1953–2023

70 lat

Instytutu Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk

Warszawa 2023

Dyrekcja
Instytutu Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Burczyński, *czł. rzecz. PAN*
Dyrektor

Prof. dr hab. Janusz Szczepański
Zastępca Dyrektora ds. Naukowych

Dr hab. inż. Piotr Kowalczyk
Zastępca Dyrektora ds. Innowacji, Rozwoju i Współpracy

Mgr Agnieszka Milczarek
Zastępca Dyrektora ds. Administracyjno-Technicznych

Mgr Anna Leśnicka
p.o. Zastępcy Dyrektora ds. Finansowych

Wstęp

Siedemdziesiąt lat, które upłynęły od powstania Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk (IPPT PAN), to cała epoka w rozwoju nauki i techniki. To okres bardzo szybkiego rozwoju metod i narzędzi badawczych, nowych koncepcji i teorii naukowych. To także ilościowe i jakościowe zmiany warunków ekonomicznych i społecznych, a także uwarunkowań politycznych zachodzących w Polsce i na świecie. Wszystkie wymienione czynniki miały istotny wpływ na działalność naukową i rozwój IPPT PAN.

Na przełomie lat 1952 i 1953 było podejmowanych wiele inicjatyw i działań mających na celu stworzenie przez Polską Akademię Nauk instytutu prowadzącego interdyscyplinarne badania w obszarze nauk technicznych. Efektem tych działań była formalna decyzja powołania w 1953 r. Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN.

Celem niniejszej publikacji jest przybliżenie genezy IPPT PAN oraz przedstawienie w sposób syntetyczny struktury, misji i osiągnięć instytutu.

Aktualnie w IPPT PAN są prowadzone wielodyscyplinarne i interdyscyplinarne badania naukowe z zakresu inżynierii mechanicznej (kategoria A+), inżynierii materiałowej (A), inżynierii biomedycznej (B+) oraz informatyki technicznej i telekomunikacji (A).

Przekazujemy Państwu to syntetyczne opracowanie z myślą, że czas wiele zmienia, ale podstawowe wartości w postaci prawdy i intelektualnej uczciwości pozostają w nauce niezmienne.

Tadeusz Burczyński
Dyrektor IPPT PAN

Geneza IPPT PAN

Sekretariat Naukowy Prezydium Polskiej Akademii Nauk 9 grudnia 1952 roku podjął uchwałę o powołaniu z dniem 1 stycznia 1953 roku Instytutu Podstawowych Problemów Techniki jako samodzielnej placówki naukowo-badawczej Polskiej Akademii Nauk. Sformalizowanie i wprowadzenie w życie tej uchwały w wyniku decyzji Rządu PRL nastąpiło 24 września 1953 roku. Z tego powodu rok 1953 przyjmujemy jako rok powstania IPPT PAN, chociaż wiele ważnych działań w tej sprawie wydarzyło się już w 1952 roku.

Sekretariat Naukowy Prezydium PAN zdecydował, że w skład Instytutu wchodzą następujące zakłady:

- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych – kierownik prof. Wacław Olszak,
- Zakład Badania Drgań – kierownik prof. Ignacy Malecki (na zdjęciu),
- Zakład Elektroniki – kierownik prof. Janusz Groszkowski,
- Zakład Metali – kierownik prof. Aleksander Krupkowski.

Wtedy także został nadany Instytutowi statut stanowiący załącznik do uchwały, powołano Radę Naukową oraz dyrektora Instytutu.

Jeszcze w latach 1951 i 1952 toczyła się współpraca trzech pierwszych zakładów, która przebiegała w sposób naturalny ze względu na częściową wspólnotę i uzupełnianie się tematyki, zwłaszcza w zakresie badań podstawowych. Kierownictwo PAN miało w tym czasie nadzieję na zacieśnianie się tej współpracy jako podstawy do powołania przyszłego instytutu. W tym celu Sekretariat Naukowy Akademii już w czerwcu 1952 roku powołał wspólną Radę Naukową tych zakładów.

Zakład Metali był zlokalizowany w Krakowie i zajmował się nieco wyodrębnioną, ale bardzo ważną dla kompleksowego rozwoju Instytutu pozycję, zapewniając innym zakładom Instytutu współpracę z najbardziej wówczas dynamicznie rozwijającą się gałęzią przemysłu, jaką wtedy była metalurgia i związane z nią działy przemysłu maszynowego. Były jeszcze inne jednostki naukowe, które weszły później w skład Instytutu, ale z uwagi na ich mniejszy potencjał badawczy oraz krótką obecność w strukturze Instytutu, są przedstawione w Kalendarium.

Niezwykle ważną rolę w powstaniu i rozwoju Instytutu odegrał Sekretarz Wydziału Nauk Technicznych PAN – prof. Witold Nowacki. Stworzył on bardzo silny naukowo i liczny zespół mechaników zajmujących się głównie teorią sprężystości. Zespół ten wchodził w skład Zakładu Mechaniki Ośrodków Ciągłych i stanowił jego zasadniczą część.

Wielki osobisty autorytet naukowy prof. Witolda Nowackiego i wysokie stanowisko w hierarchii ówczesnej pierwszej kadencji władz PAN były czynnikami decydującymi o szybkim powołaniu Instytutu przez Sekretariat Naukowy PAN (9 grudnia 1952 r.), a następnie o sformalizowaniu i wprowadzeniu w życie tej uchwały decyzją Rządu Polskiej Republiki Ludowej (24 września 1953 r.).

Połączenie wymienionych zakładów, o stosunkowo dużym potencjale badawczym i tendencji do dobrowolnej integracji, było jedyną okazją do utworzenia tak dużego jak na ówczesne warunki instytutu. Unikalna pozycja Instytutu wynikała też z okoliczności prawnych jego utworzenia. Można śmiało powiedzieć, że Instytut był „prawdziwym dzieckiem" PAN o niezaprzeczalnym rodowodzie.

Większość zakładów wchodzących w skład Instytutu powstało na przełomie lat 1950 i 1951, przeważnie jako półautonomiczne placówki wyższych uczelni.

IPPT PAN był jednym z najbardziej interdyscyplinarnych instytutów PAN i miał mocną pozycję wewnątrz Akademii. Podstawowe znaczenie miała tematyka badań realizowanych przez pracowników Instytutu obejmująca bardzo szeroki wachlarz dyscyplin.

Wsparcie władz PAN dla wszechstronnego, problemowego charakteru badań prowadzonych w Instytucie miało swoje ogólniejsze uwarunkowania, szczególnie znaczące dla przyszłego rozwoju współpracy międzynarodowej Instytutu.

Początki działalności Instytutu to okres światowego, burzliwego rozwoju nowych dziedzin nauki. Rewolucyjny postęp następował również w kierunkach badań objętych działalnością IPPT PAN. Istotne znaczenie miał dość powszechnie reprezentowany w skali międzynarodowej pogląd, według którego – oprócz placówek naukowych w postaci uczelni wyższych, prowadzących badania „zorientowane dyscyplinarnie" na swoich wydziałach, w instytutach lub katedrach – powinny istnieć i prowadzić badania instytuty „zorientowane problemowo", podejmujące interdyscyplinarne, kompleksowe programy badawcze, przerastające zakres zainteresowań i możliwości pojedynczych instytutów lub katedr uczelni wyższych. Ten zasadniczy pogląd zarysował się w krajach Europy Zachodniej, zwłaszcza po II wojnie światowej. Wzrosło znaczenie przemysłowych biur konstrukcyjnych i laboratoriów badawczych, powstawały zupełnie nowego typu instytuty problemowe (np. CERN) i bardzo dynamicznie rozwinęły się instytucje grupujące placówki zorientowane problemowo, jak CNRS we Francji czy Instytuty Maxa Planka w Niemczech, co miało istotne znaczenie z perspektywy PAN i znakomicie pasowało do koncepcji IPPT PAN.

Z perspektywy lat trzeba podkreślić, że opisane tu działania organizacyjne przy tworzeniu Instytutu i względnie przyjazne otoczenie, w którym odbywał się ten proces, mogły jednak dać pomyślne rezultaty tylko dzięki spełnieniu jednego zasadniczego warunku – istnienia jeszcze przed powstaniem Instytutu potencjału naukowego, który reprezentowały sobą zakłady, czyli zespoły naukowców, które weszły w jego skład. Ludzie ci mieli uznany w kraju i za granicą autorytet i dorobek naukowy, a także znaczący wkład w tworzenie polskiego przemysłu i budownictwa oraz liczne kontakty osobiste z uczonymi z całego świata.

W ciągu 70 lat zaszły zasadnicze zmiany zarówno w społeczności naukowców, jak i warunków prowadzenia oraz oceny aktywności badawczej jednostek naukowych. Warsztat pracy naukowej ulegał ciągłym przeobrażeniom, następowały też kilkakrotne zmiany pokoleniowe, przy czym ciągłość 70-letniej historii Instytutu została zachowana nie tylko w nowatorskim spojrzeniu na problemy naukowe, lecz również w codziennej pracy zespołowej.

Opracowano na podstawie referatu prof. Ignacego Maleckiego, wygłoszonego podczas Sesji Jubileuszowej Rady Naukowej IPPT PAN, która odbyła się 7 listopada 2002 r. w Pałacu Staszica.

U c h w a ł a Nr.87

Sekretariatu Naukowego Prezydium PAN
z dnia 9 grudnia 1952r.

w sprawie powołania Instytutu Podstawowych problemów Techniki.

Sekretariat Naukowy uchwala:

1/ powołać z dniem 1 stycznia 1953r. Instytut Podstawowych Problemów Techniki jako samodzielną placówkę naukowo-badawczą Polskiej Akademii Nauk.

2/ Nadać Instytuowi statut stanowiący załącznik do niniejszej uchwały.

3/ W skład Instytutu wchodzą następujące zakłady:
1. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych
2. " Badania Drgań wraz z pracownią Elektrotechniki Teoretycznej
3. " Elektroniki
4. " Metali.

4/ Powołać Radę Naukową w składzie wymienionym w załączniku, a na Przewodniczącego Rady prof.dr Stefanowskiego Bohdana.

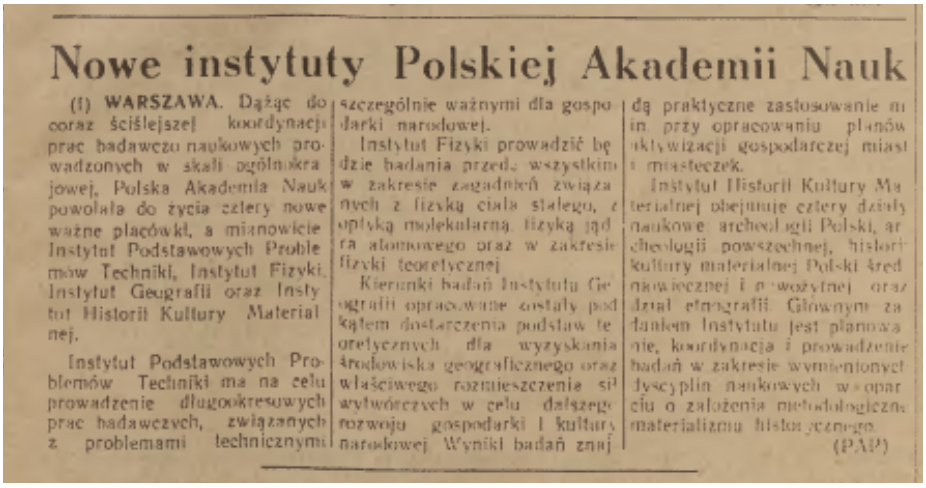
5/ Powołać na stanowisko dyrektora Instytutu prof.dr inż. Witolda Wierzbickiego,
na zastępców dyrektora
1. prof.dr inż. A.Krupkowskiego, członka rzeczyw.PAN Kierownika Zakładu Metali
2. " " " Janusza Groszkowskiego, Kierownika Zakładu,Elektroniki,członka rzeczw.PAN
3. " " " Ignacego Małeckiego, Kierownika Zakładu Badania Drgań
4. " " " Wacława Olszaka, Kierownika Zakładu Mech. Ośrodków Ciągłych.

POLSKA AKADEMIA NAUK
BIURO PREZYDIALNE
Pałac Kultury i Nauki
00-901 Warszawa 134
skr. poczt. 24 ... 20-49-70

NACZELNIK

Barbara Matuszewska

Skan Uchwały z 1952 r. o powołaniu Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk



Nowe instytuty Polskiej Akademii Nauk

(t) **WARSZAWA.** Dążąc do coraz ściślejszej koordynacji prac badawczo naukowych prowadzonych w skali ogólnokrajowej, Polska Akademia Nauk powołała do życia cztery nowe ważne placówki, a mianowicie Instytut Podstawowych Problemów Techniki, Instytut Fizyki, Instytut Geografii oraz Instytut Historii Kultury Materialnej.

Instytut Podstawowych Problemów Techniki ma na celu prowadzenie długookresowych prac badawczych, związanych z problemami technicznymi szczególnie ważnymi dla gospodarki narodowej.

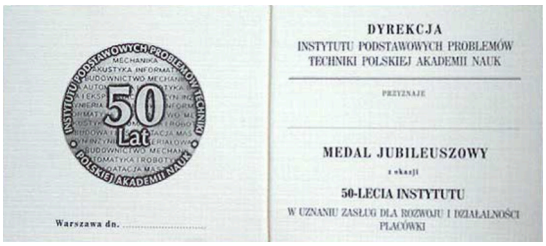
Instytut Fizyki prowadzić będzie badania przede wszystkim w zakresie zagadnień związanych z fizyką ciała stałego, z optyką molekularną, fizyką jądra atomowego oraz w zakresie fizyki teoretycznej.

Kierunki badań Instytutu Geografii opracowane zostały pod kątem dostarczenia podstaw teoretycznych dla wyzyskania środowiska geograficznego oraz właściwego rozmieszczenia sił wytwórczych w celu dalszego rozwoju gospodarki i kultury narodowej. Wyniki badań znajdą praktyczne zastosowanie m. in. przy opracowaniu planów aktywizacji gospodarczej miast i miasteczek.

Instytut Historii Kultury Materialnej obejmuje cztery działy naukowe: archeologii Polski, archeologii powszechnej, historii kultury materialnej Polski średniowiecznej i nowożytnej oraz dział etnografii. Głównym zadaniem Instytutu jest planowanie, koordynacja i prowadzenie badań w zakresie wymienionych dyscyplin naukowych w oparciu o założenia metodologiczne materializmu historycznego.

(PAP)

Wzmianka o powołaniu IPPT PAN w Trybunie Ludu Nr 358 (1984) rok IV, s. 3, Warszawa 26 grudnia 1953 r. (źródło: Pomorska Biblioteka Cyfrowa)



Medal jubileuszowy 50-lecia Instytutu, 2002 r.

Założyciele IPPT PAN

Janusz Groszkowski
(1898–1984)

Radioelektryk i elektronik. Jeden z pierwszych absolwentów Politechniki Warszawskiej (1922 r.). Jako oficer Wojsk Łączności prowadził wykłady z radiotechniki w szkołach wojskowych.

W 1928 r. otrzymał stopień doktora na podstawie rozprawy: „Metoda kompensacyjna kontroli stałości fali" i objął Katedrę Radiotechniki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. W 1929 r. otrzymał tytuł profesora nadzwyczajnego, a w 1935 r. – zwyczajnego. W 1928 r. zainicjował utworzenie pierwszego w kraju Instytutu Radiotechnicznego (późniejszy Państwowy Instytut Telekomunikacyjny), którym kierował od 1934 r. Podczas okupacji był uczestnikiem tajnego nauczania i żołnierzem Armii Krajowej. Dokonał rozszyfrowania układów sterowania pocisków rakietowych V-2. W 1945 r. był organizatorem Wydziału Elektrycznego (późniejszy Wydział Łączności) Politechniki Warszawskiej, gdzie aż do przejścia na emeryturę w roku 1968 kierował Katedrą Radiolokacji. Organizator pierwszych placówek badawczych PAN: Zakładu Elektroniki i Instytutu Podstawowych Problemów Techniki, w skład którego wszedł ten Zakład. W latach 1961–1963 był Dyrektorem IPPT PAN. Wybitny specjalista w dziedzinie miernictwa wysokiej próżni. Światowe uznanie wzbudziły jego prace dotyczące głowic jonizacyjnych do pomiaru niskich ciśnień. Autor 16 patentów i 361 publikacji, w tym wielu książek (np. *Technika wysokiej próżni*, 1972). Promotor 33 doktoratów.

Członek Akademii Nauk Technicznych (od 1936 r.), Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (od 1949 r.), członek PAN (od 1952 r.). W latach 1957–1962 był wiceprezesem PAN, a w latach 1962–1971 – prezesem PAN. Z funkcji publicznych (m.in. posła na Sejm PRL i zastępcy przewodniczącego Rady Państwa) ustąpił w proteście przeciw postępującym represjom (1976 r.). Członek sześciu zagranicznych Akademii Nauk i członek honorowy wielu stowarzyszeń. Laureat nagród państwowych I stopnia (w latach: 1951, 1955, 1968, 1979). Doktor *honoris causa* Politechnik: Warszawskiej (1962 r.), Łódzkiej (1964 r.) i Gdańskiej (1975 r.). Jego imię nosi Wojskowy Instytut Łączności.

Studia wyższe ukończył na Wydziale Metalurgicznym Politechniki w Petersburgu w 1917 r.

Po powrocie do kraju rozpoczął pracę w szkolnictwie średnim, a następnie jako asystent w Katedrze Metaloznawstwa Politechniki Warszawskiej. Doktorat obronił w 1928 r., w 1930 r. otrzymał *venia legendi* i tytuł profesora nadzwyczajnego, a w 1939 r. – profesora zwyczajnego.

W 1934 r. został powołany na członka Akademii Nauk Technicznych. Od 1930 r. był profesorem AGH. W czasie II wojny światowej został wywieziony, wraz z profesorami uczelni krakowskich, do obozu koncentracyjnego w Sachsenhausen, skąd powrócił w 1940 r. Po utworzeniu PAN w 1952 r. został członkiem rzeczywistym Akademii. Był kierownikiem Zakładu Metali PAN z siedzibą w Krakowie (powstałego z jego inicjatywy), który od 1953 r. działał w ramach IPPT PAN. W 1969 r. zakład ten wyodrębnił się jako samodzielna placówka naukowa Polskiej Akademii Nauk, obecnie – Instytut Podstaw Metalurgii i Inżynierii Metalowej PAN im. A. Krupkowskiego.

Aleksander Krupkowski
(1894–1978)

Wszechstronność zainteresowań Aleksandra Krupkowskiego pokrywała ogromny obszar nauki o metalach: od termodynamiki procesów otrzymywania i rafinacji metali, przez kinetykę procesów utleniania i redukcji tlenków, do rektyfikacji metali, przemian fazowych w stopach, procesów odkształcania plastycznego i własności mechanicznych. We wszystkich tych dziedzinach pozostawił wyniki na bardzo wysokim poziomie.

Autor ok. 300 prac opublikowanych w kraju i za granicą, m.in. dwóch bardzo znaczących monografii: *Zasady termodynamiki i ich zastosowanie w metalurgii i metaloznawstwie* (1958) oraz *Podstawowe zagadnienia teorii procesów metalurgicznych* (1974). Za prace te, mimo braku zaangażowania politycznego w czasach PRL, został wyróżniony najwyższymi odznaczeniami państwowymi. Trzykrotnie otrzymał nagrodę państwową I stopnia. Był doktorem *honoris causa* Akademii Górniczej we Freibergu.

Ignacy Malecki
(1912–2004)

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej (dyplom u prof. J. Groszkowskiego w 1935 r.). Dalsze studia odbył w Instytucie Hertza w Berlinie. W 1941 r. obronił doktorat na konspiracyjnym Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej, w 1943 r. otrzymał *venia legendi,* w 1946 r. – tytuł profesora nadzwyczajnego, a w 1952 r. – profesora zwyczajnego. Członek korespondent PAN (od 1954 r.), rzeczywisty (od 1958 r.). Był członkiem Prezydium PAN i zastępcą Sekretarza Naukowego PAN (1961–1968) oraz członkiem honorowym wielu stowarzyszeń i federacji (m.in. ASA, FASE, ISCU).

W 1936 r. organizował laboratorium Polskiego Radia, gdzie opracował projekt funkcjonalny i akustyczny Centralnej Rozgłośni. Po wojnie wykonywał projekty akustyczne odbudowywanych sal Sejmu i Teatru Narodowego. Organizator Katedry Elektrotechniki Stosowanej i Akustyki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Gdańskiej. W latach 1951–1969 był kierownikiem Katedry Elektroakustyki, pierwszym dziekanem Wydziału Łączności, a następnie prorektorem Politechniki Warszawskiej. Organizator Zakładu Badania Drgań (1951 r.) – jednego z czterech Zakładów stanowiących trzon powstałego w 1952 r. IPPT PAN. Pierwszy dyrektor IPPT (1953–1962) i ponownie powołany na tę funkcję w latach 1973–1983. Prekursor akustyki jako nauki interdyscyplinarnej, o bardzo szerokim zakresie zainteresowań: akustyka budowlana i architektoniczna, audio-akustyka, elektroakustyka, hydroakustyka, technika ultradźwiękowa, akustyka fizyczna i kwantowa oraz emisja akustyczna.

Autor 11 monografii i ok. 230 publikacji, z których na szczególną uwagę zasługuje *Physical Foundations of Technical Acoustics* (wyd. Pergamon Press, Oxford, 1969) – podręcznik akademicki ceniony przez studentów w wielu krajach. Promotor 25 doktoratów. Kierownik Departamentu Polityki Naukowej UNESCO w Paryżu (1969–1972). Organizator Komitetu Akustyki PAN i inicjator powołania Komitetu Naukoznawstwa PAN. Doktor *honoris causa*: Uniwersytetu Technicznego w Budapeszcie, AGH w Krakowie i Politechniki Gdańskiej. Laureat nagród państwowych i wielu odznaczeń.

Witold Nowacki
(1911–1986)

Absolwent Politechniki Gdańskiej (1934 r.), inżynier budowlany. Projektował konstrukcje portowe w Gdyni, budował fabrykę płatowców w Mielcu.

Wojnę spędził w oflagu, gdzie w warunkach obozowych przygotowywał rozprawy stanowiące podstawę uzyskania natychmiast po wojnie (wrzesień–grudzień 1945 r., Politechnika Warszawska) doktoratu i habilitacji.

Od 1945 r. pracował na Politechnice Gdańskiej: profesor nadzwyczajny (1947 r.), kierownik Katedry Mechaniki Budowli, dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej (1947–1949) i prorektor (1949–1952). W latach 1952–1955 kierował Katedrą Mechaniki Budowli Wydziału Budownictwa Przemysłowego Politechniki Warszawskiej. Na Uniwersytecie Warszawskim, w latach 1955–1981, pełnił kolejno funkcje: kierownika Katedry Teorii Sprężystości i Plastyczności (1955–1969), kierownika Zakładu Mechaniki Ciała Stałego (1969–1981) oraz dyrektora Instytutu Mechaniki UW (1969–1978). Od 1952 r. członek korespondent PAN, a od 1956 r. członek rzeczywisty Akademii. W latach 1956–1968 był sekretarzem naukowym Wydziału IV Nauk Technicznych oraz pełnił kolejno funkcje: sekretarza naukowego PAN (1956–1968), jej wiceprezesa (1969–1977) i prezesa (1978–1980). Jeden z twórców i realizatorów idei powstania IPPT: założyciel i kierownik Pracowni Teorii Sprężystości, naukowy patron Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych IPPT PAN. Wieloletni przewodniczący Rady Naukowej IPPT PAN.

Twórca polskiej szkoły termosprężystości i sprężystości niesymetrycznej oraz inicjator badań dotyczących teorii pól połączonych. Autor ponad 200 publikacji, w tym kilkunastu monografii tłumaczonych na różne języki. Autor znanych i wielokrotnie wznawianych, także za granicą, podręczników akademickich. Promotor 28 przewodów doktorskich. Doktor *honoris causa* dziesięciu uczelni i członek trzech zagranicznych Akademii Nauk. Uhonorowany najwyższymi odznaczeniami państwowymi, dwukrotny laureat nagrody państwowej I stopnia (lata 1955 i 1964).

