo-dydaktyczni: dr hab. inż. Wojciech Barański (od 1966 r.), prof. dr hab. inż. Bogdan Rogowski (od 1966 r.), dr Gabriel Derkowski (1966-1976), mgr Elżbieta Stania (1966-1969), dr inż. Sędzimierz Furmańczyk (1967-2008), dr inż. Marek Golubiewski (od 1967 r.), mgr inż. Marek Rosiecki (1969-1970), dr inż. Olaf Gajl (1970-1993), dr inż. Piotr Dębski (od 1973 r.), dr inż. Sławomir Kosiński (1973-1997), mgr inż. Aldona Przyrowska (1976-1978), mgr inż. Marian Jędryka (od 1977 r.), dr inż. Marek Lefik (1977-2003), dr inż. Irena Wagner (od 1977 r.), dr hab. inż. Zdzisław Więckowski (od 1979 r.), mgr inż. Andrzej Zwolski (od 1990 r.), dr inż. Wiesław Kaliński (od 1991 r.), dr inż. Dariusz Zaręba (od 1992 r.), mgr inż. Bogna Filipiak (1992-1995), dr hab. inż.

Marcin Kamiński (1994-2010), mgr inż. Iwona Kowalska-Kubisk (od 1996 r.), dr inż. Marcin Pawlik (od 1996 r.), mgr inż. Jolanta Bondarczuk-Siwicka (od 1999 r.), mgr inż. Wiktor Jakubowski (od 2008 r.), mgr Michał Pawlak (od 2010 r.). W maju 2011 roku pożegnaliśmy zmarłego nagle, w pełni sił twórczych, Profesora Wojciecha Barańskiego.

Działalność dydaktyczna

W ramach działalności dydaktycznej Katedra Mechaniki Materiałów prowadzi zajęcia na kierunkach: Budownictwo oraz Inżynieria Środowiska dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych. Zajęcia te obejmują następujące przedmioty: mechanika ogólna – statyka, mechanika ogólna – kinematyka i dynamika, wytrzymałość materiałów, teoria sprężystości i plastyczności, mechanika budowli, mechanika nawierzchni komunikacyjnych, podstawy informatyki, metody komputerowe, metody obliczeniowe, analiza komputerowa w zagadnieniach inżynierskich. Pracownicy Katedry prowadzili lub prowadzą ponadto zajęcia dla studentów studium doktoranckiego w ramach przedmiotów: modelowanie konstytutywne, metody obliczeniowe mechaniki nieliniowej, modelowanie komputerowe nieliniowych zagadnień mechaniki ciała stałego, podstawy optymalizacji. We wcześniejszym okresie działalności Katedry jej pracownicy prowadzili zajęcia dydaktyczne dla studentów Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej w ramach przedmiotów: mechanika teoretyczna, teoria sprężystości oraz teoria drgań, a także dla uczestników studium podyplomowego, którego tematyka dotyczyła stosowania współczesnych metod w projektowaniu i wykonawstwie konstrukcji mostowych.



Stanowiska badawcze w laboratorium wytrzymałości materiałów

W Katedrze działają dwa laboratoria dydaktyczne: laboratorium wytrzymałości materiałów i dydaktyczne laboratorium komputerowe. Pierwsze z nich jest wyposażone w dwie uniwersalne maszyny wytrzymałościowe i osiem stanowisk badawczych, na których wykonywane są próby rozciągania, ściskania, zginania, skręcania (swobodnego, nieswobodnego), wybożenia, zwiczerzenia. Laboratorium jest wyposażone ponadto w twardościomierze oraz urządzenia do wykonywania badań dynamicznych. Wyposażenie laboratorium jest wykorzystywane również do badań związanych z pracami dyplomowymi i ekspertyzami.