Wacław Olszak
(1902–1980)

Absolwent Inżynierii Lądowej i Wodnej Politechniki Wiedeńskiej (1925 r.). Ukończył studia specjalistyczne na Faculté des Sciences Uniwersytetu Paryskiego (1926–1927). Stopień doktora uzyskał w 1933 r. na Politechnice Wiedeńskiej za rozprawę dotyczącą konstrukcji żelbetowych, w 1934 r. zaś na Politechnice Warszawskiej za dysertację poświęconą teorii sprężystości (promotor M.T. Hubert). Habilitacja w 1937 r. w AGH na podstawie rozprawy o statyce i dynamice konstrukcji przeciwlotniczych.

W 1946 r. – jako profesor zwyczajny – objął Katedrę Wytrzymałości Materiałów w AGH w Krakowie. Organizował tam i na powstającej Politechnice Krakowskiej badania z zakresu konstrukcji sprężonych i mechaniki stosowanej. Od 1952 r. związany z Politechniką Warszawską i organizującą się Polską Akademią Nauk. Stworzył pierwszą w Polsce Katedrę Teorii Sprężystości i Plastyczności oraz Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych, który stał się istotnym składnikiem powstającego IPPT. Kierował nim do 1970 r. Od 1954 r. był członkiem korespondentem PAN, a od 1956 r. – członkiem rzeczywistym Akademii. Dyrektor IPPT (1963–1970), sekretarz Wydziału IV Nauk Technicznych PAN (1957–1960), członek Prezydium PAN, współorganizator i rektor Międzynarodowego Ośrodka Badań Mechanicznych CISM w Udine (1970–1980). Twórca znanej na świecie „polskiej szkoły" teorii plastyczności.

Jego działalność naukowa obejmowała zagadnienia teorii plastyczności, teorii konstrukcji wstępnie sprężonych, reologii. Autor 290 artykułów naukowych i 10 monografii, redaktor naukowy 6 monografii. Współzałożyciel i członek władz RILEM i IASS oraz członek władz IUTAM i IABSE. Współtwórca czasopism *Archiwum Mechaniki Stosowanej* (1949 r.) i *Rozprawy Inżynierskie* (1952 r.), członek komitetów redakcyjnych wielu czasopism, organizator międzynarodowych spotkań (zapoczątkował Polskie Konferencje Mechaniki Ciała Stałego). Wielki autorytet w kraju i za granicą, propagator osiągnięć polskiej mechaniki w świecie. Promotor 16 doktorantów. Doktor *honoris causa* 9 krajowych i zagranicznych uczelni. Członek 17 zagranicznych Akademii Nauk. Uhonorowany wieloma odznaczeniami krajowymi i zagranicznymi, dwukrotny laureat nagród państwowych.

Zbigniew Wasiutyński
(1902–1974)

Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (1926 r.). Studia uzupełniające odbył na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Warszawskiego (1927–1928) oraz na Faculté des Sciences Uniwersytetu Paryskiego (1928–1929). Od 1924 r. pracował na Politechnice Warszawskiej, gdzie w 1934 r. uzyskał tytuł doktora. Habilitował się w 1943 r. w ramach tajnej działalności Politechniki Warszawskiej, przedstawiając rozprawę o kształtowaniu wytrzymałościowym, opublikowaną w 1939 roku.

Po wybuchu II wojny światowej brał udział w walkach armii gen. Kleeberga, a podczas okupacji był członkiem AK i uczestniczył w tajnym nauczaniu.

W latach 1951–1968 kierował Katedrą Budowy Mostów Politechniki Warszawskiej. W 1953 r. zorganizował w IPPT PAN Pracownię Kształtowania Wytrzymałościowego, którą kierował do 1973 r. Od 1958 r. był członkiem korespondentem PAN, a od 1966 r. członkiem rzeczywistym Akademii. W latach 1969–1971 przewodniczył Komitetowi Inżynierii Lądowej PAN. Członek rad naukowych kilku instytucji badawczych, doradca w Ministerstwach Komunikacji i Gospodarki Komunalnej oraz przy Prezydium Rady Naukowej w Warszawie.

Był uczonym niezwykle wszechstronnym i twórczym, autorem licznych projektów mostów i innych konstrukcji, wykładał matematykę, mechanikę i konstrukcje mostowe. Twórcze prace badawcze prowadził w różnych dziedzinach: konstrukcji mostowych, metod pomiarowych, optymalizacji konstrukcji, architektury, zagadnień filozoficznych (estetyka, prakseologia), teorii komunikacji. Był autorem 207 publikacji i 12 książek, a wybór oryginalnych prac, wydany po śmierci w pięciu tomach, objął siedem różnych kierunków.

Promotor 14 doktoratów. Uhonorowany wysokimi odznaczeniami państwowymi i nagrodami, m.in. nagrodą państwową I stopnia.

Siedziby Instytutu

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN od początków swojego istnienia zmieniał siedzibę już dwukrotnie.

W latach 1953–1958 IPPT PAN mieścił się w Pałacu Staszica w Warszawie. Budynek znajduje się u zbiegu Krakowskiego Przedmieścia i Nowego Światu. Zbudowano go jako siedzibę Warszawskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk w latach 1820–1823. Architektem był Antonio Corazzi. Obecnie Pałac stanowi siedzibę kilku instytutów I Wydziału Polskiej Akademii Nauk, a od 1981 r. również reaktywowanego Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Pałac pełni nadal funkcję głównej siedziby Polskiej Akademii Nauk i w budynku tym znajduje się archiwum Akademii.

Pałac Staszica. Pierwsza siedziba IPPT PAN

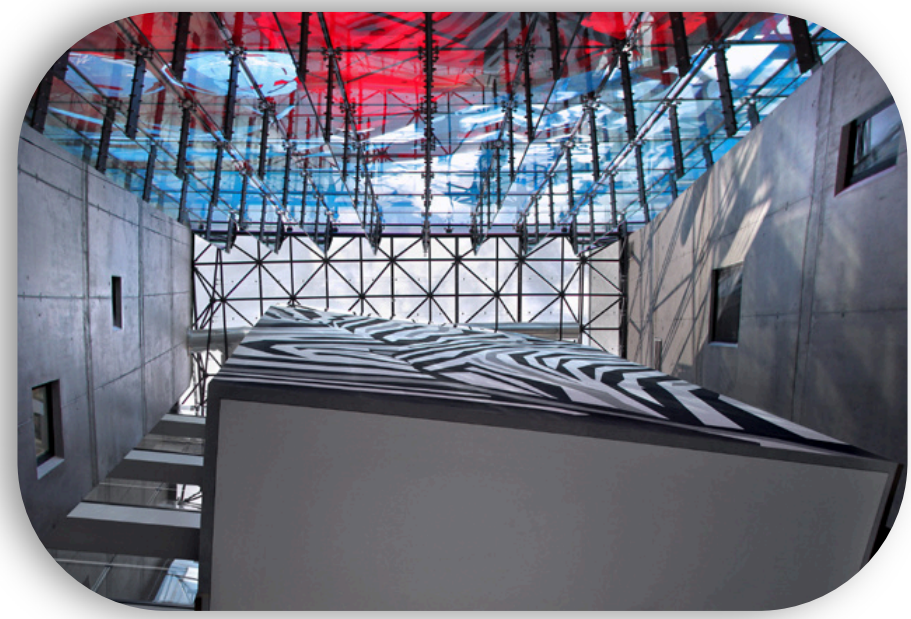
W latach 1959–2009 IPPT PAN zajmował część pomieszczeń w gmachu obecnego Narodowego Banku Polskiego, mieszczącego się przy pl. Powstańców Warszawy. Wejście do instytutu było od ul. Świętokrzyskiej. Budowę budynku rozpoczęto w 1948 roku, początkowo według projektu Bogdana Pniewskiego, ale w trakcie długoletniej budowy projekt był wielokrotnie zmieniany przez ówczesne władze polityczne. Obecnie są prowadzone nowe prace zmierzające do znacznej rozbudowy budynku i wprowadzenia dużych zmian w stylu architektonicznym.

Siedziba IPPT PAN przy ul. Świętokrzyskiej 21

Od maja 2009 r. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN mieści się w nowoczesnym i znakomicie wyposażonym budynku w Warszawie, przy ul. Pawińskiego 5B, na terenie Kampusu Ochota.

Sześciopiętrowy budynek składa się z dwóch części i w sumie ośmiu kondygnacji, które w większości są wypełnione pomieszczeniami laboratoryjnymi. Ściany środkowej części budynku są wykonane w całości z przeźroczystego szkła. Znajduje się w niej hol z podwieszoną bagatellą – zespołem sal konferencyjnych z pomostami komunikacyjnymi. Na zewnętrznej elewacji łącznika, od strony północnej widać malowaną na szkle barwną kompozycję.

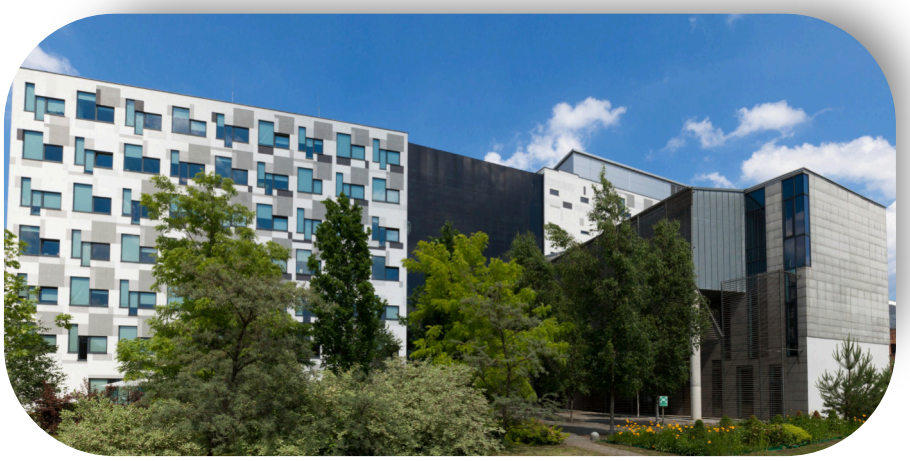
Widok budynku IPPT PAN od strony północnej



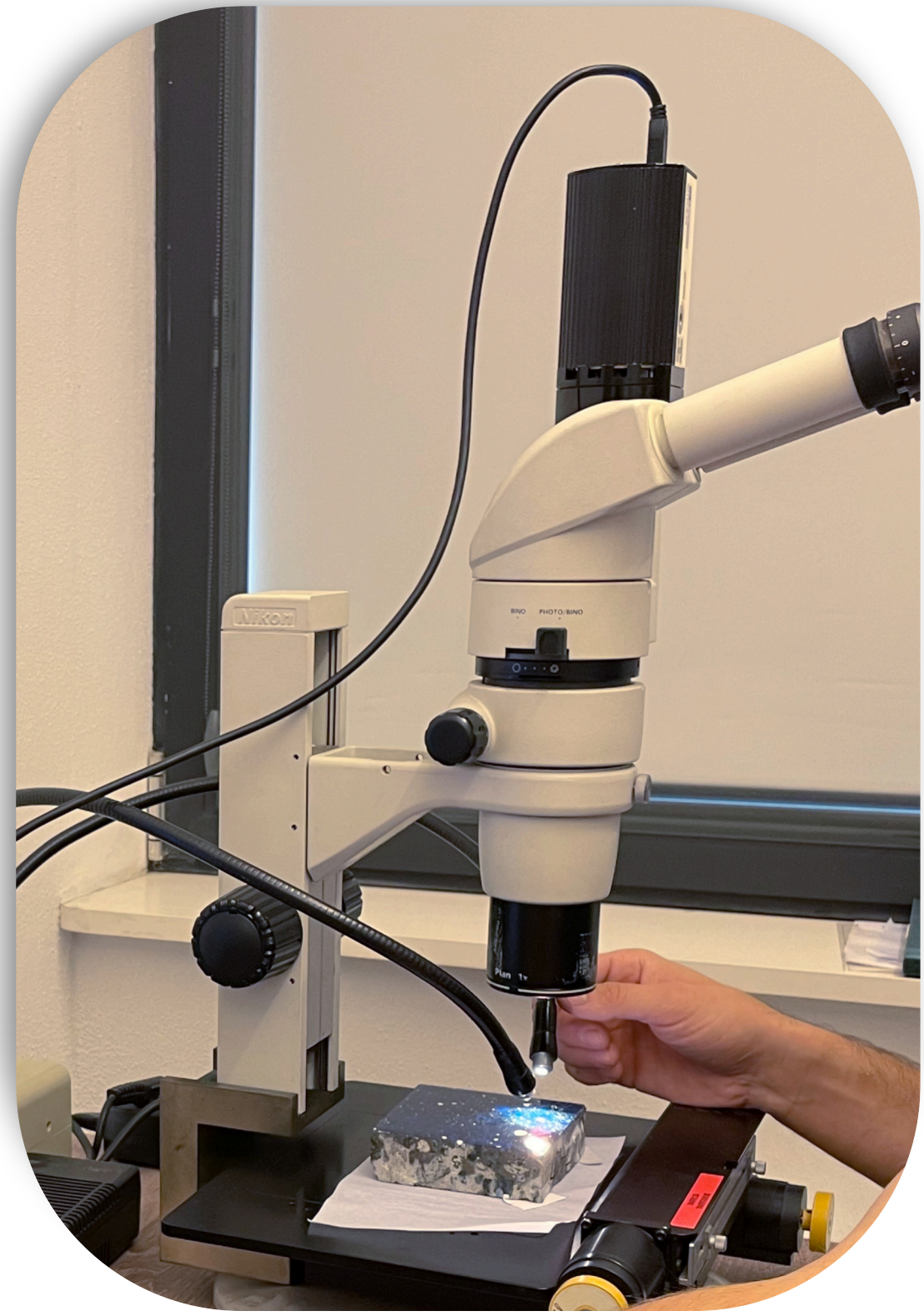
Widok od dołu na bagatellę i „witraż”

Kampus Ochota, na terenie którego wybudowano siedzibę IPPT PAN, jest zlokalizowany w warszawskiej dzielnicy Ochota, przy ulicach: Żwirki i Wigury, Ks. Trojdena, Pawińskiego, Banacha i Pasteura. Znajduje się tutaj wiele instytucji naukowych i akademickich. Instytut mieści się w samym środku terenu Polskiej Akademii Nauk w Biocentrum Ochota, obok Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

Instytut ma bardzo dogodną lokalizację. Jest położony w odległości ok. 4,5 km od centrum miasta i 5 km od Portu Lotniczego Chopina w Warszawie, a podróż samochodem z lotniska zajmuje średnio 15 min.



Widok budynku IPPT PAN od strony południowo-zachodniej



Mikroskop stereoskopowy SMZ800 z systemem do analizy obrazu
w Zakładzie Mechaniki Doświadczalnej IPPT PAN

Instytucje naukowe powstałe z IPPT PAN

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN powstał jako jedna z pierwszych placówek Polskiej Akademii Nauk prowadząca badania wielodyscyplinarne i interdyscyplinarne. W związku z tym stanowił zalążek nowych, samodzielnych instytucji badawczych. Przekształcały się w nie zespoły badawcze dojrzewające w środowisku IPPT PAN do samodzielnego istnienia.

W 1954 roku powstał w IPPT PAN, pod kierownictwem Pawła Jana Nowackiego, Zakład Elektrotechniki, który w 1962 roku został przekształcony w Instytut Automatyki PAN (IA PAN). Zajęto się w nim takimi problemami, jak: teoria sterowania, cybernetyka, teoria systemów wielkich. Ewolucja tematyczna oraz rosnące zapotrzebowanie na przekazywanie praktycznych wyników gospodarce państwa stanowiły podstawę do utworzenia w 1971 roku Instytutu Cybernetyki Stosowanej. Kontynuowano tam prace prowadzone w IA PAN, rozszerzając je o metody cybernetyczne i ich zastosowania do zagadnień technologicznych, bionicznych, rozpoznawania obrazów, zarządzania itp. Dwa lata później instytut ten został wchłonięty przez Instytut Organizacji i Kierowania (wspólną placówkę PAN i Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki). W jego obrębie przetrwały dwa prężne środowiska, które stanowiły podstawę dwóch ważnych placówek naukowych istniejących obecnie – Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej (IBIB PAN) powstałego w 1975 r. oraz Instytutu Badań Systemowych (IBS PAN) utworzonego w 1977 r.

W 1966 roku z dwóch zakładów IPPT PAN (Zakładu Elektroniki oraz Zakładu Magnetyków) powstał Instytut Technologii Elektronowej, który odegrał ogromną rolę w tworzeniu podstaw przemysłowych polskiej elektroniki.

Jednym z pierwszych zakładów, który powstał po utworzeniu Wydziału IV PAN jako jednostka pomocnicza i następnie znalazł się w strukturze tworzonego IPPT PAN, był Zakład Metali (pod kierownictwem prof. Aleksandra Krupkowskiego). W Zakładzie tym prowadzono badania związane z wytwarzaniem metali i ich stopów, strukturą metali i ich stopów oraz przerabianiem metali surowych w półprodukty potrzebne w wielu gałęziach przemysłu. W 1969 roku został on wydzielony z IPPT PAN jako samodzielna placówka pod nazwą Zakład Podstaw Metalurgii, natomiast w 1977 roku przekształcono go w Instytut Podstaw Metalurgii im. Aleksandra Krupkowskiego (jednego z założycieli IPPT PAN). Jego tematyka badawcza została rozszerzona na chemię fizyczną metali, zagadnienia hydro- i elektrometalurgii, krystalizacji i badań strukturalnych. Obecnie jednostka ta nosi nazwę Instytutu Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk im. Aleksandra Krupkowskiego (IMIM PAN) i ma siedzibę w Krakowie.

W 1969 roku został wydzielony z IPPT PAN i usamodzielnił się Zakład Mechaniki Górotworu PAN pod kierownictwem prof. Jerzego Litwiniszyna (swego czasu przewodniczącego Rady Naukowej IPPT PAN). Cele badawcze tego Zakładu obejmowały przewidywanie wpływów podziemnej eksploatacji na powierzchnię terenu, co było związane z ochroną obiektów przemysłowych, komunikacyjnych i mieszkalnych przed skutkami eksploatacji złóż węgla na Górnym Śląsku. W późniejszych latach zakład ten został przekształcony w Instytut Mechaniki Górotworu PAN z siedzibą w Krakowie.

Ostatnią placówką powstałą z IPPT, a powołaną przez Wydział IV PAN, było Centrum Laserowych Technologii Metali. Powstało ono w 1996 r. jako wspólna jednostka PAN i Politechniki Świętokrzyskiej. Działalność Centrum wynikała z wcześniejszych prac jego pierwszego kierownika i organizatora, ówczesnego dyrektora IPPT, prof. Henryka Frąckiewicza, dotyczących stosowania laserów do kształtowania elementów metalowych. Później kierownictwo Centrum postawiło sobie za cele nie tylko prowadzenie badań ukierunkowanych na technologię laserowej obróbki, lecz również kształcenie studentów w tym kierunku i promowanie światowych osiągnięć w tej dziedzinie w polskich ośrodkach przemysłowych.

Oprócz zespołów badawczych, które stanowiły założycielski trzon nowo powstających instytutów, poszczególne zespoły przenosiły się do już istniejących instytutów, wzbogacając tematykę ich badań. Należały do nich:

- Zakład Analogii (kierownik prof. Stefan Czarnecki), który w 1963 r. został przeniesiony do Instytutu Automatyki, a potem wraz z nim – do Instytutu Cybernetyki Stosowanej PAN,
- Zakład Badań Izotopowych (kierownik prof. Maciej Radwan) w 1964 r. włączony do Instytutu Badań Jądrowych,
- Zakład Przemian Energii (kierownik prof. Zygfryd Jung) w 1966 r. przeniesiony do Komitetu Problemów Energetyki PAN.

W 1997 r. Zakład Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych (filia IPPT w Poznaniu) pod kierownictwem prof. Józefa Kubika został przeniesiony do Akademii Bydgoskiej, tworząc tam Katedrę Mechaniki Środowiska i wkrótce uzyskując status Instytutu Mechaniki Środowiska i Informatyki Stosowanej w Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy. W 1994 r. powstała Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych. Uczelnia ta powstała przy decydującym udziale pracowników Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych IPPT (J.P. Nowacki, W. Kosiński, A. Drabik).

Do instytucji powstałych z IPPT już w warunkach systemu rynkowego można zaliczyć także firmy będące spadkobiercami Zakładu Doświadczalnego IPPT TECHPAN (1989 r.). Są to:

- ECHOSON SA, realizująca powstałe w IPPT koncepcje dotyczące ultradźwiękowych metod diagnostycznych,
- SONOMED, produkująca ultradźwiękową aparaturę dopplerowską.

Profesor Wacław Olszak, zdjęcie archiwalne IPPT PAN

Dyrektorzy i Przewodniczący Rady Naukowej IPPT PAN

W historii Instytutu funkcję dyrektora sprawowało wielu znakomitych naukowców o ugruntowanej pozycji międzynarodowej i uznanym dorobku. Dyrektorzy zgodnie z Ustawą o PAN byli powoływani przez Prezesa PAN na 4-letnie kadencje.

Ignacy Malecki
(1952–1961)

Janusz Groszkowski
(1961–1963)

Wacław Olszak
(1963–1969)

Michał Kleiber
(1994–2006)

Wojciech Nowacki
(2006–2009)

Leszek Filipczyński
(1969–1973)

Ignacy Malecki
(1973–1982)

Henryk Frąckiewicz
(1983–1994)

Andrzej Nowicki
(2009–2013)

Tadeusz Burczyński
(2013–)

Zastępcy Dyrektorów ds. Naukowych (chronologicznie)

- Janusz Groszkowski, Wacław Olszak, Janusz L. Jakubowski, Wojciech Urbanowski, Marek Sokołowski, Adam Smoliński, Leszek Filipczyński, Witold Gutkowski, Jerzy Wehr, Włodzimierz Derski, Jerzy Ranachowski, Zbigniew Wesołowski, Piotr Perzyna, Kazimierz Sobczyk, Zbigniew Peradzyński, Andrzej Nowicki, Tomasz A. Kowalewski (2009–2013), Janusz Szczepański (2013–)

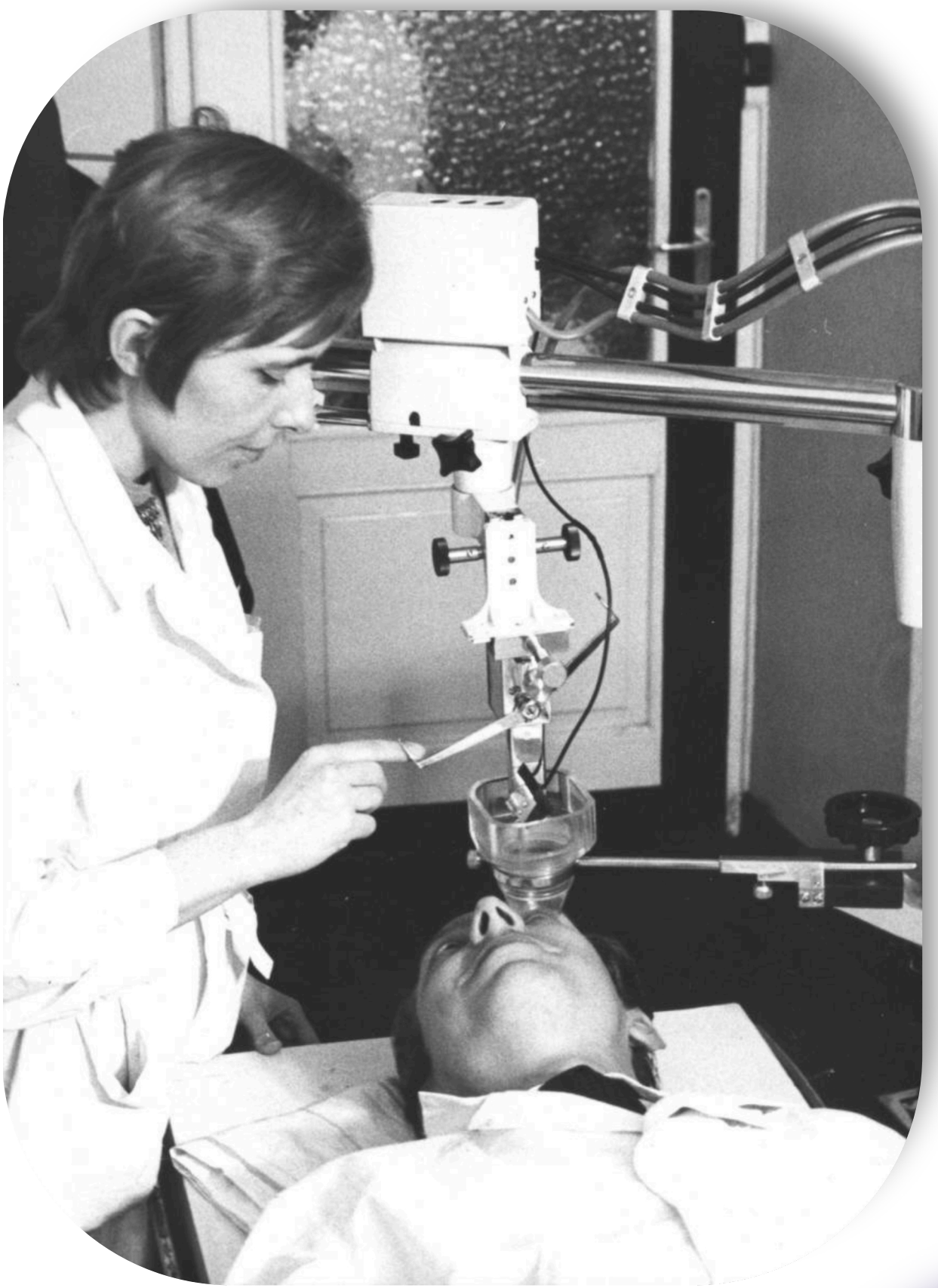
Zastępcy Dyrektorów ds. Ogólnych (do 2018 roku, chronologicznie)

- Stanisław Kajfasz, Józef Miastkowski, Krzysztof Doliński, Zbigniew L. Kowalewski (2009–2010), Barbara Gambin (2010–2013), Piotr Kowalczyk (2013–2018)

Zastępcy Dyrektorów ds. Innowacji, Rozwoju i Współpracy (od 2018 roku, chronologicznie)

- Piotr Kowalczyk (2018–)

Posiedzenie Rady Naukowej w siedzibie przy ul. Świętokrzyskiej



Badanie ultrasonograficzne do wizualizacji oka, 1967 r., zdjęcie archiwalne IPPT PAN

Rada Naukowa IPPT PAN i jej Przewodniczący

Rada Naukowa Instytutu jest obecnie powoływana na kadencję 4-letnią (do 1989 r. kadencja Rady trwała 3 lata). Liczyła od 19 (na początku) do 90 członków (w 2010 r.). Od 2011 r. Rada liczy 50 członków. Tryb jej powoływania także ulegał zmianie: od mianowania (1953–1980), przez epizod wybieralności (1981–1983), do powszechności (profesorowie i docenci oraz kilku wybieranych przedstawicieli adiunktów) od roku 1984, aby powrócić ponownie do wybieralności Rady w kadencji od 2011 roku. Obecnie w skład Rady wchodzą samodzielni pracownicy naukowi pochodzący z wyboru lub mianowani przez władze Akademii, przy czym co najmniej 15 spośród nich to osoby niezatrudnione na pełnym etacie w IPPT PAN. Ponadto w skład Rady wchodzą przedstawiciele młodszych pracowników naukowych i doktorantów Instytutu oraz dyrektor i jego zastępca ds. Naukowych.

Witold Wierzbicki
(1952–1964)

Wojciech Szczepiński
(1984–1986)

Bohdan Ciszewski
(1987–1989)

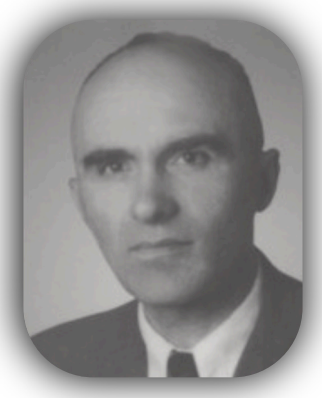
Andrzej Marek Brandt
(1999–2002)

Kazimierz Sobczyk
(2003–2006)

Eugeniusz Danicki
(2007–2010)

Witold Nowacki
(1966–1978)

Jerzy Litwiniszyn
(1978–1980)



Władysław Fiszdon
(1981–1983)

Leszek Filipczyński
(1990–1993)

Michał Kleiber
(1994–1995)

Marek Sokołowski
(1995–1998)

Kazimierz Sobczyk
(2011–2012)

Henryk Petryk
(2012–2018)

Zbigniew Kowalewski
(2019–)

Jednostki badawcze IPPT PAN

Instytut ma charakter multidyscyplinarny, co w kluczowy sposób wpływa na to, że IPPT PAN prowadzi w istocie badania o specyfice interdyscyplinarnej. IPPT PAN był i jest jednym z najbardziej interdyscyplinarnych instytutów PAN. Bardzo ważnym czynnikiem sprzyjającym takiemu stanowi jest fakt, że wśród pracowników prowadzących badania naukowe są absolwenci uczelni o różnym profilu, kształcących w rozmaitych dyscyplinach. Instytut zatrudnia znaczną liczbę absolwentów uczelni technicznych z wydziałów o różnorodnej tematyce, ale także absolwentów uniwersytetów (fizyka, matematyka, biologia, chemia), a nawet uczelni medycznych. Współpraca naukowców tak różnych specjalności jest koniecznością naszych czasów i daje z pewnością efekt synergii.

Aktualnie Instytut składa się z siedmiu zakładów i jednej samodzielnej pracowni.

ZAKŁAD BIOSYSTEMÓW I MIĘKKIEJ MATERII

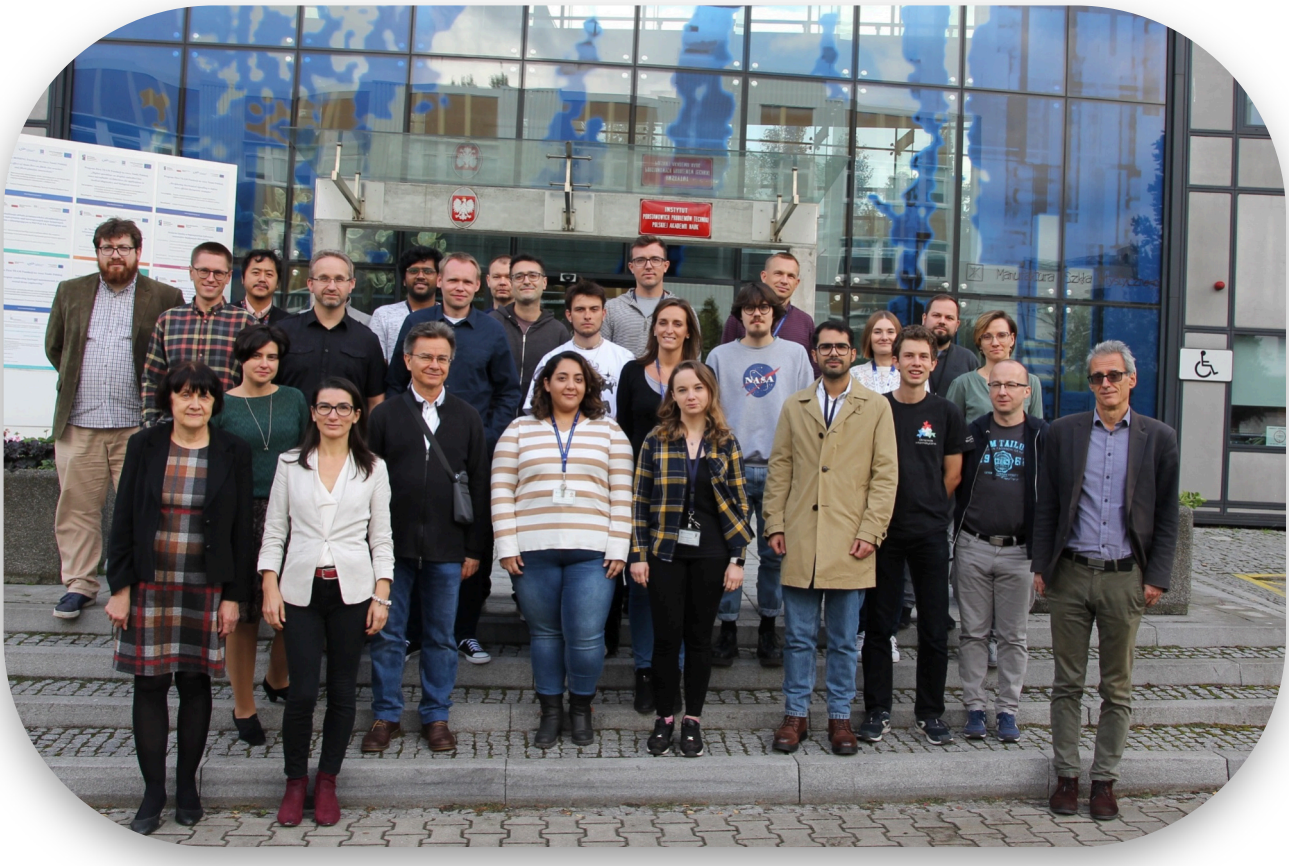
Kierownikiem Zakładu jest prof. dr hab. Tomasz Lipniacki

- Pracownia Modelowania w Biologii i Medycynie

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. Tomasz Lipniacki
- Pracownia Fizyki Płynów Złożonych

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. Maria Ekiel-Jeżewska
- Laboratorium Bio- i Mikro-Przepływów

  Kierownik Laboratorium dr inż. Sławomir Błoński



ZAKŁAD INFORMATYKI I NAUK OBLICZENIOWYCH

Kierownikiem Zakładu jest dr hab. inż. Piotr Kowalczyk

- Pracownia Metod Komputerowych Inżynierii Materiałowej

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Paweł Dłużewski
- Pracownia Metod Obliczeniowych Mechaniki Nieliniowej

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Jerzy Rojek
- Zespół Badawczy Neuroinformatyki

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. Janusz Szczepański
- Zespół Inteligencji i Inżynierii Obliczeniowej

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Tadeusz Burczyński
- Zespół Komputerowych Analiz Zaawansowanych Konstrukcji

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Krzysztof Wiśniewski

ZAKŁAD MECHANIKI DOŚWIADCZALNEJ

Kierownikiem Zakładu jest prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski

- Pracownia Badań Nieniszczących

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Zbigniew Ranachowski
- Pracownia Pól Odkształceń

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Michał Glinicki
- Pracownia Technologicznych Zastosowań Laserów

  Kierownik Pracowni dr hab. inż. Tomasz Mościcki
- Pracownia Termomechaniki Stosowanej

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Elżbieta Pieczyska
- Pracownia Wytrzymałości Materiałów

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski
- Laboratorium Badań Materiałów i Konstrukcji

  Kierownik Laboratorium dr inż. Mateusz Kopeć
- Laboratorium Elektroniki Profesjonalnej

  Kierownik Laboratorium dr Marcin Lewandowski

ZAKŁAD MECHANIKI MATERIAŁÓW

Kierownikiem Zakładu jest prof. dr hab. inż. Henryk Petryk

- Pracownia Mikromechaniki Materiałów

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Henryk Petryk
- Pracownia Warstwy Wierzchniej

  Kierownik Pracowni dr hab. inż. Stanisław Kucharski
- Pracownia Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Michał Basista
- Laboratorium Mikro- i Nanomechaniki

  Kierownik Laboratorium prof. dr hab. inż. Henryk Petryk
- Laboratorium Termoplastyczności

  Kierownik Laboratorium dr inż. Michał Maj
- Zespół Modelowania Materiałów

  Kierownik Zespołu prof. dr hab. inż. Stanisław Stupkiewicz

ZAKŁAD TECHNOLOGII INTELIGENTNYCH

Kierownikiem Zakładu jest dr hab. inż. Łukasz Jankowski

- Pracownia Inżynierii Bezpieczeństwa

  Kierownik Pracowni dr hab. inż. Łukasz Jankowski
- Pracownia Sterowania i Dynamiki Układów

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Czesław Bajer
- Zespół Systemów Inteligentnych

  Kierownik Zespołu dr Jacek Szklarski

ZAKŁAD TEORII OŚRODKÓW CIĄGŁYCH I NANOSTRUKTUR

Kierownikiem Zakładu jest prof. dr hab. Michał Giersig

- Pracownia Fizyki Polimerów

  Kierownik Pracowni dr hab. inż. Zdzisław Nowak
- Pracownia Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola

  Kierownik Pracowni dr hab. Wasyl Kowalczuk
- Zespół Badawczy „Akustoelektronika”

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. inż. Piotr Kiełczyński
- Zespół Badawczy Nanomateriałów do Zastosowań w Elektronice i Biomedycynie

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. Michał Giersig

ZAKŁAD ULTRADŹWIĘKÓW

Kierownikiem Zakładu jest prof. dr hab. Jerzy Litniewski

- Pracownia Biomechaniki

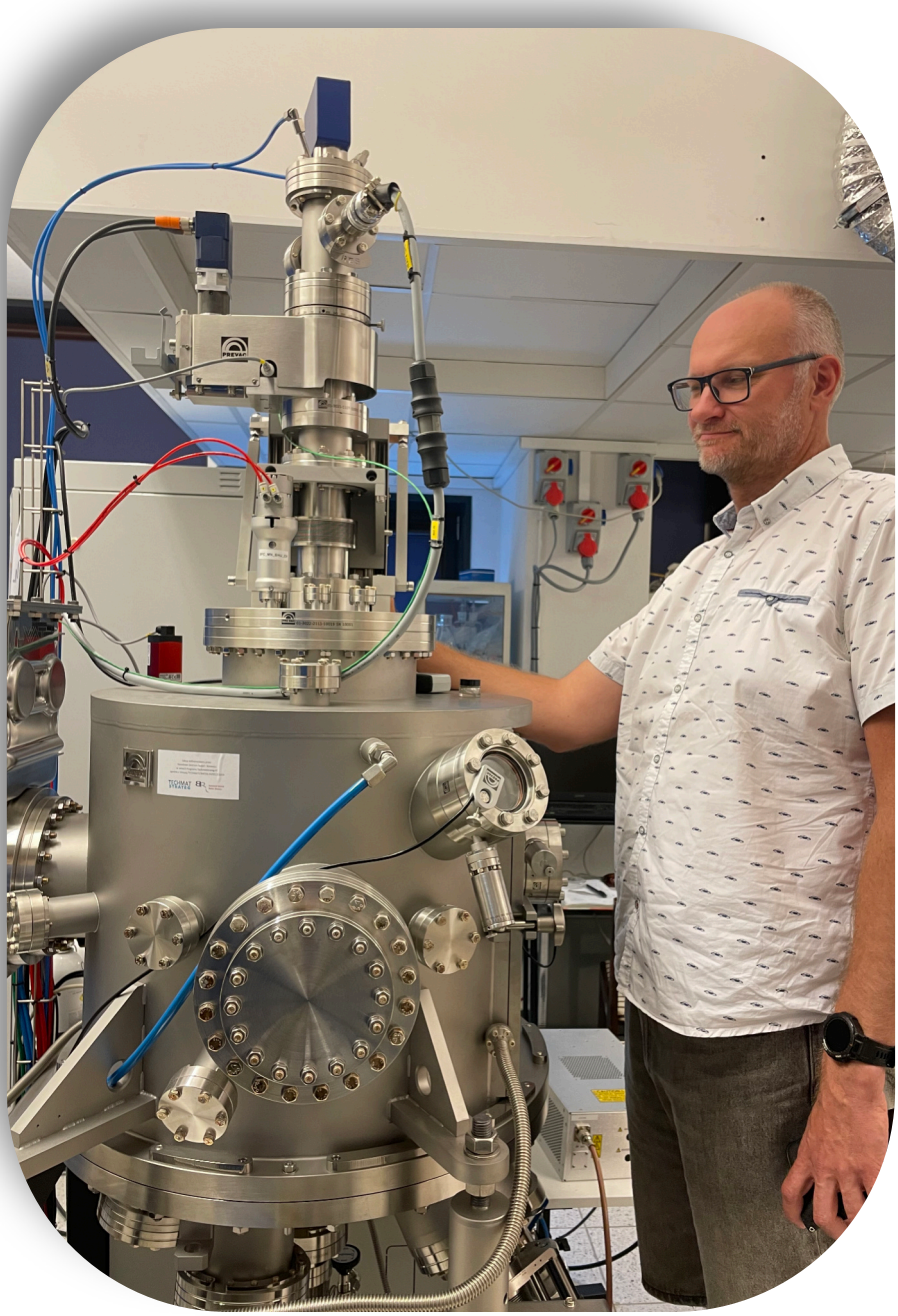
  Kierownik Pracowni dr hab. Barbara Gambin

- Pracownia Introskopii Ultradźwiękowej

  Kierownik Pracowni dr hab. inż. Janusz Wójcik

- Pracownia Mikroskopii Akustycznej

  Kierownik Pracowni prof. dr hab. Jerzy Litniewski



Komora próżniowa z oprzyrządowaniem do stanowiska laserowego w Zakładzie Mechaniki Doświadczalnej IPPT PAN

SAMODZIELNA PRACOWNIA POLIMERÓW I BIOMATERIAŁÓW

Kierownikiem Pracowni jest prof. dr hab. inż. Paweł Sajkiewicz

Misja, profil naukowy i osiągnięcia IPPT PAN

Głównym zadaniem Instytutu jest prowadzenie wysokiej jakości badań w dziedzinach znajdujących się w centrum zainteresowania światowej nauki i technologii.

Najważniejsze kierunki badań dotyczą zaawansowanych problemów współczesnej mechaniki, inżynierii materiałowej, elektroniki, inżynierii biomedycznej, informatyki i nauk obliczeniowych. Prowadzone są badania w obszarach nanotechnologii, materiałów wieloskładnikowych i wielofunkcyjnych, mikro-, nano- i biomateriałów, obliczeniowych aspektów mechaniki, inżynierii materiałowej, sztucznej inteligencji, biologii, bioinformatyki i bioinżynierii, a także metod diagnostyki ultradźwiękowej i technologii inteligentnych. Znaczna część badań jest również prowadzona w wielu gałęziach nauk podstawowych, jak: fizyka i termodynamika ośrodków ciągłych, mechanika płynów, nanofotonika i zagadnienia oddziaływań między laserem a powierzchnią metalu oraz matematyka i informatyka stosowana.

Naszą misją jest:

- Stworzenie centrum naukowej i technicznej myśli, nowatorskich rozwiązań, wprowadzania osiągnięć techniki do polskiego środowiska naukowego i przemysłowego.
- Inicjowanie działań w zakresie wielofunkcyjnych materiałów, polimerów, materiałów i technologii inteligentnych, w zastosowaniach ultradźwięków w biomedycynie, w diagnostyce mikro-przepływów oraz w informatyce stosowanej i nowatorskich technologiach, a także uczestniczenie w podjętych działaniach w tych dziedzinach.
- Zapewnienie kształcenia na najwyższym poziomie w ramach studiów doktoranckich, w zakresie nowoczesnej technologii, mechaniki, akustyki, informatyki oraz biomedycznych aplikacji przez współpracę z przemysłem, współpracę międzynarodową oraz przez rozbudzanie w młodych naukowcach ducha badacza i odkrywcy.
- Promowanie, wspieranie, prowadzenie i wdrażanie inicjatyw dotyczących badań oraz transferu technologii, a także podtrzymywanie więzi z przemysłem w celu prowadzenia zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego.

Cele badawcze

Badania zaawansowanych materiałów wielofunkcyjnych i ich rozwój, rozwój i zastosowania metod numerycznych w mechanice konstrukcji oraz w modelowaniu materiałów, rozwój nowych technik pomiarowych, identyfikacja własności mechanicznych zaawansowanych materiałów, konstrukcja sprzętu badawczego (zwłaszcza akustycznego), rozwój zastosowań technologii inteligentnych, rozwijanie laserowych metod modyfikacji powierzchni, rozwijanie ultradźwiękowych i optycznych metod w zastosowaniu do analizy struktury biomateriałów, modelowanie komórkowych ścieżek sygnałowych oraz rozwijanie urządzeń mikroprzepływowych do sterowania i diagnostyki na poziomie komórkowym, a także analiza dynamiki miękkiej materii.

Instytut ma uprawnienia do nadawania stopni doktora i doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinach:

- inżynieria mechaniczna,
- inżynieria materiałowa,
- inżynieria biomedyczna,
- informatyka techniczna i telekomunikacja.

Słowa kluczowe

- materiały wielofunkcyjne i wieloskładnikowe,
- mikro- i nanomateriały,
- stopy z pamięcią kształtu,
- materiały i technologie inteligentne,
- mechanika materiałów,
- plastyczność,
- termosprężystość i termoplastyczność,
- fizyka ośrodków ciągłych,
- nieliniowa dynamika i rozchodzenie fal,
- reologia polimerów,
- mikro- i nanoprzepływy,
- laserowa modyfikacja powierzchni,
- energia odnawialna,
- informatyka,
- nauki obliczeniowe,
- mechanika obliczeniowa,
- obliczeniowa inżynieria materiałowa,
- inteligencja obliczeniowa,
- bioinformatyka i biologia systemów,
- neuroinformatyka,
- optymalizacja kształtu i topologii optymalizacja konstrukcji,
- biomateriały,
- biomechanika,
- ultradźwięki w biomedycynie,
- ultradźwiękowa diagnostyka materiałów,
- nanofotonika
- płyny złożone,
- mikro- i nanowłókna.

Poszczególne Zakłady i Samodzielna Pracownia rozwijają się bardzo dynamicznie, prowadząc wysokiej klasy zarówno badania o charakterze teoretycznym, jak i badania eksperymentalne związane z modelowaniem układów fizycznych i biomedycznych. Połączenie zaawansowanych badań eksperymentalnych prowadzonych na wysokiej klasy aparaturze oraz metod matematyczno-fizycznych z szeroką wiedzą z zakresu informatyki i nauk obliczeniowych pozwala m.in. na tworzenie zaawansowanych modeli i symulacji komputerowych umożliwiających analizę bardzo złożonych stanów i procesów zachodzących w zarówno w nowoczesnych materiałach, jak i w szczególnie złożonych układach biologicznych.

Obok celów fundamentalnych intensywnie są prowadzone prace ukierunkowane na zastosowania w nowoczesnych i ważnych dla gospodarki gałęziach przemysłowych. Związane jest to z zainicjowaniem i realizacją w roku 2022 wielu projektów aplikacyjnych w takich programach, jak: TECHMATSTRATEG, INFOSTRATEG, TANGO, Fundusze Norweskie EOG, LIDER.

Warto podkreślić, że zwłaszcza w ostatnich latach badania w IPPT PAN są prowadzone w szerokiej współpracy międzynarodowej. Wśród współpracujących z IPPT PAN są tak znakomite instytucje, jak: Princeton University (USA),

University of California San Diego (USA), Icahn Mount Sinai School of Medicine New York (USA), École Polytechnique (Francja), CNRS (Francja), University of Cambridge (Wielka Brytania), University of Padua (Włochy), University of Illinois (USA), Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Szwajcaria), University of Oxford (Wielka Brytania), Technion–Israel Institute of Technology (Izrael), University Mainz (Niemcy), Harvard University (USA), Imperial College London (Wielka Brytania), South China Normal University (Chiny), Guangzhou Design Institute (Chiny), University of Maryland (USA), Yale University (USA), Hiroshima University (Japonia), Western Washington University (USA) i wiele innych uznanych instytucji. Wyniki współpracy potwierdzają liczne publikacje.