Laboratorium komputerowe Katedry Mechaniki Materiałów jest wyposażone w 6 komputerów pełniących rolę serwerów plików i serwerów obliczeniowych oraz 16 stacji roboczych wykorzystywanych przez studentów w czasie zajęć dydaktycznych. Stacje robocze pozwalają na pracę w dwóch systemach operacyjnych: Linux i MS Windows. W ramach zajęć dydaktycznych wykorzystywane jest oprogramowanie opracowane przez pracowników Katedry, programy dostępne na zasadach wolnego oprogramowania oraz oprogramowanie komercyjne, takie jak: uniwersalne środowisko matematyczne MAPLE, system obliczeniowy metody elementów skończonych ANSYS, inżynierskie programy narzędziowe: AutoCAD, WINproject, NormaPro. W laboratorium komputerowym Katedry zorganizowano szereg kursów użytkownika programu AutoCAD.

Pracownicy Katedry są autorami podręczników:

- Dębski P., Gajl O., Wagner I., *Zbiór zadań z mechaniki teoretycznej. Kinematyka*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1995,
- Kamiński M., Rogowski B., *Mechanika Techniczna*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.

Ponadto materiały dydaktyczne dotyczące prowadzonych przez pracowników Katedry przedmiotów, od roku 2001, publikowane są na serwerze WWW dostępnym w lokalnej sieci Katedry podczas zajęć (przykłady, programy) oraz na serwerze dostępnym w sieci Internet (wykłady, zbiory zadań z rozwiązaniami) pod adresem <http://kmm.p.lodz.pl>.

Działalność naukowa

Prace naukowe, prowadzone obecnie w Katedrze Mechaniki Materiałów, obejmują następujące tematy: mechanika ośrodków niejednorodnych (kompozytów), metody obliczeniowe mechaniki (głównie metoda elementów skończonych i jej odmiana – metoda punktów materialnych), mechanika pękania i kontaktu, przepływy materiałów sypkich.

Badania w zakresie mechaniki kompozytów dotyczą szeroko rozumianej metody homogenizacji w przypadku materiałów niejednorodnych o strukturze periodycznej w ujęciu zarówno deterministycznym, jak i losowym. Obejmują one przede wszystkim zagadnienie oszacowania własności efektywnych tych materiałów zarówno w zakresie sprężystym, jak i niesprężystym, w problemach równowagi, quasi-statycznej ewolucji, stateczności, dynamiki i propagacji fal.

Rozważano również zagadnienie sprzężenia pól mechanicznych i termicznego. Znajomość własności efektywnych kompozytów ma zasadnicze znaczenie w przypadku analizy konkretnych zagadnień brzegowych, dotyczących np. analizy zachowania płyt warstwowych lub cewki nadprzewodzącej toroidalnego cyklotronu.

W ramach tematyki dotyczącej metody elementów skończonych, naprężeniowe ujęcie tej metody rozwijane jest pod kierunkiem dr. hab. inż. Zdzisława Więckowskiego. Wykorzystując metodę naprężeniową i powszechnie stosowaną wersję przemieszczeniową metody elementów skończonych, dokonano oszacowania błędów rozwiązań przybliżonych, wyznaczono dolne i górne oszacowania efektywnych własności mechanicznych materiałów kompozytowych (sprężystych i sprężysto-plastycznych) oraz dolne i górne oszacowania obciążenia granicznego. Analizowano zastosowanie przemieszczeniowej wersji metody elementów skończonych w zagadnieniach dużych odkształceń, wzbogaconej techniką regeneracji siatki w trakcie rozwoju deformacji elementów. Rozwinięto mieszane Lagranżowsko-Eulerowskie sformułowanie metody elementów skończonych, znane pod nazwą metody punktów materialnych lub metody „cząstki w komórce”; podejście to wykorzystano do rozwiązania zagadnień przepływów materiałów sypkich w zbiornikach (napełnianie, opróżnianie), a także innych inżynierskich zagadnień dużych odkształceń, takich jak: zagadnienia obróbki plastycznej, wbijania pała w grunt lub awarii ściany oporowej. Stosując zasadę minimum energii komplementarnej, opracowano metodę poprawiania dokładności pola naprężenia wyznaczanego metodą elementów skończonych i metodę oszacowania błędu rozwiązania przybliżonego. Obliczony w ten sposób błąd rozwiązania wykorzystano w procesie wyznaczania kolejnych przybliżeń konstruowanych przy użyciu siatek generowanych adaptacyjnie.