Na następnych stronach została bliżej przedstawiona tematyka badań realizowana w poszczególnych jednostkach oraz wybrane najważniejsze osiągnięcia w ostatnich kilku latach.

ZAKŁAD BIOSYSTEMÓW I MIĘKKIEJ MATERII

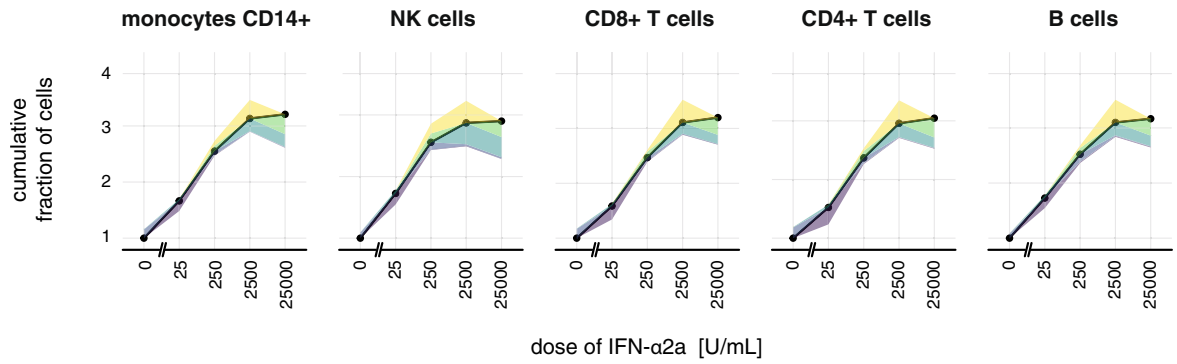
Zakład składa się z dwóch pracowni: Pracowni Płynów Złożonych oraz Pracowni Modelowania w Biologii i Medycynie. Badania pierwszej z nich dotyczą oddziaływania cząstek z lepkim płynem, a w szczególności dynamiki mikrowłókien w przepływach [ZBiMM_1, ZBiMM_4, ZBiMM_14]. W drugiej pracowni są rozwijane cztery obszary tematyczne: doświadczalna i teoretyczna analiza szlaków sygnałowych związanych z obroną immunologiczna i rakiem [ZBiMM_6, ZBiMM_8, ZBiMM_15], mikrofluidyka, w szczególności mikrofluidyka kropelkowa przeznaczona do eksperymentów biologicznych biochemicznych [ZBiMM_2, ZBiMM_5, ZBiMM_12], symulacje dynamiki molekularnej białek i innych biomolekuł [ZBiMM_3, ZBiMM_9]. Istotną rolę odgrywają badania na pograniczu inżynierii materiałowej [ZBiMM_17] i biomedycyny dotyczące systemów dostarczania leków [ZBiMM_10, ZBiMM_11], medycyny regeneracyjnej [ZBiMM_7]. Rozwijane są również metody matematyczne i numeryczne przeznaczone do biologii komórkowej [ZBiMM_13, ZBiMM_16, ZBiMM_18].

Poniżej przedstawiono cztery wybrane publikacje reprezentatywne dla kierunków rozwijanych w Zakładzie.

Analiza ułamkowej odpowiedzi populacji komórkowej

Techniki działające na poziomie pojedynczych komórek pozwalają na pomiar coraz większej liczby parametrów dla poszczególnych komórek, generując ogromne, wielowymiarowe zbiory danych. Podczas gdy wysoka zawartość informacji w tych pomiarach zwiększa prawdopodobieństwo dokonania odkryć biologicznych, wiąże się także z ryzykiem, że wnioski pozostaną ukryte przez złożoność danych. Dlatego też wykorzystanie rosnącej liczby pomiarów pojedynczych komórek o charakterze wielowymiarowym wymaga podejść, które umożliwiają wydobywanie istotnych wniosków pomimo tej złożoności.

Aby rozwiązać ten problem, skorzystaliśmy z modelowania probabilistycznego i teorii informacji, wprowadzając analizę odpowiedzi ułamkowej (*fractional response analysis*, FRA), która kwantyfikuje ułamek całej populacji aktywowanej w odpowiedzi na bodźce, na podstawie heterogenicznych, wielowymiarowych i dynamicznych pomiarów. Pokazaliśmy, że za pomocą FRA można ujawnić ukryte zależności w danych pojedynczych komórek. Na przykład pokazaliśmy, że ułamek komórek układu immunologicznego aktywowany w odpowiedzi na bodźce cytokin prozapalnych zależy logarytmicznie od bodźca (rys. 1), co dowiodło, że populacje komórek są wrażliwe na zmiany procentowe w bodźcach, w przeciwieństwie do zmian addytywnych. Wrażliwość populacji komórek na zmiany procentowe w dawce przypomina empiryczną zasadę Webera–Fechnera, która charakteryzuje wydajność wielu układów sensorycznych psychofizjologicznych. Minimalna wykrywalna zmiana bodźca w zmysłach dotyku, słuchu, wzroku i węchu została zaobserwowana w formie zmian procentowych. Pokazaliśmy więc, że sposób, w jaki heterogeniczne populacje komórek kodują sygnały, jest ilościowo podobny do sposobu, w jaki postrzegamy różnice w pewnych doznaniach (waga/jasność).



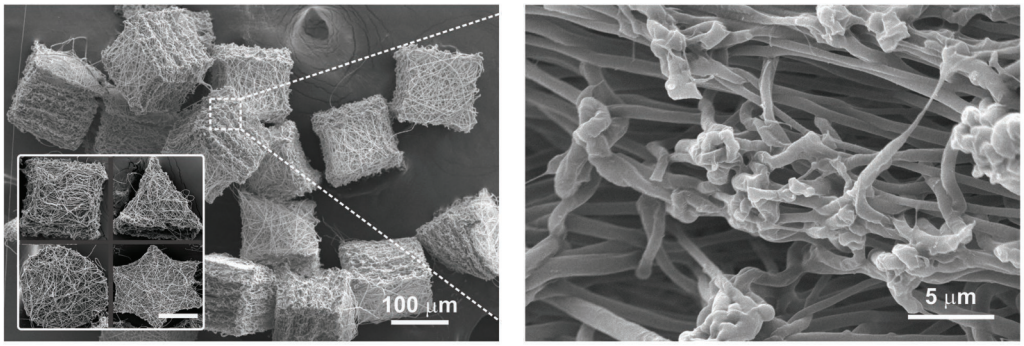
Rys. 1. Kumulowany ułamek aktywowanych komórek w odpowiedzi na rosnące dawki bodźców cytokiny prozapalnej, IFN-α2a, w określonej podpopulacji ludzkich komórek jednojądrzastych krwi obwodowej [ZBiMM_6].

Podsumowując, FRA dostarcza zwięzłej reprezentacji skomplikowanych danych pojedynczych komórek, co jest szczególnie istotne dla technik o wysokiej przepustowości, generujących bardzo duże, wielowymiarowe zbiory danych. Odpowiadając na to zapotrzebowanie, FRA może być stosowana do złożonych, wielowymiarowych zbiorów danych w immunologii, biologii rozwoju, badaniach nad nowotworami oraz w różnych innych dziedzinach, w których analiza odpowiedzi w pojedynczych komórkach jest istotna.

Elektroprzędzone materiały jako wstrzykiwalne nośniki

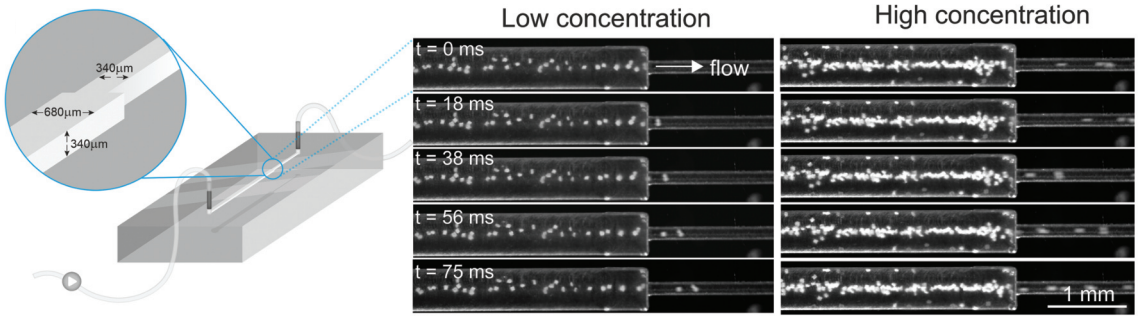
Wstrzykiwalne biomateriały służące do dostarczania komórek i leków to szybko rozwijający się obszar badań. Możliwość ich małoinwazyjnego wstrzykiwania może zrewolucjonizować wiele zabiegów medycznych. Wykorzystanie odpowiedniego rusztowania jest istotnym punktem w inżynierii tkankowej, a zwłaszcza w regeneracji krążka międzykręgowego. Jednak opracowanie pożądanych nośników, naśladujących macierz zewnątrzkomórkową, stanowi poważne wyzwanie. Elektroprzędzenie jest idealnym kandydatem, ponieważ otrzymane włókniny są bardzo porowate. Jednak do tej pory nie opracowano metody wytwarzania wstrzykiwanych mikrorusztowań (*microscaffold*, MS) z materiałów elektroprzędzonych.

W naszym laboratorium opracowaliśmy nową metodę wykorzystującą mikroobróbkę laserową do wytwarzania mikrorusztowań. W ten sposób możemy wyprodukować dziesiątki tysięcy MS w ciągu kilku minut (rys. 2). Ponadto za pomocą obróbki laserowej można uzyskać dowolny pożądany kształt mikrorusztowań. Badania iniekcyjności MS wykazały wysoki wskaźnik iniekcyjności, przy jednoczesnej sile potrzebnej do wyrzucenia ładunku nieprzekraczającej 25 N. Wytworzone mikrorusztowania, ze względu na swój kształt, zajmowały centralną część kanału podczas przepływu przez zwężenie (rys. 3).



Rys. 2. Mikrorusztowania cięte laserem pikosekundowym (wstawka przedstawiająca różne kształty, które można uformować) w rozmiarze 140 × 140 μm [ZBiMM_7].

Bezpośrednie wstrzyknięcie komórek do tkanek wiąże się z kilkoma wyzwaniami, takimi jak niska przeżywalność i ich zatrzymywanie w miejscu wstrzyknięcia. W przypadku MS chroniącego komórki wskaźnik przeżycia może znacznie wzrosnąć. Wyniki badań *ex vivo* z użyciem tkanek kości i chrząstek dowiodły, że MS oparte na kwasie polimlekowym (PLLA) są kompatybilne z żywymi tkankami i łatwo zaludniają się komórkami.



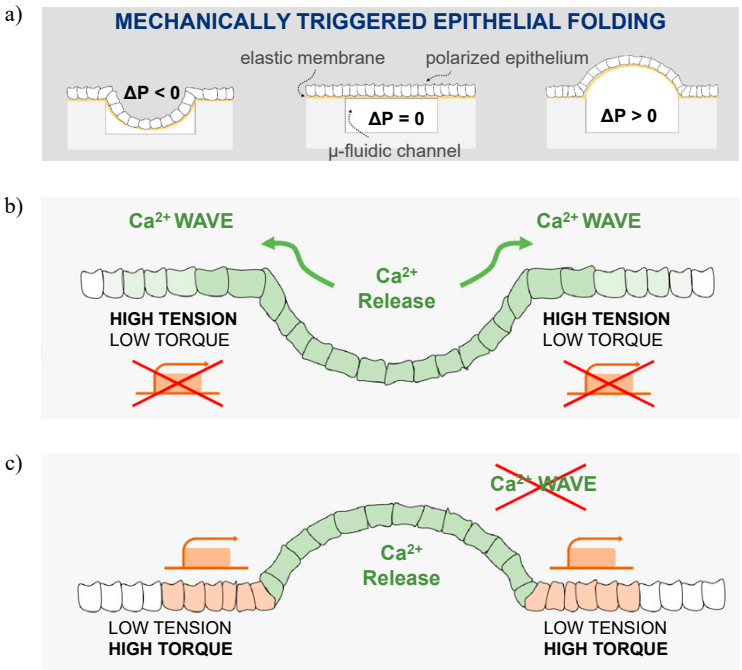
Rys. 3. Schemat opracowanego kanału mikroprzepływowego ze zwężeniem przypominającym przejście strzykawka–igła oraz widok z góry MS w niskim i wysokim stężeniu przechodzącym przez zwężenie [ZBiMM_7].

Układy mikroprzepływowe do badań biologicznych

Mikrofluidyka zajmuje się przepływami w kanałach mikrometrycznych. Ograniczona geometria komór mikroprzepływowych i doskonała kontrola przepływu sprawiają, że ta technologia idealnie nadaje się do naśladowania warunków fizjologicznych dla hodowli komórek.

Jednym z głównych celów naszego laboratorium mikroprzepływowego jest opracowywanie urządzeń mikroprzepływowych dostosowanych do wymagań konkretnych badań biologicznych. Przykładem takiego układu zorientowanego na zastosowania biologiczne jest nasz system mikroprzepływowy umożliwiający przestrzenną i czasową kontrolę nad gradientami napięcia powstającymi w wyniku deformacji monowarstwy nabłonka. Nasze podejście, w którym mechaniczne zmienne tkanki, takie jak odkształcenie w płaszczyźnie i krzywizna, są dobrze scharakteryzowane, umożliwiło obserwacje reakcji nabłonka poddanego kontrolowanej deformacji. Przez połączenie naszego systemu mikrofluidycznego z mikroskopią o wysokiej rozdzielczości było możliwe obserwowanie i opisywanie lokalnych odkształceń komórek wynikających zarówno z dodatniego, jak i ujemnego fałdowania warstwy nabłonka.

Badania przeprowadzone przy użyciu naszego systemu mikrofluidycznego we współpracy z University Grenoble Alpes (Francja) pokazały, że sterowana przez nas krzywizna kontroluje rozprzestrzenianie się fal wapniowych indukowanych fałdowaniem (na krótkiej skali czasowej) i indukuje przestrzenne wzorce ekspresji genów (na dłuższej skali czasowej) (rys. 4). Nasza praca pokazuje, że gradient kształtu komórki związany z fałdowaniem oraz wynikające z niego naprężenie mechaniczne kierują wyraźnymi, przestrzennymi odpowiedziami biochemicznymi w obrębie warstwy jednokomórkowej i rzucają nowe światło na mechanizm różnicowania komórek podczas tworzenia tkanki.

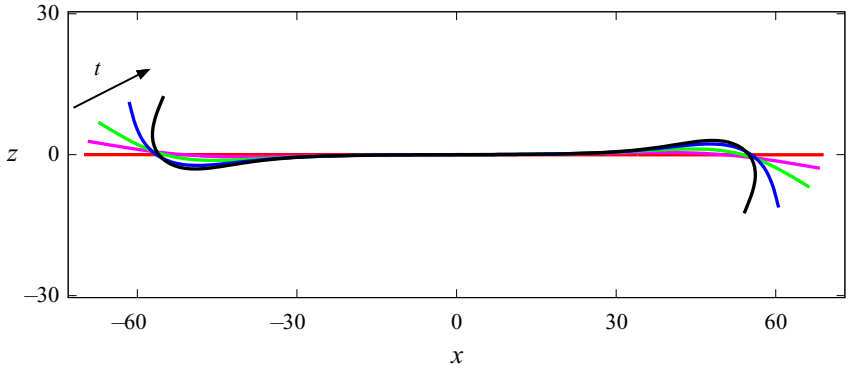


Rys. 4. Zasada działania układu mikroprzepływowego stosowanego w badaniach: a) elastyczna membrana z PDMS (żółty) pokrywa prostokątny kanał mikroprzepływowy wykonany ze sztywnego poliwęglanu. Komórki nabłonkowe znajdują się na wierzchu warstwy PDMS. Ciśnienie powietrza przyłożone do kanału mikroprzepływowego powoduje odkształcenie membrany, co pozwala na uzyskanie dodatniej lub ujemnej krzywizny fałdowania; b) i c) schematyczne przedstawienie odpowiedzi komórek na ujemne (b) i dodatnie (c) odkształcenia warstwy [zaadaptowano na podstawie ZBiMM_5].

Oddziaływanie mikrocząstek z płynem

Dynamika mikrocząstek w lepkim płynie jest przedmiotem badań w wielu wiodących laboratoriach na świecie. Inspiracją do prac prowadzonych w IPPT PAN jest rozwój nowoczesnych technologii, takich jak mikrofluidyka, Lab-On-Chip, diagnostyka medyczna, eksperymenty z bakteriami lub glonami, DNA, białkami i innymi makrocząsteczkami, oraz projektowanie innowacyjnych materiałów i urządzeń na bazie płynów – m.in. do transportu leków lub oczyszczania ścieków. W takich układach cząstki są często giętkie (czasami wydłużone i splecione), polidyspersyjne lub naładowane.

Wraz ze współpracownikami przyczyniliśmy się do teoretycznego zrozumienia podstawowych zasad i cech dynamiki elastycznych mikrowłókien unoszonych przez ścinający przepływ płynu. Wyniki mogą posłużyć np. do projektowania nowych metod sortowania włókien elastycznych o różnej długości i sprężystości. W szczególności pokazaliśmy, że istnieje kilka typów okresowych atraktorów dla ruchu włókna w przepływie ścinającym, zależnych od współczynnika sztywności zginania A (stosunku siły zginania do sił hydrodynamicznych). Zachowanie tych atraktorów można aproksymować efektywnymi orbitami Jeffery'a, z amplitudą wykładniczo zależną od czasu. Przeanalizowaliśmy proces zginania elastycznego włókna początkowo ułożonego wzdłuż kierunku przepływu ścinającego. Pokazaliśmy, że deformacja włókien zaczyna się od końców (rys. 5). Wyznaczyliśmy charakterystyczne skale czasowe dla: (1) wytworzenia lokalnego odkształcenia na końcu włókna, (2) przemieszczenia odkształcenia o maksymalnej krzywiźnie w kierunku części centralnej włókna i (3) obrotu włókna oraz maksymalną krzywiznę jako funkcje potęgowe współczynnika sztywności zginania A. Znaleźliśmy trzy mody zginania: lokalne i globalne zginanie oraz zwijanie bez prostowania. Wyznaczyliśmy diagram fazowy tych modów w przestrzeni fazowej dwóch parametrów: sztywności zginania A i długości L, prawa skalowania dla kształtów włókna i maksymalnej krzywizny, oraz dokonaliśmy porównania z wprowadzonym przez nas uogólnionym modelem elastycznym nieskończenie cienkiego włókna. Istotą uogólnionego modelu jest uwzględnienie siły hydrodynamicznej wywieranej przez przepływ ścinający na włókno.



Rys. 5. Zazwyczaj zginanie elastycznego włókna w przepływie ścinającym rozpoczyna się od jego końców [reprodukcja z ZBiMM_4].

Przedmiotem naszych badań, prowadzonych ze współpracownikami, jest także dynamika elastycznych włókien i giętkich pętli poruszających się pod wpływem grawitacji lub siły odśrodkowej w wirówce. Między innymi pokazaliśmy numerycznie, że pętle z węzłami mają tendencję do tworzenia konfiguracji niemal płaskich, ustawionych prostopadle do siły zewnętrznej, co jest zgodne z doświadczeniami. Wnieśliśmy także wkład w teoretyczne badania kształtów pętli DNA o różnym skręceniu umieszczonych w szybkiej wirówce oraz w porównanie ich z doświadczeniami.

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZBiMM_1 Waszkiewicz R., Ranasinghe M., Fogg J., Catanese Jr. D.J., Ekiel-Jeżewska M.L., Lisicki M., Demeler B., Zechiedrich L., Szymczak P., DNA supercoiling-induced shapes alter minicircle hydrodynamic properties, *Nucleic Acids Research*, **51**(8): 4027–2042, 2023.

ZBiMM_2 Zaremba D., Błoński S., Korczyk P.M., Concentration on demand – a microfluidic system for precise adjustment of the content of single droplets, *Chemical Engineering Journal*, **430**(3): 132935, 2022.

ZBiMM_3 Koehler M., Ray A., Moreira R.A., Juniku B., Poma A.B., Alsteens D., Molecular insights into receptor binding energetics and neutralization of SARS-CoV-2 variants, *Nature Communications*, **12**(1): 6977, 2021.

ZBiMM_4 Żuk, P.J., Słowicka A.M., Ekiel-Jeżewska M.L., Stone H.A., Universal features of the shape of elastic fibres in shear flow, *Journal of Fluid Mechanics*, **914**: A31, 2021.

ZBiMM_5 Błoński S., Aureille J., Badawi S., Zaremba D., Pernet L., Grichine A., Fraboulet S., Korczyk P.M., Recho P., Guilluy Ch., Dolega M.E., Direction of epithelial folding defines impact of mechanical forces on epithelial state, *Developmental Cell*, **56**: 3222–3234, 2021.

ZBiMM_6 Nienałtowski K., Rigby R.E., Walczak J., Zakrzewska K.E., Rehwinkel J., Komorowski M., Fractional response analysis reveals logarithmic cytokine responses in cellular populations, *Nature Communications*, **12**: 4175, 2021.

ZBiMM_7 Nakielski P., Rinoldi C., Pruchniewski M., Pawłowska S., Gazińska M., Strojny B., Rybak D., Jezierska-Woźniak K., Urbanek O., Denis P., Sinderewicz E., Czelejewska W., Staszkiewicz-Chodor J., Grodzik M., Ziai Y., Barczewska M., Maksymowicz W., Pierini F., Laser-assisted fabrication of injectable nanofibrous cell carriers, *Small*, **18**(2): e2104971, 2022.

ZBiMM_8 Kochańczyk M., Grabowski F., Lipniacki T., Super-spreading events initiated the exponential growth phase of COVID-19 with R_0 higher than initially estimated, *Royal Society Open Science*, **7**: 200786, 2020.

ZBiMM_9 Moreira R.A., Chwastyk M., Baker J.L., Guzman H.V., Poma A.B., Quantitative determination of mechanical stability in the novel coronavirus spike protein, *Nanoscale*, **12**: 16409, 2020.

ZBiMM_10 Nakielski P., Pawłowska S., Rinoldi C., Ziai Y., De Sio L., Urbanek O., Zembrzycki K., Pruchniewski M., Lanzi M., Salatelli E., Calogero A., Kowalewski T.A., Yarin A.L., Pierini F., Multifunctional platform based on electrospun nanofibers and plasmonic hydrogel: A smart nanostructured pillow for near-infrared light-driven biomedical applications, *ACS Applied Materials & Interfaces*, **12**(49): 54328–54342, 2020.

ZBiMM_11 Pawłowska S., Rinoldi C., Nakielski P., Ziai Y., Urbanek O., Li X., Kowalewski TA., Ding B., Pierini F., Ultraviolet light-assisted electrospinning of core–shell fully cross-linked P(NIPAAm-*co*-NIPMAAm) hydrogel-based nanofibers for thermally-induced drug delivery self-regulation, *Advanced Materials Interfaces*, 2000247, 2020.

ZBiMM_12 Korczyk P.M., van Steijn V., Blonski S., Zaremba D., Beattie D.A., Garstecki P., Accounting for corner flow unifies the understanding of droplet formation in microfluidic channels, *Nature Communications*, **10**: 2528, 2019.

ZBiMM_13 Komorowski M., Tawfik D.S., The limited information capacity of cross-reactive sensors drives the evolutionary expansion of signaling, *Cell Systems*, **8**(1): 76–85.e6, 2019.

ZBiMM_14 Gruziel M., Thyagarajan K., Dietler G., Stasiak A., Ekiel-Jeżewska M.L., Szymczak P., Periodic motion of sedimenting flexible knots, *Physical Review Letters*, **121**(12): 127801, 2018.