Praca naukowa prof. B. Rogowskiego obejmuje badania uściślonych teorii płyt anizotropowych (również w zakresie dynamicznym), rozwiązania zagadnień z mechaniki kontaktu i inkluzji, analizę zagadnień z zakresu mechaniki pękania, analizę sprzężonych zagadnień mechaniki pękania, inkluzji i kontaktu odniesionych do materiałów magneto-termo-elektro-sprężystych i powstających w nich pól sprzężonych. Wśród zagadnień dotyczących mechaniki pękania otrzymano szereg rozwiązań dokładnych w analitycznej postaci, takich jak: funkcje Greena współczynników intensywności naprężenia w ciałach ze szczelinami pod działaniem obciążeń mechanicznych i termicznych. Rozwiązano niestacjonarne zagadnienia termosprężystości dla ciał ze szczelinami, interakcje szczelin w materiałach anizotropowych i warstwowych. Wyznaczono fundamentalne rozwiązania dla materiałów piezoelektrycznych, piezomagnetycznych i kompozytów utworzonych z nich z uwzględnieniem przepuszczalności i przenikalności szczelin. Sformułowano kryteria pękania „inteligentnych materiałów”. Te ostatnie badania i ich wyniki mają zastosowanie w medycynie, elektronice i wielu dziedzinach techniki. W zagadnieniach mechaniki kontaktu najważniejsze wyniki to: opracowanie rozwiązań dla pierścienia kontaktującego się z podłożem jednorodnym, warstwowym, dla

warstwy sprężyste podpartej, dla podłoża z walcowym otworem i obciążonego osiowo, mimośrodowo, z uwzględnieniem oddziaływań normalnych i stycznych, adhezji, potencjałów elektrycznych i magnetycznych w obszarze kontaktu, pól sprzężonych w podłożu, wpływ obciążenia na zewnątrz stempla, opis interakcji układu stempli na podłożu. Większość rozwiązań przedstawiono w dokładnej postaci. W zagadnieniach mechaniki inkluzji Profesor rozszerzył badania nad inkluzjami w ośrodkach sprężystych na ośrodki anizotropowe, warstwowe, kompozyty, zagadnienia sprężyste, termosprężyste i dynamiczne. Najważniejsze wyniki to: określenie podatności inkluzji jako elementu kotwiącego w przypadku dowolnego jej obciążenia, zbadanie interakcji stempla i inkluzji, wyznaczenie nieustalonego termosprężystego pola powstającego od ogrzanej inkluzji znajdującej się w ciele sprężystym oraz inkluzji w ciele gradientowym, analiza ruchów harmonicznym inkluzji w ośrodku sprężystym. W tym obszarze mechaniki powstały prace doktorskie: Dariusza Zaręby, Marcina Pawlika i Wiesława Kalińskiego.

Działalność Profesora Wojciecha Barańskiego koncentrowała się na wykorzystaniu nowoczesnego aparatu analizy funkcjonalnej i teorii miary w zagadnieniach mechaniki ciała stałego. Opublikowane prace dotyczyły fundamentalnych zasad mechaniki racjonalnej, reprezentacji ładunków i oddziaływań ciał z punktu widzenia teorii miary, uogólnień zasad wariacyjnych mechaniki w przypadku nieciągłości pól przemieszczenia i naprężenia. Tematyka, którą Profesor zajmował się w ostatnim okresie dotyczyła mechaniki materiałów kompozytowych, w ramach której rozwiązał zadanie homogenizacji kompozytu sprężystego z uwzględnieniem nieliniowości geometrycznych, a także zagadnienie stateczności kompozytu o strukturze periodycznej.

Kierunkiem badań w zakresie metod numerycznych w mechanice stochastycznej rozwijanym przez dr. hab. inż. Marcina Kamińskiego (w Katedrze do 2010 r.), była komputerowa symulacja ośrodków niejednorodnych o strukturze periodycznej i losowych własnościach sprężystych z uwzględnieniem defektów międzyfazowych. W symulacji tej stosowano stochastyczną metodę elementów skończonych opartą na uogólnionej teorii perturbacji stochastycznej. Prowadzono także prace dotyczące homogenizacji ośrodków o takich własnościach za pomocą probabilistycznej wersji metody modułów efektywnych i metody symulacji Monte Carlo. Niezależnie prowadzono modelowanie efektów procesów degradacji w konstrukcjach budowlanych oraz formułowanie prognoz dotyczących niezawodności konstrukcji w oparciu o stochastyczną aproksymację procesów degradacji konstrukcji lub wybranych jej elementów.