ZBiMM_15 Czerkies M., Korwek Z., Prus W., Kochańczyk M., Jaruszewicz-Błońska J., Tudelska K., Błoński S., Kimmel M., Brasier AR., Lipniacki T., Cell fate in antiviral response arises in the crosstalk of IRF, NF-κB and JAK/STAT pathways, *Nature Communications*, **9**: 493, 2018.

ZBiMM_16 Jetka T., Nienałtowski K., Filippi S., Stumpf MPH., Komorowski M., An information-theoretic framework for deciphering pleiotropic and noisy biochemical signaling, *Nature Communications*, **9**: 4591, 2018.

ZBiMM_17 Pierini F., Lanzi M., Nakielski P., Pawłowska S., Urbanek O., Zembrzycki K., Kowalewski T.A., Single-material organic solar cells based on electrospun fullerene-grafted polythiophene nanofibers, *Macromolecules*, **50**(13): 4972–4981, 2017.

ZBiMM_18 Adimy M., Chekroun A., Kaźmierczak B., Traveling waves in a coupled reaction–diffusion and difference model of hematopoiesis, *Journal of Differential Equations*, **262**(7): 4085–4128, 2017.

ZAKŁAD INFORMATYKI I NAUK OBLICZENIOWYCH

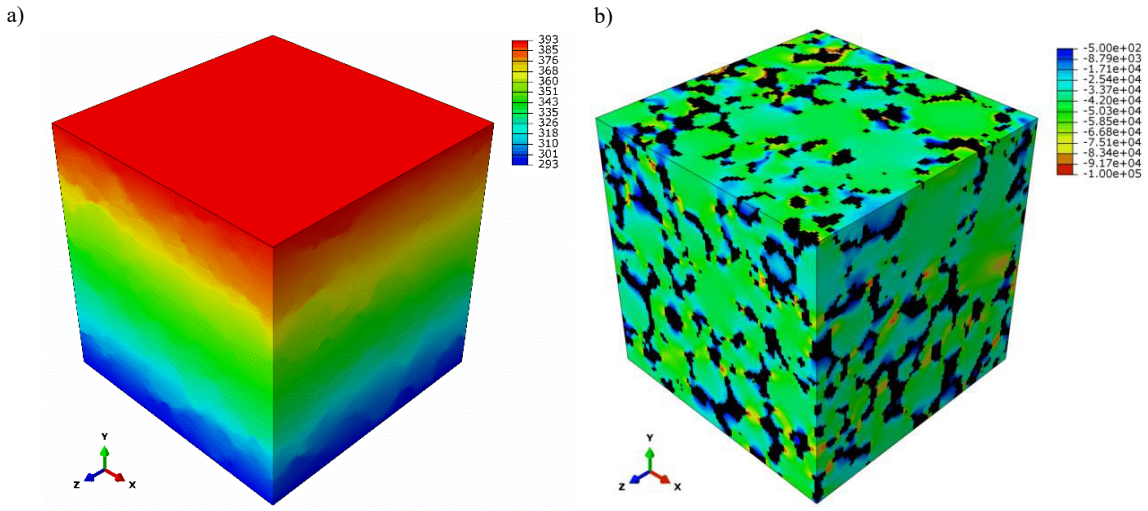
Główne obszary badawcze Zakładu to informatyka i nauki obliczeniowe. Nasza działalność badawcza ma w dużej mierze charakter interdyscyplinarny – obejmuje informatykę, matematykę oraz wiele dyscyplin stanowiących poszczególne obszary zastosowań badań, jak mechanika, inżynieria materiałowa itp. Uniwersalność metod i algorytmów obliczeniowych, oparta głównie na metodzie elementów skończonych (MES), a także na wielu innych współczesnych i nowatorskich metodach numerycznych, pozwala nam podejmować szerokie spektrum wyzwań badawczych, często we współpracy z innymi jednostkami naukowymi z kraju i zagranicy.

W ostatnich latach nasza działalność badawcza koncentrowała się na następujących obszarach.

Wieloskalowe modelowanie materiałów za pomocą metody elementów skończonych i metody elementów dyskretnych

Metoda elementów dyskretnych (MED) jest nowatorską metodą numeryczną, w której materiały są reprezentowane przez duże zespoły cząstek oddziałujących ze sobą siłami kontaktowymi. Jest to odpowiednie narzędzie do numerycznego modelowania różnych materiałów naturalnych i sztucznych, takich jak: proszki, materiały ziarniste, grunty, skały, ceramika i beton. Przy użyciu MED modeluje się zachowanie materiału na poziomie mikroskopowym. Za pomocą różnych metod homogenizacji i uśredniania można uzyskać parametry i właściwości makroskopowe. Mogą być one wykorzystane w metodzie elementów skończonych (MES) do analizy na poziomie makroskopowym. Tak więc połączenie MED i MES stwarza ramy dla wieloskalowego modelowania materiałów.

Modele mechaniczne i termiczne spiekanych materiałów porowatych opracowano w MES i MED z wykorzystaniem rzeczywistego odwzorowania mikrostruktury uzyskanego przy użyciu zaawansowanych technik mikrotomografii komputerowej (μCT) oraz dyfrakcji wstecznej elektronów. Do modelowania przepływu ciepła wykorzystano mikrostrukturę rzeczywistą. Wyniki są przedstawione na rys. 1. Analiza umożliwiła powiązanie właściwości makroskopowych (gęstość względna, efektywne przewodnictwo cieplne) z parametrami mikroskopowymi (wielkość i kształt ziaren, granice ziaren) oraz z warunkami spiekania (ciśnienie, temperatura i czas spiekania). Wyniki te zostały wykorzystane w optymalizacji parametrów procesu produkcyjnego materiału.

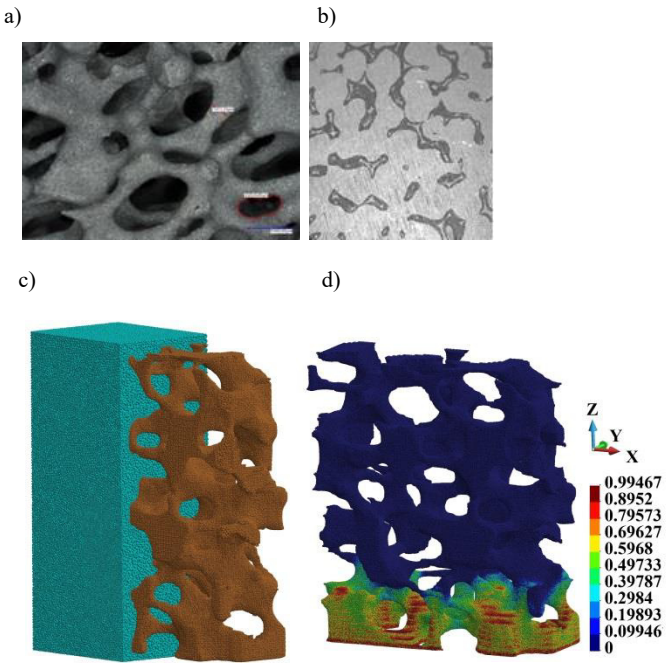


Rys. 1. Analiza termiczna częściowo spieczonej próbki NiAl: a) rozkład temperatury, b) strumienie ciepła.

Modelowanie i analiza obliczeniowa kompozytów metalowo-ceramicznych

Kompozyty ceramiczne są wykorzystywane w branżach o znaczeniu strategicznym. Znajdują zastosowanie na przykład w energetyce jądrowej, przemyśle motoryzacyjnym oraz kosmicznym. Kompozyty są poddawane ekstremalnym obciążeniom, takim jak uderzenia, szybko narastające ciśnienie, szoki termiczne. Obciążenia powodują mikropęknięcia, koalescencję mikropęknięć, przebicia i fragmentację. Prawa konstytutywne zastosowano do modelowania materiałów należących do grupy kruchych, sprężysto-lepko-plastycznych. Modele są nielokalne, ponieważ udowodniono, że lepiej nadają się one do modelowania uszkodzeń materiałów. Metodą z nieodłączną nielokalnością jest perydynamika.

Kompozyty to materiały o złożonej strukturze wewnętrznej, która musi być uwzględniona w modelowaniu numerycznym. Strukturę materiałów uzyskuje się za pomocą tomografii komputerowej, a następnie ją rekonstruuje i dyskretyzuje, jak pokazano na rys. 2. Obliczenia złożonych materiałów muszą być prowadzone z wykorzystaniem klastrów obliczeniowych o dużej wydajności, ponieważ taki model, jak na rysunku, wymaga wykonania cyklu dwóch tysięcy procesów obliczeniowych, aby zakończyć przebieg w rozsądnym czasie. Opracowany paradygmat modelowania pozwala na dogłębny wgląd w proces niszczenia materiałów.

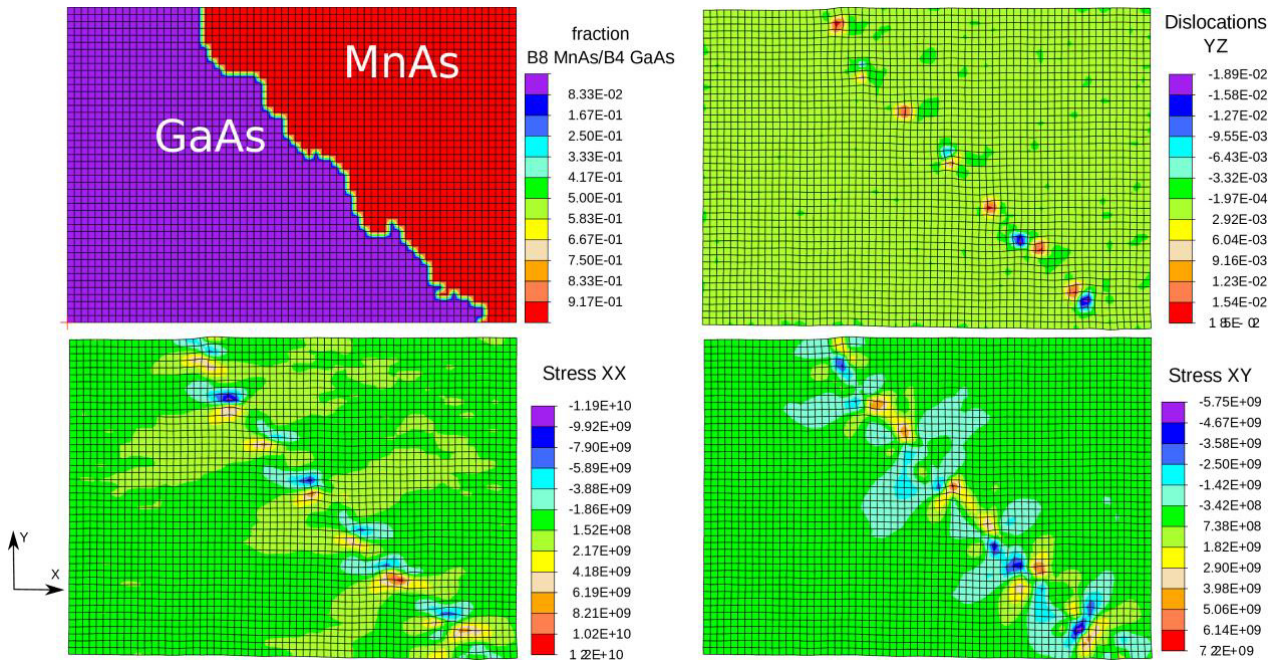


Rys. 2. Kompozyt metalowo-ceramiczny: a) pianka ceramiczna, b) matryca aluminiowo-krzemowa wypełniająca piankę, c) model numeryczny (perydynamika), d) początek procesu zniszczenia szkieletu.

Modelowanie kontynualne i atomistyczne pól sprzężonych w heterostrukturach krystalicznych

Badania dotyczą modelowania defektów struktur monokrystalicznych i mają istotne znaczenie w inżynierii materiałów półprzewodnikowych. Analizie w skali nano są poddawane różnego rodzaju sprzężenia pól sprężystych, chemicznych i elektrycznych oraz odkształcenia niesprężyste wywołane przemianami fazowymi. Wykorzystujemy tu metody kontynualne, atomistyczne i/lub *ab initio*.

Przeprowadzono analizę elementów skończonych naprężeń szczątkowych wywołanych dyslokacjami niedopasowania podczas wytrącania heksagonalnych cząstek MnAs w powłokach magnetycznych nanoprzewodów na bazie wurcytu typu GaAs (rys. 3). Wpływ nieliniowej piezoelektryczności (elastostrykcja) i dyslokacji śrubowej (TD) na właściwości fizyczne i optoelektroniczne kropek kwantowych GaN/AlN (QD) został zamodelowany z wykorzystaniem efektu piezoelektrycznego drugiego rzędu. Przeanalizowano grubość krytyczną warstw soli kamiennej ZnMgO osadzonych na jednorodnym monokrysztale MgO (100) oraz na supersieciach ZnMgO/MgO. Do przewidywania grubości krytycznej wykorzystano nowe wzory analityczne wynikające z rozszerzenia modelu Matthawsa i Blakesleego na przypadek przejścia fazowego sól kamienna–wurcyt.

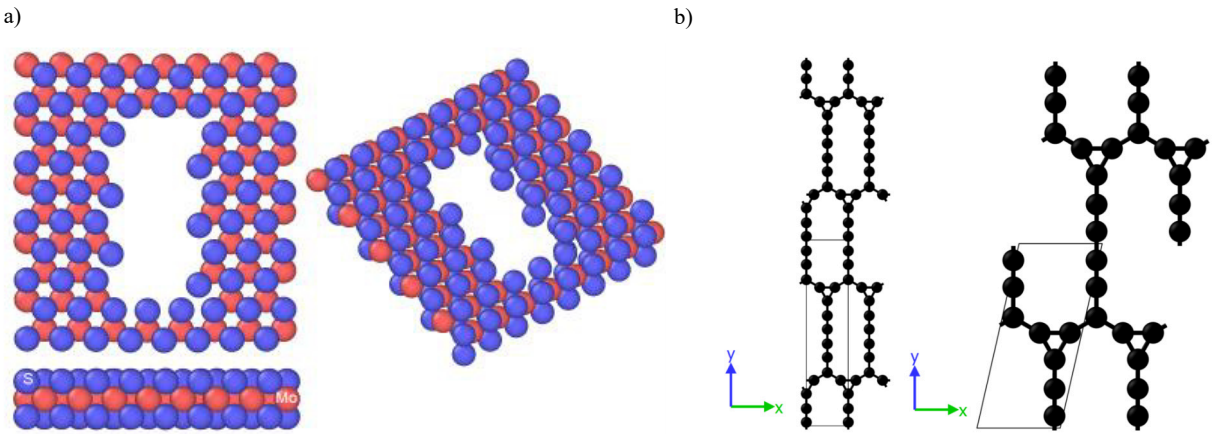


Rys. 3. Skład chemiczny wyekstrahowany z obrazu HRTEM, śrubowa składowa pola tensora dyslokacji uzyskana przez komputerowe przetwarzanie obrazu oraz składowe naprężeń szczątkowych XX i XY obliczone metodą MES.

Wieloskalowe systemy złożone i obliczenia inteligentne

Tematyka badań obejmuje następujące zadania [ZIiNO_8, ZIiNO_9, ZiiNO_10]:

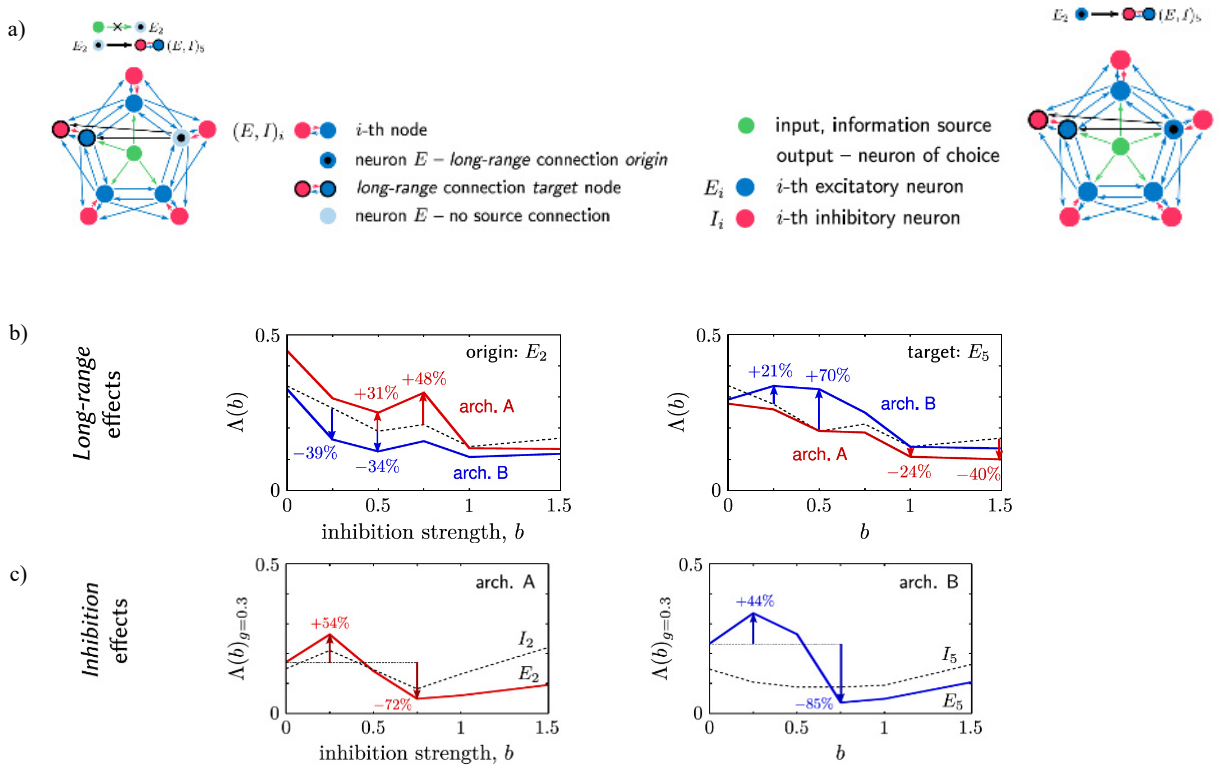
- rozwój i zastosowanie inteligencji obliczeniowej (algorytmy ewolucyjne, sztuczne systemy odpornościowe, algorytmy roju, sztuczne sieci neuronowe i systemy rozmyte) w optymalizacji i identyfikacji materiałów 2D i 3D;
- opracowanie nowej autorskiej koncepcji skierowanych losowych liczb rozmytych;
- prognozowanie cen energii elektrycznej spot na rynku dnia następnego z wykorzystaniem metod głębokiego uczenia;
- określenie zdolności różnych potencjałów molekularnych do modelowania właściwości 2D polimorfów dwusiarczku molibdenu MoS_2;
- inteligentne projektowanie i symulacja komputerowa złożonych nanostruktur materiałowych 2D na bazie molibdenu (rys. 4a);
- inteligentne projektowanie i symulacje komputerowe 2D złożonych nanostruktur materiałowych opartych na węglu (rys. 4b);
- obliczenia *ab initio* (DFT) strukturalnych, mechanicznych i elektronicznych własności nowych wariantów X i Y grafenu;
- generowanie płaskich struktur atomowych uwzględniających anizotropowe własności materiałowe i mających własności półprzewodnika (*new semiconducting Anisotropic-cyclicgraphene*, AC).



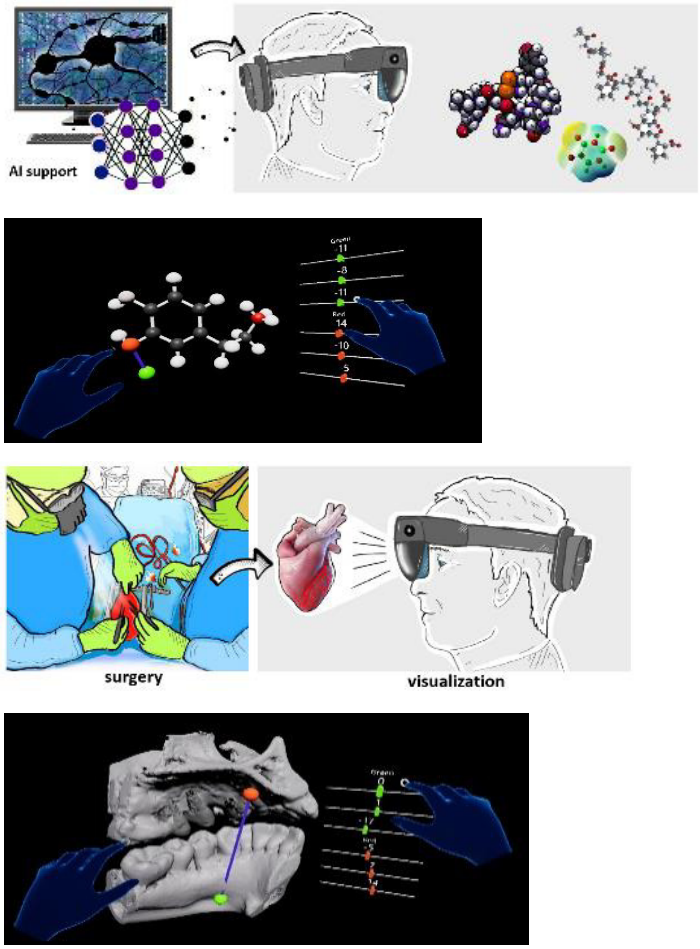
Rys. 4. a) Optymalizacja nanostruktury 2D na bazie molibdenu, b) nowy półprzewodnik grafenowy bazujący na węglu.

Przetwarzanie informacji w mózgu i układach biologicznych

Ludzki mózg jest najbardziej złożonym istniejącym systemem, którego funkcjonowanie i inteligencja zależą przede wszystkim od rodzaju neuronów (od ich roli w mózgu), ich połączeń i sposobu dostarczania energii do neuronów, a nie od liczby neuronów. Jest to idealny model odniesienia dla opracowania podstaw sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence*, AI). Badanie podstaw naturalnej inteligencji może przyczynić się do zrozumienia ogólnej zasady funkcjonowania inteligencji w kierunku wszechobecnych systemów inspirowanych mózgiem. Zespół Badawczy Neuroinformatyki w IPPT PAN w składzie: dr hab. inż. Agnieszka Pręgowska, mgr Zofia Rudnicka oraz prof. Janusz Szczepański (kierownik), prowadzi badania poświęcone przesyłaniu informacji w układach transmisyjnych, przede wszystkim w mózgu, w ujęciu metod opartych na teorii informacji i sztucznej inteligencji inspirowanej budową i funkcjonowaniem ludzkiego mózgu. Najnowsze publikacje Zespołu [ZIiNO_5, ZIiNO_13] dotyczą analizy zależności między głównymi wielkościami charakteryzującymi sygnały przenoszące informacje w celu uzyskania głębszej wiedzy na temat natury kodowania neuronowego (rys. 5). Kluczowe pytanie, które jest również obecnie stawiane, dotyczy wpływu rozmiaru sieci na efektywność transmisji. Innymi ważnymi kierunkami badań są: kryptografia, opracowanie nowych skutecznych klasyfikatorów sygnałów biomedycznych umożliwiających wykrycie choroby na bardzo wczesnym etapie oraz zastosowania rozszerzonej rzeczywistości (*Extended Reality*, XR) w medycynie oraz w edukacji medycznej (rys. 6).



Rys. 5. Model sieci z pięcioma węzłami inspirowany mózgiem (a). Efekty połączeń daleko-zasięgowych (b). Efekty neuronów hamujących (c). Tutaj Λ wyraża informacje na energię zużytą podczas transmisji, a b oznacza siłę hamowania w stosunku do neuronów pobudzających.



Rys. 6. Przykładowe zastosowanie XR w edukacji medycznej.

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZIiNO_1 Tahani M., Postek E.W., Sadowski T., Diffusion and interdiffusion study at Al- and O-terminated Al_2O_3/AlSi12 interface using molecular dynamics simulations, *Materials*, **16**(12): 4324, 2023, doi: 10.3390/ma16124324.

ZIiNO_2 Colabella L., Cisilino A.P., Fachinotti V., Kowalczyk P., An efficient strategy to implement local porosity constraints in the multiscale design of solids with parameterized biomimetic microstructures, *Computers and Structures*, **285**: 107084-1–107084-13, 2023, doi: 10.1016/j.compstruc.2023.107084.

ZIiNO_3 Nosewicz S., Jurczak G., Wejrzanowski T., Ibrahim S.H., Grabias A., Węglewski W., Kaszyca K., Rojek J., Chmielewski M., Thermal conductivity analysis of porous NiAl materials manufactured by spark plasma sintering: Experimental studies and modelling, *International Journal of Heat ond Mass Transfe*r, **194**: 123070, 2022, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123070.

ZIiNO_4 Taczała M., Buczkowski R., Kleiber M., Analysis of FGM plates based on physical neutral surface using general third-order plate theory, *Composite Structures*, **301**: 1–7, 2022, doi: 10.1016/j.compstruct.2022.116218.

ZIiNO_5 Pręgowska A., Signal fluctuations and the information transmission rates in binary communication channels, *Entropy*, **23**(1): 92, 2021, doi: 10.3390/e23010092.

ZIiNO_6 Tauzowski P., Błachowski B., Lógó J., Topology optimization of elasto-plastic structures under reliability constraints: a first order approach, *Computers and Structures*, **243**: 106406, 2021, doi: 10.1016/j.compstruc.2020.106406.

ZIiNO_7 Dłużewski P., Domagala J.Z., Kret S., Jarosz D., Kryśko M., Teisseyre H., Phase-transition critical thickness of rocksalt $Mg_xZn_{1-x}O$ layers, *The Journal of Chemical Physics*, **154**: 154701, 2021, doi: 10.1063/5.0042415.

ZIiNO_8 Marszałek A., Burczyński T., Ordered fuzzy random variables: Definition and the concept of normality, *Information Sciences*, **2020**: 1–12, 2020, doi: 10.1016/j.ins.2020.08.120.

ZIiNO_9 Mrozek A., Kuś W., Burczyński T., Nano level optimization of graphene allotropes by means of a hybrid parallel evolutionary algorithm, *Computational Materials Science*, **106**: 161–169, 2015.

ZIiNO_10 Maździarz M., Mrozek A., Kuś W., Burczyński T., Anisotropic-cyclicgraphene: a new two-dimensional semiconducting carbon allotrope, *Materials*, **11**(3): 432, 2018, doi: 10.3390/ma11030432.

ZIiNO_11 Kowalczyk-Gajewska K., Maździarz M., Elastic properties of nanocrystalline materials of hexagonal symmetry: the core-shell model and atomistic estimates, *International Journal of Engineering Science*, **157**: 103393, 2020, doi: 10.1016/j.ijengsci.2020.103393.

ZIiNO_12 Meissner M., Wiśniewski K., Influence of room modes on low-frequency transients: theoretical modeling and numerical predictions, *Journal of Sound and Vibration*, **448**: 19–33, 2019, doi: 10.1016/j.jsv.2019.02.012.

ZIiNO_13 Pręgowska A., Kaplan E., Szczepański J., How far can neural correlations reduce uncertainty? Comparison of information transmission rates for Markov and Bernoulli processes, *International Journal of Neural Systems*, **29**(8): 1950003, 2019, doi: 10.1142/S0129065719500035.

ZIiNO_14 Jurczak G., Variation of second-order piezoelectric coefficients with respect to a finite strain measure, *Acta Crystallographica Section A. Foundations and Advances*, **A74**: 518–523, 2018, doi: 10.1107/S2053273318008628.

ZIiNO_15 Burczyński T., Pietrzyk M., Kuś W., Madej Ł., Mrozek A., Rauch Ł., *Multiscale Modelling and Optimisation of Materials and Structure*s, Wiley, 2022.

ZIiNO_16 Burczyński T., Kuś W., Beluch W., Długosz A., Poteralski A., Szczepanik M., *Intelligent Computing in Optimal Design*, Springer, s. 1–237, 2020.

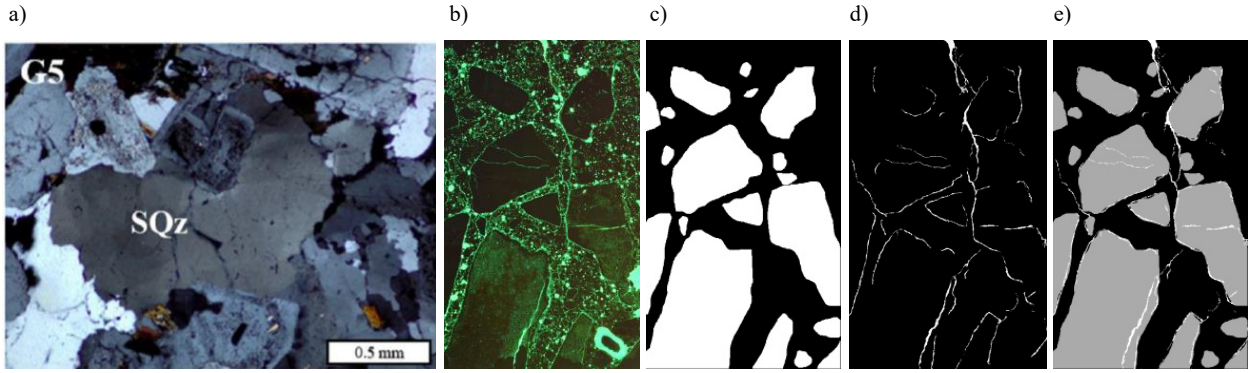
ZAKŁAD MECHANIKI DOŚWIADCZALNEJ

W Zakładzie Mechaniki Doświadczalnej są prowadzone badania dotyczące:

- diagnostyki i kształtowania właściwości kompozytów cementowych,
- właściwości mechanicznych materiałów i elementów konstrukcji w jednoosiowym i złożonym stanie naprężenia na próbkach płaskich, rurkowych lub krzyżowych z wykorzystaniem metod optycznych (DIC oraz ESPI),
- laserowej modyfikacji warstwy powierzchniowej metali i stopów w celu poprawy właściwości mechanicznych, odporności na ścieranie i korozję,
- nanoszenia super twardych powłok,
- ultradźwiękowego badania materiałów, w tym badania nieniszczące materiałów i konstrukcji, ultradźwiękowe pomiary wartości składowych naprężenia oraz budowa aparatury i głowic ultradźwiękowych.

Rekonstrukcja mikrostruktury w celu dokładniejszej charakterystyki materiałów na bazie cementu do zaawansowanych zastosowań konstrukcyjnych

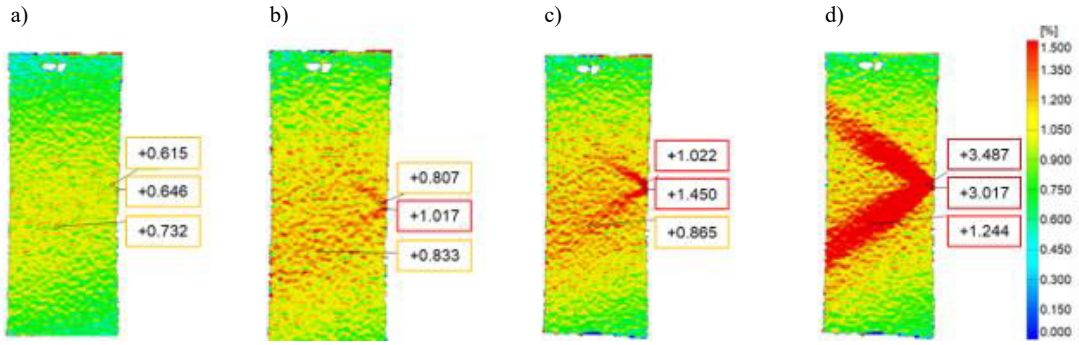
Udoskonalona charakterystyka wieloskładnikowych materiałów budowlanych na osnowie cementowej wymaga zobrazowania mikrostruktury w sposób umożliwiający ilościową ocenę istotnych jej elementów oraz określenie ich względnego położenia [ZMD_1]. Związek między właściwościami fizycznymi lub odpornością chemiczną kompozytów cementowych a mikrostrukturą jest nadal rozumiany tylko w ograniczonym zakresie. Dalszy postęp w tej dziedzinie jest szczególnie utrudniony ze względu na losowy rozkład faz, ich nieodłączną złożoność oraz niepewność wzajemnego rozróżnienia. Pracownia Pól Odkształceń IPPT PAN opracowała metodologię obrazowania ziaren polimineralnych w kompozycie, mikroluk w matrycy cementowej oraz produktów reakcji alkalia–krzemionka występujących w strefach międzyfazowych oraz w spękaniach. Mikroskopia optyczna w świetle spolaryzowanym, skaningowa mikroskopia elektronowa z mikroanalizą rentgenowską oraz mikrotomografia rentgenowska i tomografia neutronowa zostały wykorzystane we współpracy z Yonsei University w Seulu i Centre for Energy Research w Budapeszcie [ZMD_2]. Przeprowadzone badania eksperymentalne ujawniły wpływ zawartości kwarcu naprężonego (rys. 1a) oraz kwarcu mikrokrystalicznego na reaktywność granitu i naturalnych kruszyw rzecznych w alkalicznym środowisku roztworu porów w betonie. Na podstawie obrazów mikrostruktury zbudowano siatkę elementów skończonych i wyznaczono pole deformacji badanych elementów pod obciążeniem jednoosiowym, ujawniając niejednorodność pola odkształcenia związanego z rozkładem wtrąceń mineralnych. Identyfikacja spękań w obrębie ziaren kruszywa, w strefach międzyfazowych oraz w osnowie (rys. 1b–e) umożliwiła rozpoznanie przyczyn przedwczesnego niszczenia betonu w nawierzchni autostradowej. Rekonstrukcja układu pęknięć była niezbędna w sytuacji sprzężonych oddziaływań fizyczno-chemicznych. Wykonane pomiary wielkości mikropustek i odległości między nimi wykazały lokalne skupienia oraz niejednorodność właściwości fizycznych, zwłaszcza zmniejszoną odporność na cykliczne zamrażanie–rozmrażanie przy dużym nasyceniu wodą układu porów.



Rys. 1. Faliste wymieranie w kwarcu (SQz) zidentyfikowane w obrębie granitowego agregatu skalnego (a), przekształcenia morfologiczne obrazów cienkich przekrojów betonu: oryginalny obraz UV (b), odseparowane ziarna kruszywa (c), układ spękań (d), połączenie układu spękań i obrazu kruszywa mineralnego (e).

Optyczne techniki pomiarowe do monitorowania rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych

Dwie optyczne techniki pomiarowe (*Digital Image Correlation*, DIC, oraz *Electronic Speckle Pattern Interferometry*, ESPI) są obecnie stosowane w ZMD do monitorowania rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych w stalach energetycznych [ZMD_3]. Metody te umożliwiają monitorowanie zachowania zmęczeniowego próbek stalowych i dokładne wskazanie obszaru potencjalnego zniszczenia nawet w początkowej fazie rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych. Późniejsza ewolucja uszkodzeń zmęczeniowych do 100 000 cykli pozwoliła jednoznacznie wskazać obszar potencjalnej inicjacji pęknięcia (rys. 2a i 2b) i jego rozwoju (rys. 2c i 2d) aż do pęknięcia próbki.



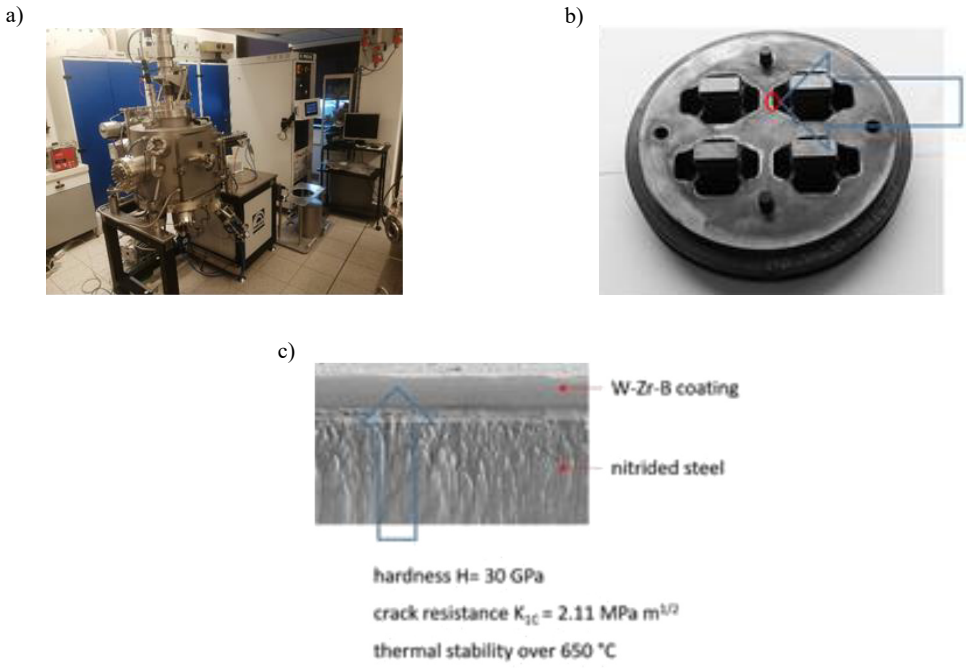
Rys. 2. Pomiary DIC wykonane dla amplitudy naprężenia 500 MPa po: 1 cyklu (a), 100 000 cykli (b), 250 000 cykli (c), 301 251 cyklach (d).

Wysokotemperaturowe badania zmęczeniowe łopatek turbin

Obniżona jakość łopatek turbin po produkcji czy renowacji jest często główną przyczyną ich przyspieszonego niszczenia zmęczeniowego. Właściwości mechaniczne i żywotność łopatek turbin są najczęściej oceniane za pomocą standardowych próbek i numerycznej analizy naprężenia i odkształcenia lub obliczeń modelowych. Jednak wyniki uzyskane ze standardowych badań próbek znacząco różnią się od wyników uzyskanych podczas badań pełnowymiarowej łopatki turbiny. Metodologia i stanowisko badawcze opracowane w ZMD mogą być z powodzeniem wykorzystane do zbadania odporności na zmęczenie w wysokiej temperaturze pełnowymiarowej łopaty turbiny [ZMD_4]. Geometria samej platformy umożliwiła wykorzystanie standardowych maszyn wytrzymałościowych, a tym samym uprościła złożone testy łopatek turbin w wysokich temperaturach.

Badania nad nowoczesnymi, supertwardymi materiałami na bazie borków wolframu

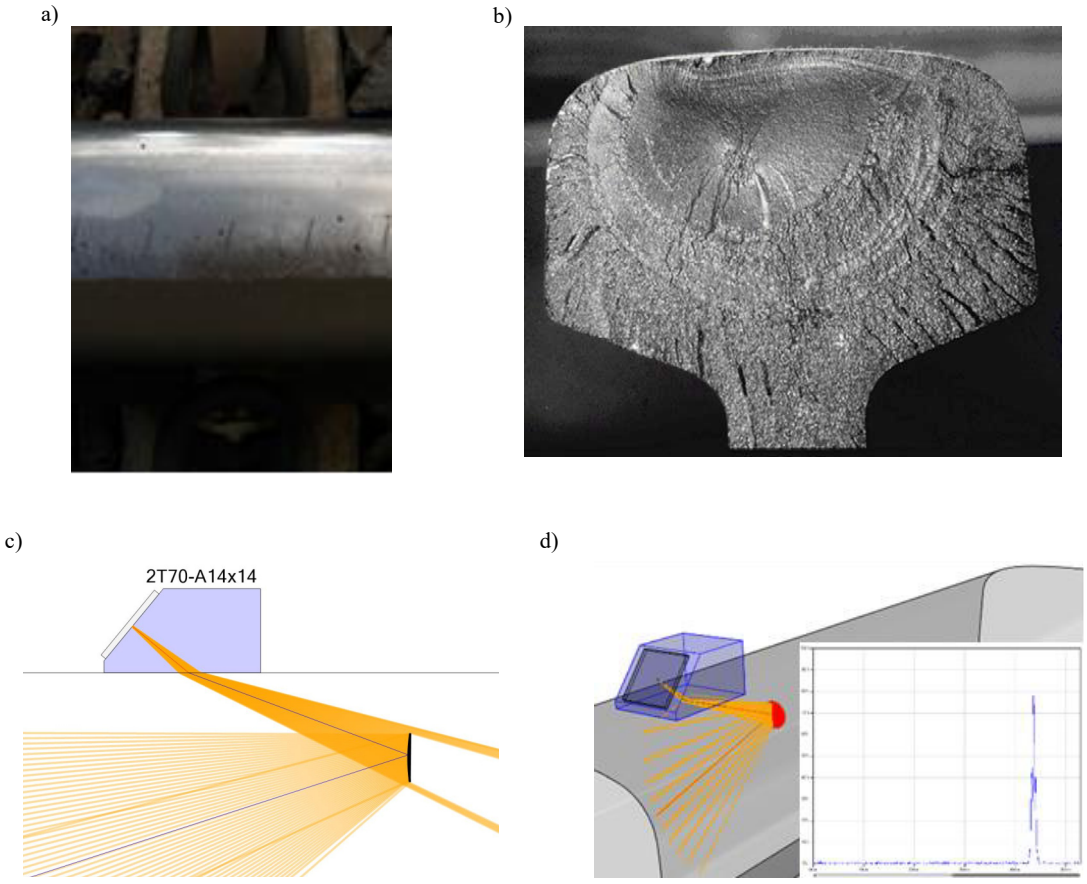
Projekt oparty na tych materiałach tworzy nową technologię łączącą szybką syntezę targetów metodą iskrowego spiekania plazmowego (SPS) oraz osadzanie cienkich powłok z trójskładnikowych borków wolframu W1-xTMxBy (gdzie TM = Ti, Zr, Ta) za pomocą nowatorskiej metody *high-power impulse magnetron sputtering* (HiPIMS) [ZMD_5]. Zaproponowana łączona technologia SPS-HiPIMS umożliwiła osadzanie borków wolframu w postaci cienkich warstw o ulepszonych właściwościach mechanicznych i termicznych (rys. 3). Ze względu na swoje właściwości, takie jak bardzo wysoka twardość, odporność na ścieranie i niska chropowatość, dostępne stały się cienkie powłoki nowej generacji, dotychczas niestosowane w przemyśle na skalę światową. Zastosowanie tej technologii znacząco poprawia trwałość matryc stosowanych na szeroką skalę, między innymi do kucia na gorąco stopu miedzi bezołowiowej CW724R (Sanha Pland) czy do wytłaczania profili aluminiowych (Albratros Aluminium). Badania prowadzone w Pracowni Technologicznych Zastosowań Laserów obejmują opracowanie technologii wytwarzania tarcz i powłok spajanych metodą SPS-HiPIMS oraz badania właściwości wyprasek i folii ochronnych.



Rys. 3. Nowe stanowisko do osadzania powłok metodą HiPIMS (a), zmodyfikowana matryca do wyciskania (b), przekrój powłoki W-Zr-B (c).

Projekt układu czujników do wykrywania uszkodzeń szyn

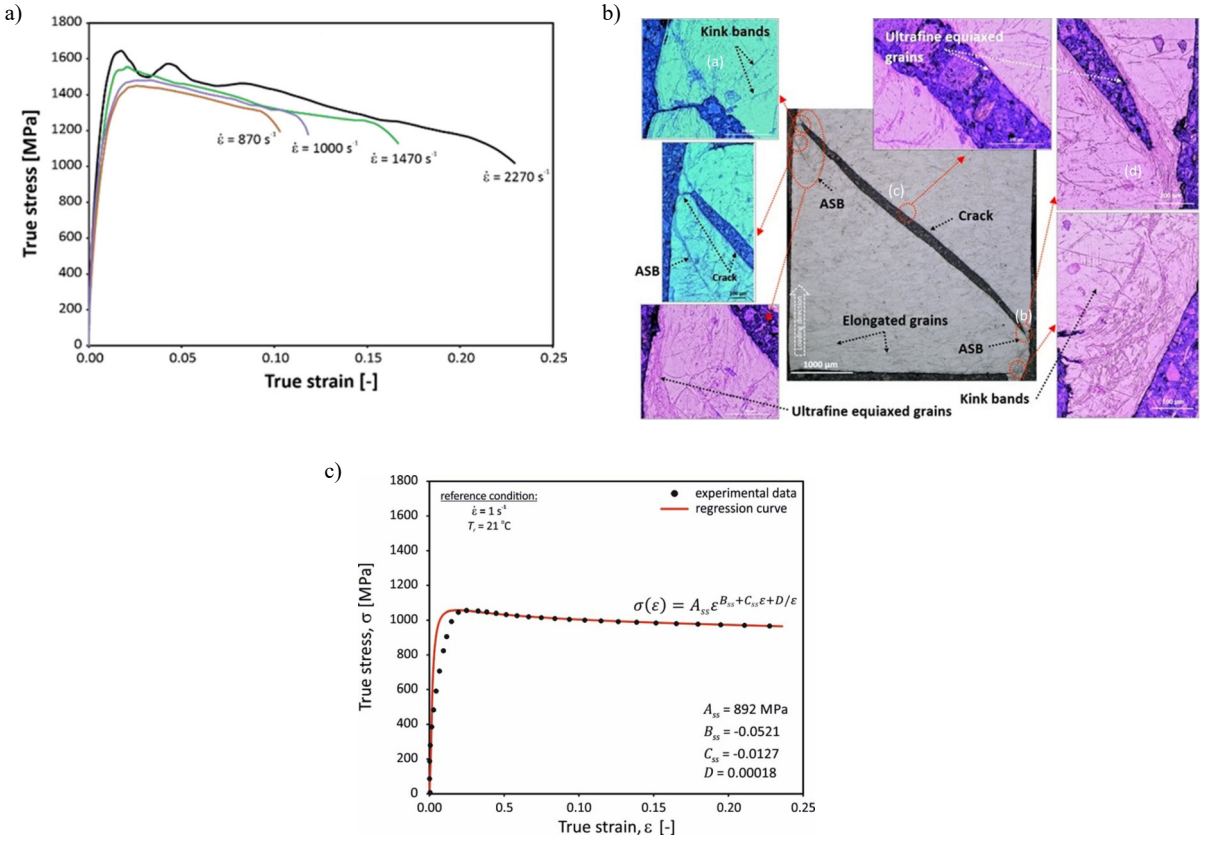
Zwiększenie obciążenia torów w związku ze wzrostem ruchu i wprowadzeniem pociągów dużych prędkości powoduje występowanie znacznej liczby uszkodzeń zmęczeniowych styku tocznego (RCF) w eksploatowanych szynach [ZMD_6]. Usterki te mogą skutkować rozległymi uszkodzeniami, a ostatecznie pęknięciem szyny. Wśród wielu często występujących typów uszkodzeń RCF można wskazać np. tzw. „squat". W początkowej fazie wady takie występują w powierzchni szyny, skupione w jednakowych odstępach i pod takim samym kątem orientacji do osi szyny głównej (rys. 4a). Narastanie takich pęknięć może wówczas skutkować pęknięciem szyny skierowanym prawie pionowo do toru jazdy powierzchni główki szyny (rys. 4b). Takie wady są trudne do wykrycia przy użyciu standardowego oprzyrządowania ultradźwiękowego, ponieważ wiązka skanująca generowana na górnej powierzchni szyny jest odbijana w kierunku dolnym, z pominięciem sondy probierczej (rys. 4c). Rozwiązaniem tego problemu może być współdziałanie dwóch czujników. Podobne problemy stwarzają uskoki zlokalizowane na niewielkiej głębokości po bokach główki szyny. Zespół badawczy Pracowni Badań Nieniszczących zaproponował optymalny montaż czujników do ciągłego monitorowania całej objętości szyny. Ocenę 3D emitowanej wiązki ultradźwiękowej oraz jej interakcji z defektami wewnętrznymi przeprowadzono za pomocą oprogramowania Beam Tool 9 firmy Eclipse Scientific Inc. Przykład wizualizacji wiązki i jej echa wytwarzanego w urządzeniu odbiorczym przedstawiono na rys. 4d.