Pracownicy Katedry przedstawili wyniki swoich badań w około 350 artykułach i 250 referatach w ramach konferencji krajowych i zagranicznych. Poniższa lista zawiera ważniejsze artykuły opublikowane w ostatnich latach:

- Barański W., *On infinitesimal stability and homogenization of linearly elastic periodic composites*, Math. Mod. Meth. Appl. Sci. 2000, nr 10, s. 1251-1262,

- Więckowski Z., Golubiewski M., *Improvement in accuracy of the finite element method in analysis of stability of Euler-Bernoulli and Timoshenko beams*, Thin-Walled Structures 2007, nr 45, s. 950-954,
- Kamiński M., *Sensitivity and randomness in homogenization of periodic fiber-reinforced composites via the response function method*, International Journal of Solids and Structures 2009, nr 46 (3-4), s. 923-937,
- Kamiński M., *A generalized version of the perturbation-based stochastic finite difference method for elastic beams*, Journal of Theoretical and Applied Mechanics 2009, nr 47 (4), s. 957-975,
- Rogowski B., *The transient thermo-electro-elastic fields in a piezoelectric plate with a crack*, International Journal of Pressure Vessels and Piping 2009, nr 86, s. 384-394,
- Rogowski B., *Analysis of a penny-shaped crack in a magneto-elastic medium*, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Warsaw 2009, nr 47, s. 143-159,
- Kaliński W., Rogowski B., *On the Contact Problem in Piezo-electroelasticity*, International Journal of Applied Mechanics and Engineering, 2009, vol. 14, nr 1, s. 157-174,
- Beuth L., Więckowski Z., Vermeer P. A., *Solution of quasi-static large-strain problems by the material point method*, International Journal for Numerical and analytical Methods in Geomechanics, 2010.

Opublikowane w ostatnich latach monografie to:

- Rogowski B., *Contact Problems for Elastic Anisotropic Media*, A series of Monographs, p. 434, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2006,
- Rogowski B., *Inclusion Problems for Elastic Anisotropic Media*, A series of Monographs, p. 293, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2006.

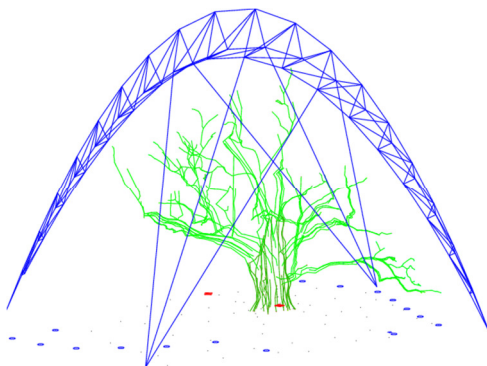
Pracownicy Katedry Mechaniki Materiałów utrzymywali, bądź utrzymują, bezpośrednie, robocze kontakty z wieloma uniwersytetami europejskimi i pozaeuropejskimi, uczestnicząc w prowadzonych tam programach badawczych. Rezultatem tej współpracy są wspólne publikacje w czasopiśmie polskich i zagranicznych. Pracownicy Katedry współpracowali (wizytując, prowadząc zajęcia dydaktyczne, odbywając staże lub uczestnicząc we wspólnych tematach) z następującymi uczelniami: Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona (Hiszpania); University of Strathclyde, Glasgow (Wielka Brytania); Institut Prikladnykh Problem Mechaniki i Matematiki, Lwów (Ukraina); Universite Pierre et Marie Curie (Paris VI), Paryż (Francja); University of Papua New Gwinea, Bond University (Australia); Institut de Mecanique de Grenoble (Francja); Istituto di Scienza e Technica delle Costruzioni, Padwa (Włochy); Katedra Mechaniki Teoretycznej Uniwersytetu Kijowskiego (Ukraina); Chalmers University of Technology, Goeteborg (Szwecja); Lulea University of Technology, Division of Structural Mechanics (Szwecja); Universität GH, Duisburg (Niemcy);

Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Laboratoire Geomateriaux, Lyon (Francja); Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejon (Korea Płd.); Delft University of Technology (Holandia); The University of Texas, Austin (USA); Rice University, Houston (USA); Politecnico di Milano (Włochy); McGill University, Montreal (Kanada); Rheinisch-Westfälischen Technische Hochschule, Aachen (Niemcy); Institut für Polymerforschung, Drezno (Niemcy), University of Stuttgart (Niemcy).

W roku 2007 Katedra była organizatorem międzynarodowej konferencji naukowej "17th International Conference on Computer Methods in Mechanics". Obrady odbywały się w Centralnym Ośrodku Sportu w Spale. Uczestnikami było 200 naukowców, w tym 48 z zagranicy; na 36 sesjach wygłoszono 182 referaty, w tym 7 plenarnych.

Współpraca z przemysłem

Jedną z istotniejszych form działalności Katedry jest wykonywanie ekspertyz, badań wytrzymałościowych, projektów i nadzorów autorskich budów realizowanych w regionie łódzkim. W okresie istnienia Katedry zostało wykonanych około 130 opracowań dotyczących zagadnień, takich jak: ocena szkodliwości wpływów dynamicznych w budownictwie, ocena wpływu drgań wywołanych przez pojazdy na stan techniczny budynków, badania drgań fundamentów turbogeneratorów, ochrona obiektów przed niekorzystnymi wpływami drgań, ocena stanu technicznego inżynierskich obiektów komunikacyjnych, ocena uszkodzeń magistrali wodociągowych, renowacja instalacji, zmniejszanie poziomu hałasu, projektowanie ekranów akustycznych, opracowanie sposobów prowadzenia prac konserwatorskich w obiektach zabytkowych, projektowanie stanowisk badawczych i pomieszczeń laboratoryjnych. Powyższe opracowania pracownicy Katedry wykonywali głównie dla: organów administracji samorządowej Łodzi, Piotrkowa Trybunalskiego, łódzkich zakładów przemysłowych, w szczególności dla Elektrociepłowni, administracji budynków, Zakładu Wodociągów i Kanalizacji, Centralnego Instytutu Ochrony Pracy. Na wyróżnienie zasługuje cykl opracowań związanych z wykonaniem kompleksowej dokumentacji projektowo-konserwatorskiej zabytkowego zespołu pałacowego I. K. Poznańskiego w Łodzi, a w ostatnim roku koncepcja i projekt stabilizacji drzewa – pomnika przyrody – dębu „Bartek”. Pracownicy Katedry opracowują opinie dla prokuratury i sądów oraz pełnią nadzór budowlany, np. przy renowacji kościoła oo. Jezuitów w Łodzi, Kaplicy Scheiblera na Starym Cmentarzu w Łodzi. Kilku pracowników Katedry ma pełne uprawnienia budowlane, w tym 3 osoby są rzeczoznawcami budowlanymi.



Koncepcja stabilizacji dębu „Bartek”
za pomocą podwieszenia konarów do łuku kratowego z odciągami

Aktualny skład osobowy Katedry

Dr hab. inż. Zdzisław Więckowski, prof. PŁ – kierownik Katedry,
prof. dr hab. inż. Bogdan Rogowski, dr inż. Piotr Dębski, dr inż. Marek
Golubiewski, dr inż. Wiesław Kaliński, dr inż. Marcin Pawlik, dr inż. Irena
Wagner, dr inż. Dariusz Zaręba, mgr inż. Jolanta Bondarczuk-Siwicka, mgr inż.
Wiktor Jakubowski, mgr inż. Marian Jędryka, mgr inż. Iwona Kowalska-Kubsik,
mgr Ewelina Misztalska, mgr Michał Pawlak, mgr inż. Andrzej Zwolski, Jolanta
Banasiak.