Rys. 4. Widok typowego uszkodzenia styku tocznego (a), pęknięcie szyny spowodowane poprzecznym pęknięciem zmęczeniowym (b), modelowanie oddziaływania wiązki ultradźwiękowej z pęknięciem pionowym (c), przykład wizualizacji wiązki i jej echa wytwarzanego w urządzeniu odbiorczym (d).

Quasi-statyczne i dynamiczne zachowanie przy ściskaniu innowacyjnego stopu Gum Metal na bazie tytanu

Materiały konstrukcyjne o wysokiej wytrzymałości zwykle nie mają dobrych właściwości sprężystych. Z kolei materiały sprężyste mają zwykle niską wytrzymałość. Jednak na przełomie wieków Centralne Laboratoria Badawczo-Rozwojowe Toyoty zaprojektowały unikalne stopy β-Ti, zwane Gum Metalami, które łączyły wysoką wytrzymałość z doskonałą sprężystością. Dzięki współpracy międzynarodowej zbadano quasi-statyczne i ściskające zachowanie próbek wykonanych z Gum Metalu (Ti-36Nb-2Ta-3Zr-0,3O, wt.%) przy użyciu elektromechanicznej maszyny testującej i dzielonego pręta Hopkinsona [ZMD_7]. Krzywe naprężenie-odkształcenie otrzymane dla obciążeń monotonicznych i dynamicznych ujawniły efekt zmiękczania, który nasilił się wraz ze wzrostem prędkości odkształcenia i potwierdził wzrost plastycznego naprężenia płynięcia (rys. 5a). Charakterystyka mikrostruktury ujawniła powstawanie adiabatycznego pasma ścinania powstającego pod kątem ~45° do kierunku obciążenia i szeroko rozstawione „pasma załamań" odkształcenia (rys. 5b). Zaproponowano opis konstytutywny przy użyciu zmodyfikowanego modelu Johnsona–Cooka. Uzyskano dobrą zgodność między danymi eksperymentalnymi i numerycznymi (rys. 5c). Wyniki potwierdziły doskonałe właściwości Gum Metalu oraz poprawność przeprowadzonej procedury badawczej.



Rys. 5. Charakterystyka wytrzymałościowa Gum Metalu przy wybranych prędkościach odkształcenia pod dynamicznym obciążeniem ściskającym (a), obrazy SEM wybranych obszarów Gum Metalu po testach dynamicznych przy prędkości odkształcenia 2270 s^{-1} (b), dopasowanie krzywej modelu do danych eksperymentalnych Gum Metalu poddawanych ściskaniu przy prędkości odkształcenia 1 s^{-1} (c).

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZMD_1 Chen H., Hou P., Zhou X., Black L., Adu-Amankwah S., Feng P., Cui N., Glinicki M.A., Cai Y., Zhang S., Zhao P., Li Q., Cheng X., Toward performance improvement of supersulfated cement by nano silica: Asynchronous regulation on the hydration kinetics of silicate and aluminate, *Cement and Concrete Research*, **167**: 107117, 2023, doi: 10.1016/j.cemconres.2023.107117.

ZMD_2 Kim H.T., Razakamandimby D.F.T., Szilagyi V., Kis Z., Szentmiklosi L., Glinicki M.A., Park K., Reconstruction of concrete microstructure using complementarity of X-ray and neutron tomography, *Cement and Concrete Research*, **148**: 106540, 2021, doi: 10.1016/j.cemconres.2021.106540.

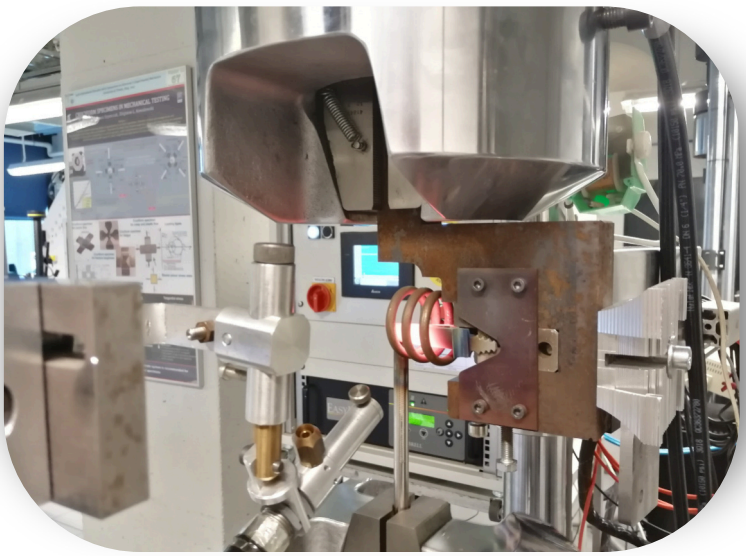
ZMD_3 Kopeć M., Brodecki A., Kukla D., Kowalewski Z.L., Suitability of DIC and ESPI optical methods for monitoring fatigue damage development in X10CrMoVNb9-1 power engineering steel, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, **21**: 167, 2021, doi: 10.1007/s43452-021-00316-1.

ZMD_4 Kukla D., Kopeć M., Sitek R., Olejnik A., Kachel S., Kiszkowiak Ł., A novel method for high temperature fatigue testing of nickel superalloy turbine blades with additional NDT diagnostics, *Materials*, **14**(6): 1392, 2021, doi: 10.3390/ma14061392.

ZMD_5 Psiuk R., Mościcki T., Chrzanowska-Giżyńska J., Kurpaska Ł., Radziejewska J., Denis P., Garbiec D., Chmielewski M., Mechanical and thermal properties of W-Ta-B coatings deposited by High-Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS), *Materials*, **16**(2): 1–12, 2023, doi: 10.3390/ma16020664.

ZMD_6 Katz T., Mackiewicz S., Ranachowski Z., Kowalewski Z.L., Antolik Ł., Ultrasonic detection of transversal cracks in rail heads – theoretical approach, *Engineering Transactions*, **69**(4): 437–456, 2021, doi: 10.24423/EngTrans.1695.20211220.

ZMD_7 Golasiński K.M., Janiszewski J., Sienkiewicz J., Płociński T., Zubko M., Świec P., Pieczyska E.A., Quasi-static and dynamic compressive behavior of Gum Metal: experiment and constitutive model, *Metallurgical and Materials Transactions A – Physical Metallurgy and Materials Science*, **52**: 4558–4571, 2021, doi: 10.1007/s11661-021-06409-z.



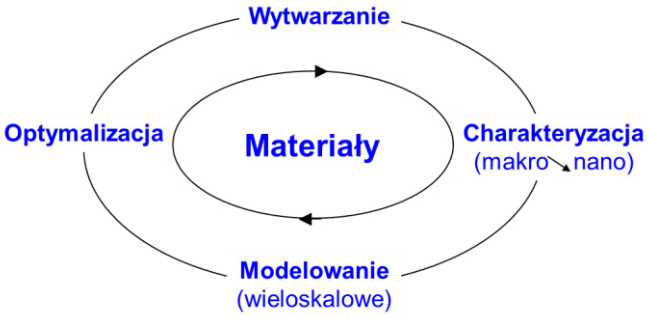
Element stanowiska badawczego w laboratorium Zakładu Mechaniki Doświadczalnej IPPT PAN

ZAKŁAD MECHANIKI MATERIAŁÓW

Zakład Mechaniki Materiałów prowadzi kompleksowe badania – teoretyczne, numeryczne i doświadczalne – nowoczesnych materiałów, takich jak:

- materiały wielofunkcyjne i wieloskładnikowe (stopy z pamięcią kształtu, kompozyty ceramiczno-metalowe, nano-materiały funkcjonalne, biomateriały itp.),
- materiały metaliczne o strukturze nanometrycznej (kompozyty z udziałem nanocząstek, metale nanokrystaliczne, metale i stopy po intensywnych deformacjach plastycznych itp.),
- cienkie warstwy i pokrycia (powierzchnie implantowane jonowo, powłoki, warstwy kontaktowe i międzyfazowe, powierzchnie chropowate odkształcone plastycznie itp.) ze szczególnym naciskiem na:
    - badania doświadczalne od makro- do nanoskali,
    - modelowanie mikromechaniczne i wieloskalowe.

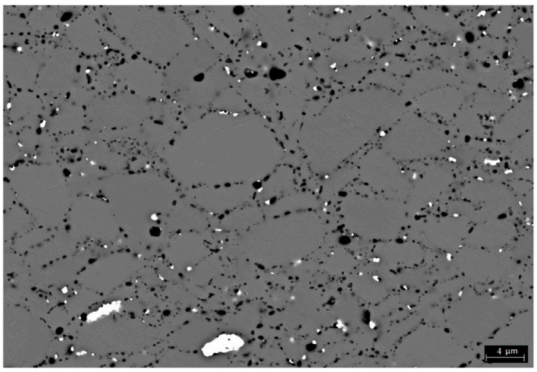
Ogólny schemat metodyki badań ZMM przedstawiono na rys. 1, a wybrane osiągnięcia uzyskane w ostatnich latach opisano poniżej.



Rys. 1. Schemat metodyki badań ZMM.

Wytwarzanie, charakteryzacja i modelowanie kompozytów i nanokompozytów

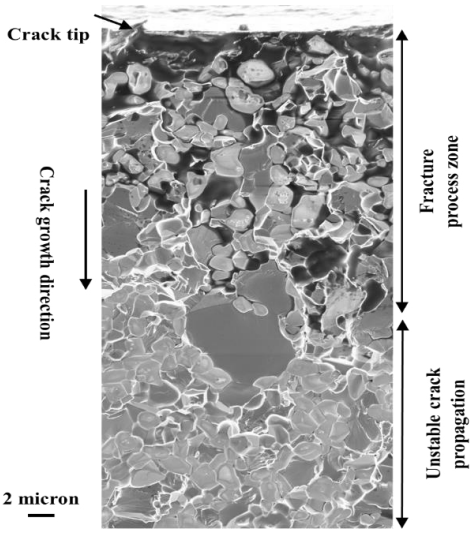
Prace obejmują wytwarzanie, analizę struktury i charakteryzację właściwości kompozytów na osnowach metalowych i międzymetalicznych (np. AlSi12-Al_2O_3, Cr-Al_2O_3, AlSi12-SiC, NiAl-Al_2O_3) do zastosowań w przemyśle samochodowym, funkcjonalnych nanostruktur na bazie związków C, Fe i Co, węgla aktywnego z otrzymywanego z biomasy do zastosowań energetycznych oraz powłok kompozytowych (np. chitozan/bioszkło) na podłożach metalicznych do zastosowań biomedycznych. Stosowane są trzy grupy technik wytwarzania: (i) metalurgia proszków, (ii) synteza chemiczna, (iii) osadzanie elektroforetyczne. Głównym celem technologicznym jest wytwarzanie materiałów, których właściwości spełniają wymagania planowanych zastosowań przemysłowych. Fizyczne, mechaniczne, cieplne i funkcjonalne właściwości wytworzonych materiałów są badane przy użyciu zaawansowanych technik eksperymentalnych i symulacji numerycznych z wykorzystaniem mikrotomograficznych obrazów struktury materiału. Przykładami wytworzonych kompozytowych materiałów konstrukcyjnych są kompozyty AlSi12-Al_2O_3 otrzymane dwoma technikami (infiltracji pod ciśnieniem i prasowania na gorąco [ZMM_1]) oraz kompozyty na osnowie międzymetalicznej NiAl z dodatkiem renu i tlenku (rys. 2) wykazujące zwiększoną odporność na pękanie i wytrzymałość na zginanie [ZMM_2].



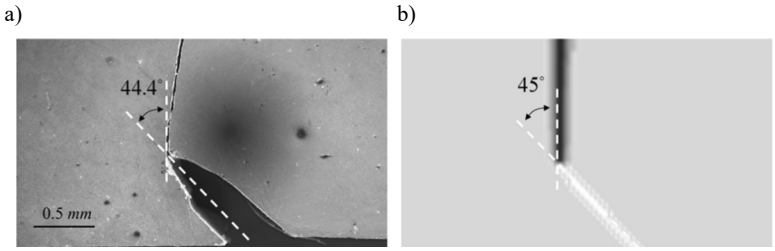
Rys. 2. Obraz SEM mikrostruktury kompozytu NiAl 0.73Re 0.5Al_2O_3 z równomiernie rozmieszczonymi ziarnami renu (jasne punkty) i tlenku glinu (czarne punkty).

Eksperymentalne wyznaczanie parametru skali długości w opisie pękania kompozytów na osnowie metalowej za pomocą modelu pola fazowego

Zaproponowano nowatorskie podejście do określenia parametru skali długości dla modelowania pękania w makroskali w kompozytach metalowo-ceramicznych [ZMM_3] za pomocą modelu pola fazowego. Podejście to opiera się na analizie fraktograficznej strefy mikroszczelin przy wierzchołku makropęknięcia w celu określenia rozmiaru tej strefy i wykorzystania tej wartości jako parametru skali długości w modelu pola fazowego (rys. 3). Poprawność zaproponowanej metody została zweryfikowana przez porównanie z wynikami testów pękania (typ I oraz typ mieszany I/II) w czteropunktowym zginaniu przeprowadzonych na belkach kompozytowych z karbem jednostronnym (rys. 4).



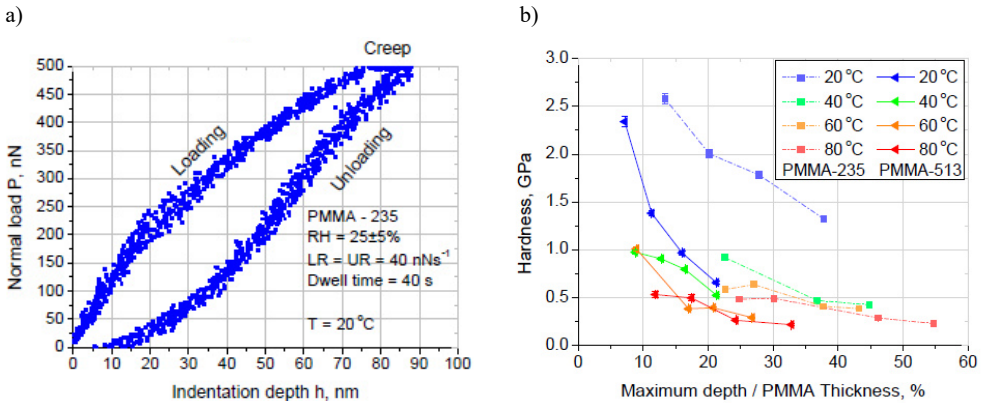
Rys. 3. Obraz SEM powierzchni próbki 70Cr-30Al_2O_3 złamanej w czteropunktowym zginaniu. Można zaobserwować strefę mikroszczelin (fracture process zone) charakteryzującą się nieliniowymi mechanizmami pękania i niestabilną propagacją pęknięć międzykrystalicznych po osiągnięciu maksymalnego obciążenia.



Rys. 4. Kierunek wzrostu pęknięć w trybie mieszanym wyznaczony na podstawie eksperymentu (a) i modelu pola fazowego (b).

Lepko-sprężyste właściwości rezystu stosowanego w litografii nanodrukowej: badania eksperymentalne i modelowanie

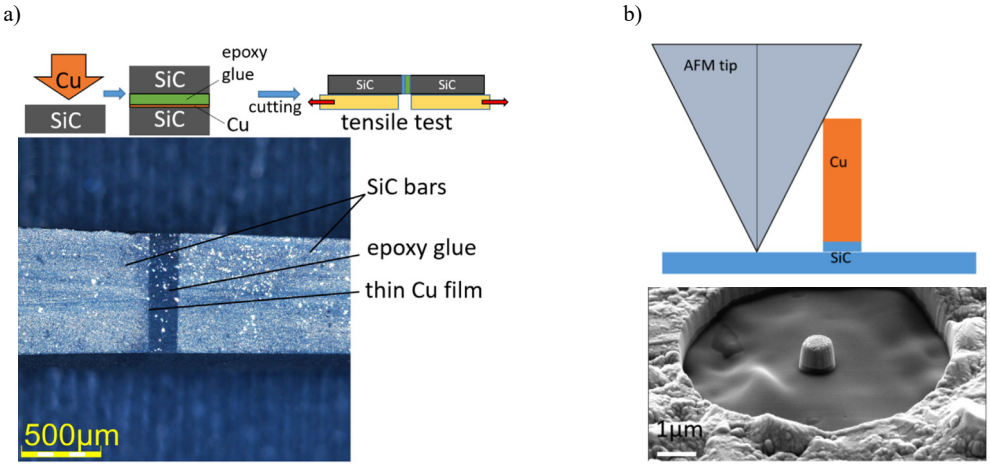
Wyznaczono twardość (H) i moduł Younga (E) cienkich warstw z polimetakrylanu metylu (PMMA) o grubościach 235 i 513 µm, wykorzystując testy nanoindentacji wykonane przy użyciu mikroskopu sił atomowych (AFM) [ZMM_4]. Badania wykonano przy różnych temperaturach i dla rożnych obciążeń (rys. 5). Do wstępnego wyznaczenia E i H zastosowano metodę Olivera–Pharra, a następnie, korzystając z metody Maxwella, Kelvina i Burgera, dokonywano korekty tych parametrów z uwzględnieniem wpływu lepkości i pełzania materiału. Zaproponowano prosty parametr będący ilorazem twardości w temperaturze odformowania i lepkości w temperaturze formowania – jako ocenę przydatności danej warstwy do zastosowania w procesie litografii nanodrukowej.



Rys. 5. a) Krzywe siły zagłębienia dla PMMA 235 mierzone przy pomocy AFM, b) twardość wyznaczona metodą Olivera–Pharra w funkcji ilorazu maksymalnego zagłębienia i grubości warstwy.

Wpływ pokrycia cząstek ceramiki SiC warstwą Cu na właściwości mechaniczne elektro-osadzanych, kompozytowych warstw Ni/SiC

Przedstawiono teoretyczne i eksperymentalne badania właściwości mechanicznych kompozytów składających się z osadzonych elektrolitycznie niklu i cząstek węglika krzemu pokrytych cienką powłoką miedzi [ZMM_5]. Wykazano, że obecność powłoki umożliwiła zwiększenie stężenia cząstek ceramicznych w kompozycie. Wytrzymałość interfejsu przy obciążeniu normalnym i stycznym zmierzono, wykorzystując specjalne eksperymenty (rys. 6). Symulację stanu naprężenia w kompozycie podczas testu rozciągania wykonano za pomocą metody elementów skończonych. Analizowano reprezentatywny moduł objętościowy (RVE), w którym w centrum niklowej matrycy była umieszczona jedna cząstka SIC o kształcie sferycznym, pokryta warstwą miedzi. Modelowano dwa typy interfejsu – idealny, w którym ceramika i metal były połączone bezpośrednio, oraz interfejs rzeczywisty, w którym połączenie różnych materiałów następowało poprzez elementy kohezyjne.



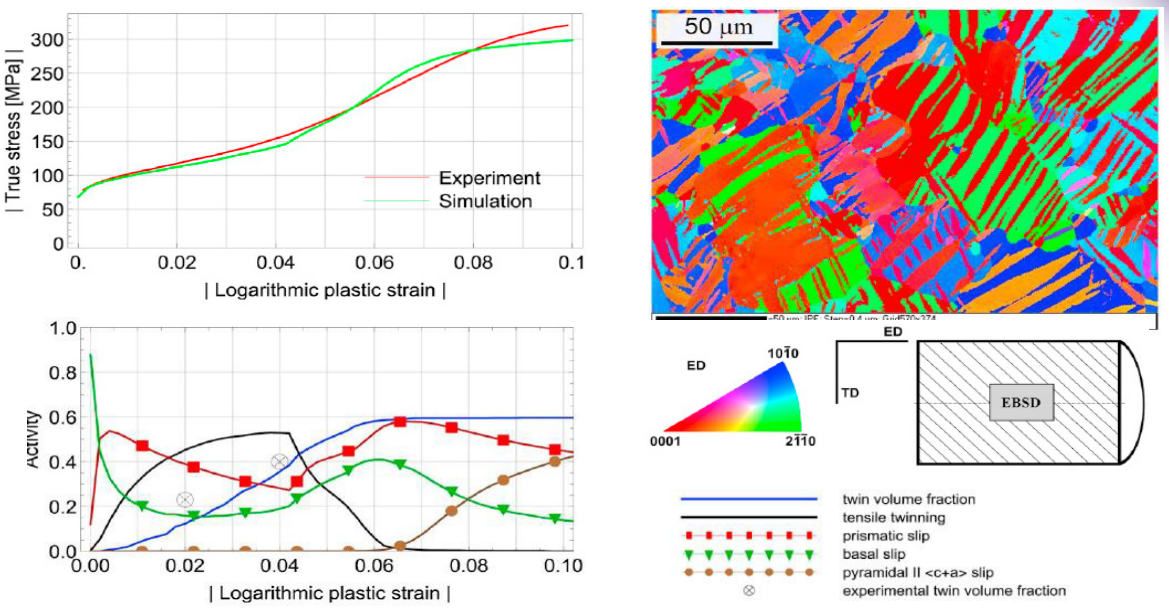
Rys. 6. a) Pomiar wytrzymałości interfejsu przy obciążeniu normalnym, b) pomiar wytrzymałości interfejsu przy obciążeniu statycznym.

Model pola średniego uwzględniający przestrzenny rozkład wtrąceń w kompozytach sprężysto-lepkoplastycznych

Analityczny model reprezentacji mikrostruktury za pomocą wzorców zastosowano do modelowania makroskopowych nieliniowych właściwości sprężysto-plastycznych kompozytów. Zastosowany model umożliwia analizę wpływu upakowania i kształtu cząstek na nieliniowe właściwości kompozytu oraz zbadanie efektu skali przy występowaniu interfejsu między matrycą a inkluzją [ZMM_6]. Przewidywania modelu są zgodne z wynikami homogenizacji MES dla liniowej lepkosprężystości i reprezentatywnego elementu objętościowego (RVE) o określonym rozkładzie cząstek [ZMM_7].

Badania anizotropii stopu magnezu wywołanej bliźniakowaniem mechanicznym

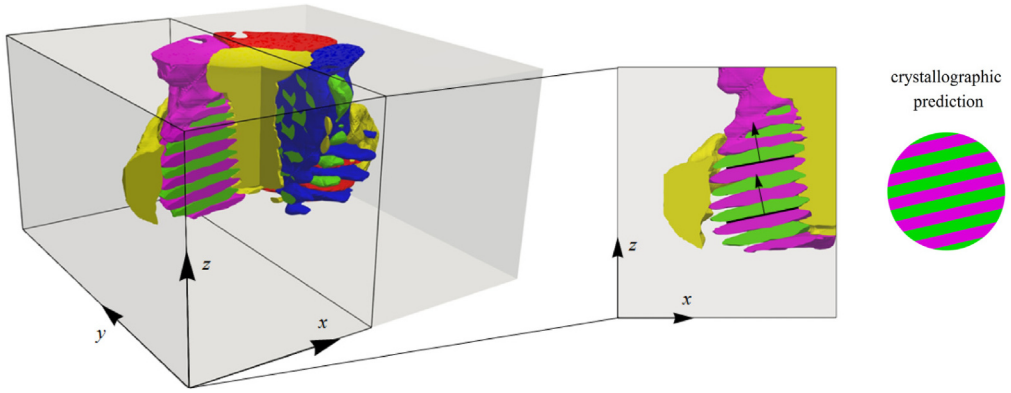
Zbadano teksturę materiału oraz anizotropię granicy plastyczności i krzywej umocnienia dla wyciskanych prętów wykonanych ze stopu magnezu AZ31B. Przeprowadzono wielokierunkowe testy ściskania obejmujące zmiany ścieżki odkształcenia i mające na celu oszacowanie, które systemy poślizgu lub bliźniakowania są aktywne w próbce polikrystalicznej o silnej teksturze. Przeprowadzono analizę wpływu wstępnej deformacji na tworzenie bliźniaków oraz wynikającą z tego zmianę odpowiedzi mechanicznej materiału. Badania mechaniczne uzupełniono o analizę mikrostruktury (EBSD) i tekstury (XRD) materiału przed deformacją i po niej (rys. 7). Obserwacje eksperymentalne wykorzystano do walidacji zaproponowanego dwuskalowego modelu mikromechanicznego [ZMM_8].



Rys. 7. Porównanie przewidywań modelu i obserwacji doświadczalnych dla jednoosiowego naprężenia wzdłuż kierunku wyciskania prętów wykonanych ze stopu magnezu AZ31B (u góry po lewej) wraz z przewidywanymi względnymi intensywnościami różnych mechanizmów odkształcania (na dole po lewej); mapy orientacji po 4% odkształceniu wstępnym (po prawej) uzyskane z analizy mikrostrukturalnej (EBSD) potwierdzają istotną aktywność bliźniakowania w tym procesie.

Symulacje ewolucji mikrostruktur martenzytycznych podczas nanoindentacji

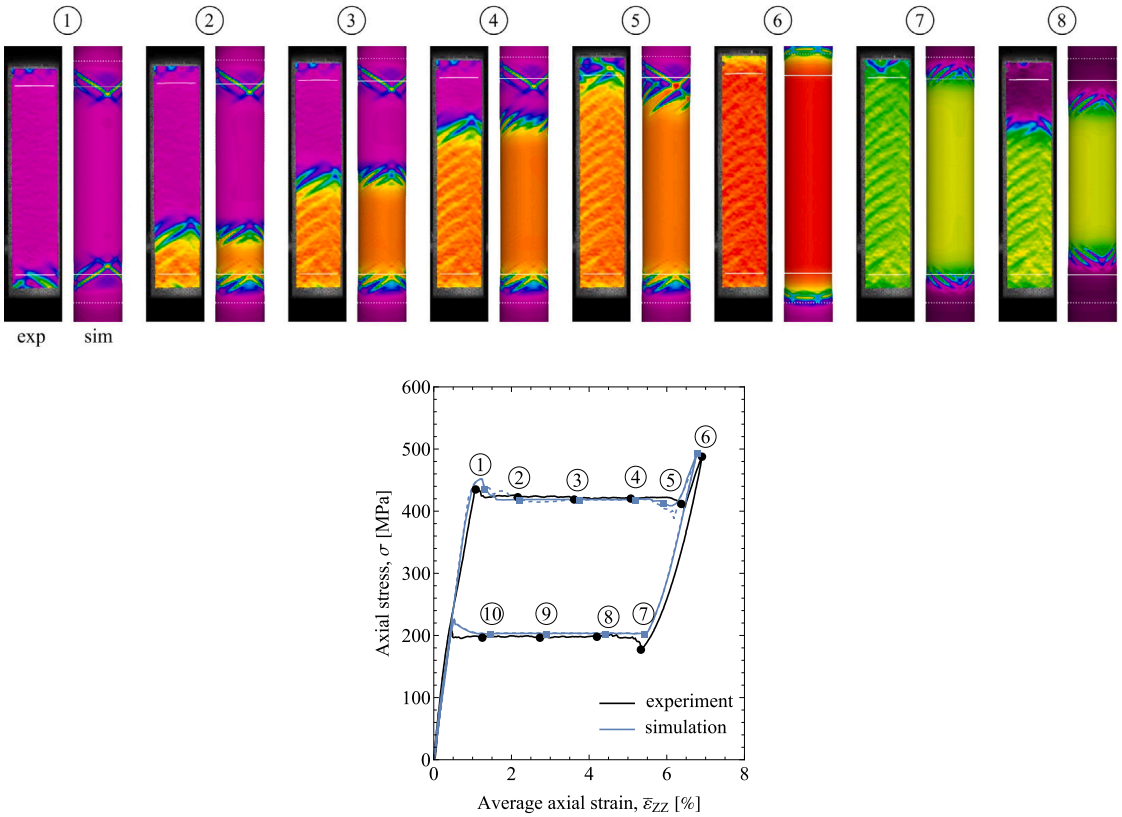
Metoda pola fazowego jest potężnym narzędziem do modelowania zagadnień ewolucji mikrostruktury. W ramach tego ogólnego podejścia opracowano zaawansowany model wielowariantowej przemiany martenzytycznej w stopach z pamięcią kształtu [ZMM_9, ZMM_10]. Ponieważ analiza realistycznych zagadnień brzegowych prowadzi do problemów o dużej skali, szczególnie w 3D, opracowano wydajne schematy obliczeniowe, tym zrównoleglenie obliczeń, co umożliwia rozwiązywanie na klastrach o wysokiej wydajności zagadnień o nawet 150 milionach stopni swobody. Model został zastosowany do symulacji ewolucji mikrostruktury podczas nanoindentacji (rys. 8).



Rys. 8. Mikrostruktura martenzytyczna indukowana w krysztale CuAlNi podczas nanoindentacji: wyniki symulacji przy użyciu metody pola fazowego [ZMM_9]. Kolory oznaczają warianty martenzytu, austenit jest przezroczysty.

Modelowanie propagujących niestabilności w stopach z pamięcią kształtu

Martenzytyczna przemiana fazowa w polikrystalicznych stopach z pamięcią kształtu zazwyczaj przebiega w sposób niejednorodny. Niemonotoniczna zależność naprężenia od odkształcenia w materiale prowadzi do lokalizacji odkształceń w próbce i propagacji niestabilności, podczas gdy makroskopową odpowiedź próbki zwykle charakteryzuje plateau naprężenia. W celu opisania tych zjawisk opracowano gradientowy model pseudosprężystości wraz z jego efektywną implementacją w metodzie elementów skończonych [ZMM_11, ZMM_12]. Model jest w stanie poprawnie przewidywać ewolucję frontów przemiany fazowej oraz makroskopową odpowiedź próbki (rys. 9).



Rys. 9. Wyniki symulacji propagujących niestabilności w rurkowej próbce stopu NiTi poddanej rozciąganiu [ZMM_12] wraz z porównaniem z eksperymentem Reedlunna i in. (2020): ewolucja frontów przemiany fazowej (rysunek górny – mapa odkształcenia osiowego) oraz zależność naprężenia od uśrednionego odkształcenia (rysunek dolny).

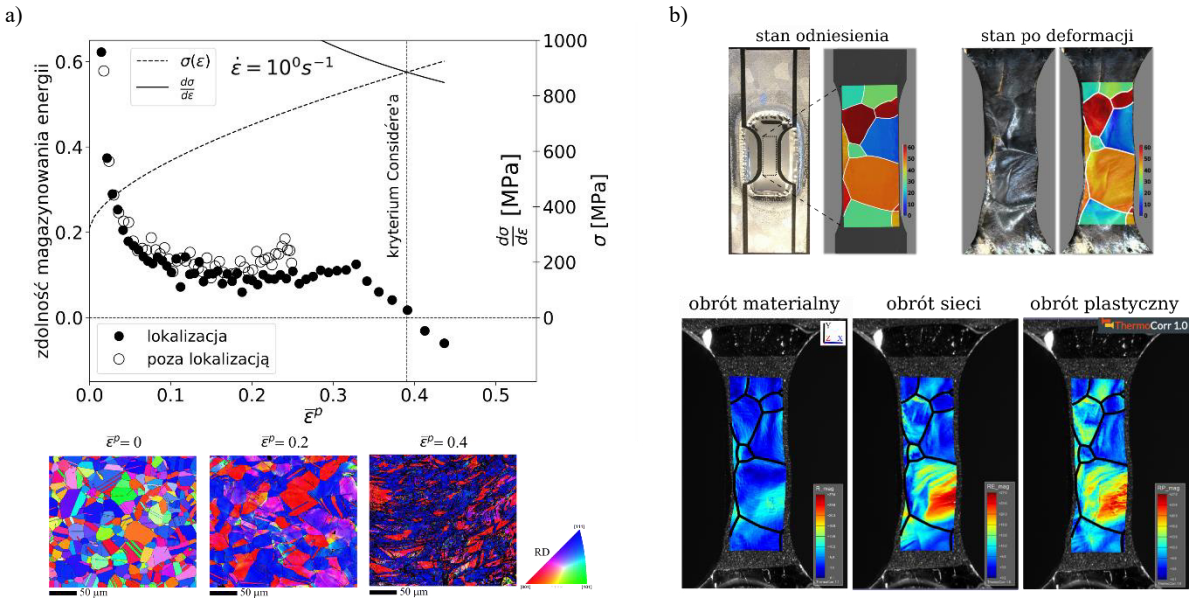
Nowe modele obliczeniowe dla kryształów metali, uwzględniające efekty gradientowe oraz wybór aktywnych systemów poślizgu

Opracowano nowe modele obliczeniowe dla kryształów metali w zakresie plastycznym, uwzględniające gradientowe efekty skali w trakcie deformacji niejednorodnej. Istotną cechą zaproponowanych modeli jest to, że wewnętrzna skala długości w prawie umocnienia nie jest arbitralna, lecz ewoluuje w czasie w jednoznacznie określony sposób. Wykazano, że można w ten sposób przewidzieć efekt skali w teście indentacji, co zilustrowano na przykładzie wciskania wgłębnika kulistego o różnym promieniu w monokryształ miedzi [ZMM_13].

Zaproponowaną metodę przyrostowej quasi-minimalizacji energii w zagadnieniach niepotencjalnych [ZMM_14] zastosowano do wyznaczania niejednoznacznie określonych przyrostów poślizgu w ramach teorii plastyczności kryształów. Opracowano nowy algorytm, umożliwiający dobór aktywnych systemów poślizgu według kryterium energetycznego, bez ograniczeń co do symetrii macierzy modułów interakcji. Skuteczność algorytmu wykazano na przykładach dużych deformacji 3D monokryształu miedzi [ZMM_15].

Polowa analiza procesu deformacji plastycznej z uwzględnieniem mikrostruktury badanych materiałów

Metody optyczne stanowią kluczowe narzędzie w eksperymentalnych badaniach lokalizacji deformacji plastycznej szerokiej klasy materiałów w różnych skalach. Wykorzystując metodę korelacji obrazów cyfrowych (2D DIC) i termografię podczerwieni (IRT), opracowano oryginalną metodę wyznaczania składników bilansu energii podczas deformacji plastycznej [ZMM_16]. Pokazano, że dla stali austenitycznej 310S zdolność magazynowania energii (zdefiniowana jako stosunek przyrostu energii zmagazynowanej do przyrostu pracy odkształcenia plastycznego) maleje gwałtownie na początku procesu deformacji, ustala się na poziomie ok. 0,15, a tuż przed zerwaniem próbki osiąga wartości bliskie zeru. Jednocześnie ewolucja orientacji krystalograficznej zachodzi w kierunku dwóch dominujących składowych tekstury, stwarzając warunki do propagacji makroskopowych pasm ścinania (rys. 10a).

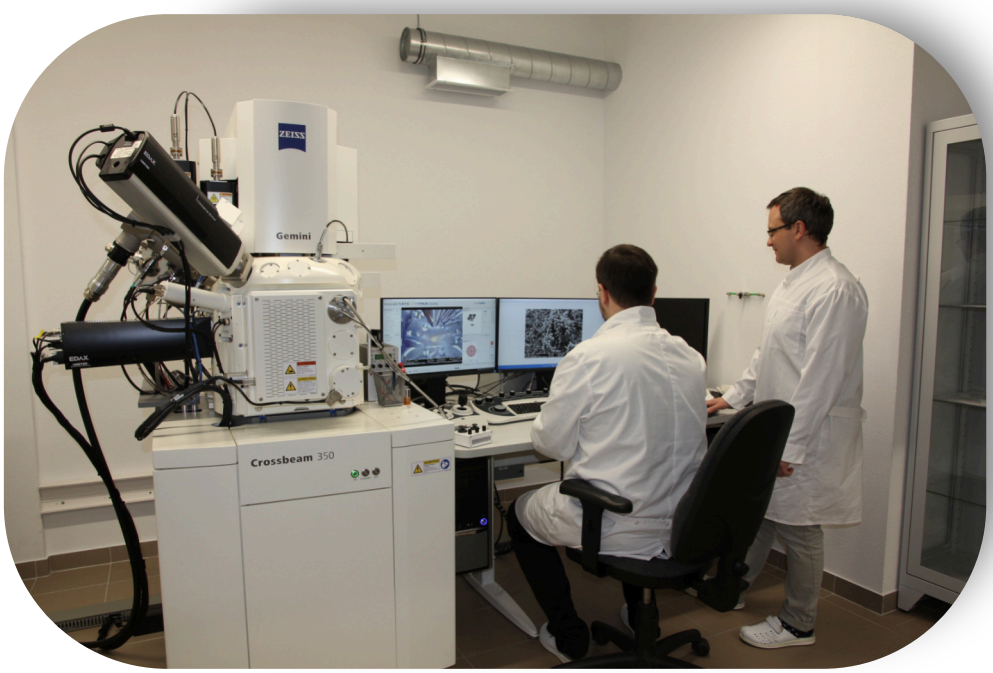


Rys. 10. Ewolucja zdolności magazynowania energii oraz odpowiadający jej rozwój tekstury krystalograficznej podczas deformacji stali 310S (a), rozkład obrotu materialnego, obrotu sieci krystalograficznej i obrotu plastycznego podczas deformacji multikryształu Al (b).

Zaproponowano również metodykę wyznaczania obrotu plastycznego podczas deformacji materiałów krystalicznych z wykorzystaniem map orientacji uzyskanych podczas analizy EBSD oraz algorytmu 3D DIC [ZMM_17]. Pokazano, że podczas deformacji multikryształu aluminium rozkłady obrotu materialnego, obrotu sieci krystalograficznej oraz obrotu plastycznego są niejednorodne nie tylko pomiędzy poszczególnymi ziarnami, ale również w ramach poszczególnych ziaren (rys. 10b). Na podstawie analizy uzyskanych obrotów zidentyfikowano obszary różniące się udziałem dyslokacji geometrycznie niezbędnych.

Wybrane najważniejsze zastosowania wyników badań naukowych ZMM

- Opracowanie technologii spiekania kompozytów gradientowych (FGM) Al_2O_3/AlSi12 i SiC/AlSi12 jako materiałów na tarcze hamulcowe pojazdów.
- Opracowanie technologii wytwarzania kompozytu Cr/Re/Al_2O_3 jako materiału na gniazda zaworowe silników spalinowych.
- Wytworzenie węgla aktywnego z biomasy do zastosowań w superkondensatorach.
- Opracowanie technologii wytwarzania kompozytu żeliwo chromowe/elektrokorund do zastosowań w młynach węglowych.
- Wykorzystanie testu indentacji do oceny uszkodzeń zmęczeniowych szyny kolejowej [ZMM_18].
- Wykorzystanie procesu implantacji jonowej do poprawy jakości pił do drewna [ZMM_19].
- Opracowanie technologii wytwarzania metalowych sond pomiarowych o zróżnicowanym kształcie ostrza do zastosowania w mikroskopach sił atomowych [ZMM_20].



Mikroskop sił atomowych (AFM) z modułem pomiaru siły bocznej AFM w Zakładzie Mechaniki Materiałów IPPT PAN

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZMM_1 Maj J., Węglewski W., Bochenek K., Rogal Ł., Woźniacka S., Basista M., A comparative study of mechanical properties, thermal conductivity, residual stresses, and wear resistance of aluminum-alumina composites obtained by squeeze casting and powder metallurgy, *Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science*, **52**: 4727–4736, 2021.

ZMM_2 Bochenek K., Węglewski W., Morgiel J., Maj M., Basista M., Enhancement of fracture toughness of hot-pressed NiAl-Re material by aluminum oxide addition, *Materials Science and Engineering A – Structural Materials Properties Microstructure and Processing*, **790**: 139670, 2020.

ZMM_3 Darban H., Bochenek K., Węglewski W., Basista M., Experimental determination of the length-scale parameter for the phase-field modeling of macroscale fracture in Cr–Al_2O_3 composites fabricated by powder metallurgy, *Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science*, **53**: 2300–2322, 2022.

ZMM_4 Grzywacz H., Milczarek M., Jenczyk P., Dera W., Michałowski M., Jarząbek D.M., Quantitative measurement of nanofriction between PMMA thin films and various AFM probes, *Measurement*, **168**: 108267, 2020.

ZMM_5 Jarząbek D.M., Dziekoński C., Dera W., Chrzanowska J., Wojciechowski T., Influence of Cu coating of SiC particles on mechanical properties of Ni/SiC co-electrodeposited composites, *Ceramics International*, **44**: 21750–21758, 2018.

ZMM_6 Majewski M., Hołobut P., Kursa M., Kowalczyk-Gajewska K., Packing and size effects in elastic-plastic particulate composites: micromechanical modelling and numerical verification, *International Journal of Engineering Science*, **151**: 103271, 2020.

ZMM_7 Kowalczyk-Gajewska K., Majewski M., Mercier S., Molinari A., Mean field interaction model accounting for the spatial distribution of inclusions in elastic-viscoplastic composites, *International Journal of Solids and Structures*, **224**: 111040, 2021.

ZMM_8 Frydrych K., Maj M., Urbański L., Kowalczyk-Gajewska K., Twinning-induced anisotropy of mechanical response of AZ31B extruded rods, *Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing*, **771**: 138610, 2020.

ZMM_9 Tůma K., Rezaee Hajidehi M., Hron J., Farrell P.E., Stupkiewicz S., Phase-field modeling of multivariant martensitic transformation at finite-strain: computational aspects and large-scale finite-element simulations, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **377**: 113705, 2021.

ZMM_10 Rezaee Hajidehi M., Tůma K., Stupkiewicz S., Indentation-induced martensitic transformation in SMAs: Insights from phase-field simulations, *International Journal of Mechanical Sciences*, **245**(108100): 1–15, 2023.

ZMM_11 Rezaee Hajidehi M., Tůma K., Stupkiewicz S., Gradient-enhanced thermomechanical 3D model for simulation of transformation patterns in pseudoelastic shape memory alloys, *International Journal of Plasticity*, **128**: 102589, 2020.

ZMM_12 Rezaee Hajidehi M., Stupkiewicz S., Predicting transformation patterns in pseudoelastic NiTi tubes under proportional axial–torsion loading, *International Journal of Solids and Structures*, **281**: 112436, 2023.

ZMM_13 Ryś M., Stupkiewicz S., Petryk H., Micropolar regularization of crystal plasticity with the gradient-enhanced incremental hardening law, *International Journal of Plasticity*, **156**: 103355, 2022.

ZMM_14 Petryk H., A quasi-extremal energy principle for non-potential problems in rate-independent plasticity, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, **136**: 103691, 2020.

ZMM_15 Petryk H., Kursa M., Crystal plasticity algorithm based on the quasi-extremal energy principle, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, **123**(14): 3285–3316, 2022.

ZMM_16 Musiał S., Maj M., Urbański L., Nowak M., Field analysis of energy conversion during plastic deformation of 310S stainless steel, *International Journal of Solids and Structures*, **238**: 111411, 2022.

ZMM_17 Maj M., Nowak M., Musiał S., Płociński T., Experimental analysis of material, lattice and plastic rotation during deformation of aluminium multicrystal, *Materials Science and Engineering A – Structural Materials Properties Microstructure and Processing*, **790**: 139725, 2020.

ZMM_18 Kucharski S., Mackiewicz S., Katz T., Starzyński G., Ranachowski Z., Woźniacka S., Evaluation of fatigue damage of a railhead using an indentation test, acoustic methods and microstructural observations, *International Journal of Fatigue*, **167**: 107346, 2023.

ZMM_19 Levintant-Zayonts N., Starzyński G., Kucharski S., Effect of N ion implantation on tribological properties of spring steels, *Applied Surface Science*, **591**: 153117, 2022.

ZMM_20 Milczarek M., Jarząbek D., Jenczyk P., Bochenek K., Filipiak M., Novel paradigm in AFM probe fabrication: Broadened range of stiffness, materials, and tip shapes, *Tribology International*, **180**(108308): 1–12, 2023.

ZAKŁAD TECHNOLOGII INTELIGENTNYCH

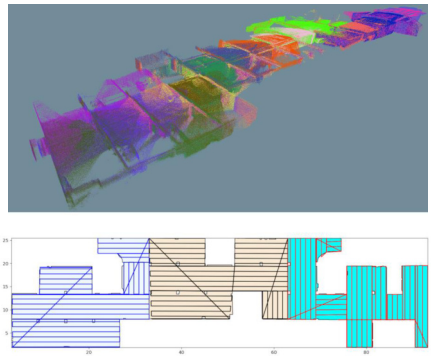
Aktywność badawcza Zakładu Technologii Inteligentnych dotyczy systemów, konstrukcji i technologii inteligentnych. Jest to stosunkowo nowy obszar badań interdyscyplinarnych łączących mechanikę konstrukcji, teorię sterowania, wibroakustykę i robotykę mobilną. Słowo kluczowe najtrafniej opisujące działalność Zakładu to adaptacja, czyli – inspirowana naturalnymi mechanizmami przyrodniczymi – zdolność do dynamicznej samooceny i optymalnego dostosowania do zmiennych warunków zewnętrznych. Istotnymi elementami prowadzonych badań są również inteligencja obliczeniowa, przetwarzanie zdecentralizowane i rozproszone, metody fuzji danych oraz technologie związane z czujnikami i aktuatorami.

Główną misją Zakładu są badania podstawowe, jednak wiele opracowanych metod i technik powstaje w kontekście konkretnych zastosowań, zwłaszcza w zakresie lotnictwa ogólnego, przemysłu kosmicznego, w energetyce i systemach zasilania, a także w robotyce mobilnej. Dotyczy to na przykład opatentowanych wyników związanych z aerostatami zmiennokształtnymi, opracowanych strategii tłumienia adaptacyjnego, a także wdrożonych algorytmów mapowania otoczenia, planowania ścieżek i nawigacji.

Poniżej przedstawiono wybrane osiągnięcia reprezentatywne dla kierunków rozwijanych w Zakładzie.

Mapowanie środowiska, nawigacja, planowanie i koordynacja działań w systemach robotów mobilnych

W ramach prowadzonych w Zakładzie prac rozwijano i wdrażano technologie mające zastosowanie do tworzenia map 3D środowiska i lokalizacji urządzeń w tych mapach wraz z planowaniem ścieżek. Jest to jeden z podstawowych elementów różnego rodzaju systemów robotów mobilnych. Opracowano metody integracji danych pochodzących sensorów różnego typu: LIDAR-ów, kamer RGBD, odometrii, IMU i GPS. Opracowane metody szybkiej optymalizacji tych danych, z wykorzystaniem GPU, umożliwiają otrzymywanie dokładnych map i lokalizację w nich urządzeń w czasie rzeczywistym [ZTI_1]. Koordynacja działań grupy takich urządzeń jest zagadnieniem wymagającym rozwiązania złożonych problemów z zakresu optymalizacji. Jedno z wdrożeń wyników naszych prac powstało w ramach współpracy z firmą United Robots, która wprowadziła na rynek flotę robotów sprzątających dla wielko-powierzchniowych magazynów. Poza doborem komponentów, implementacją mechanizmów mapowania, nawigacji i lokalizacji robotów mobilnych opracowano algorytmy planowania minimalizujące czas czyszczenia, biorąc pod uwagę zakładane parametry robotów, ich prędkości, czasy ładowania baterii, potencjalne awarie i inne zdarzenia związane z eksploatacją. Systemy wielu współpracujących robotów mobilnych mają wiele zalet. Należy do nich szybsza realizacja postawionych zadań oraz większa odporność na awarie, jednakże wymagają też specjalnego podejścia i rozwiązań, które w wielu aspektach są istotnie różne od rozwiązań stosowanych w wypadku pojedynczych urządzeń.



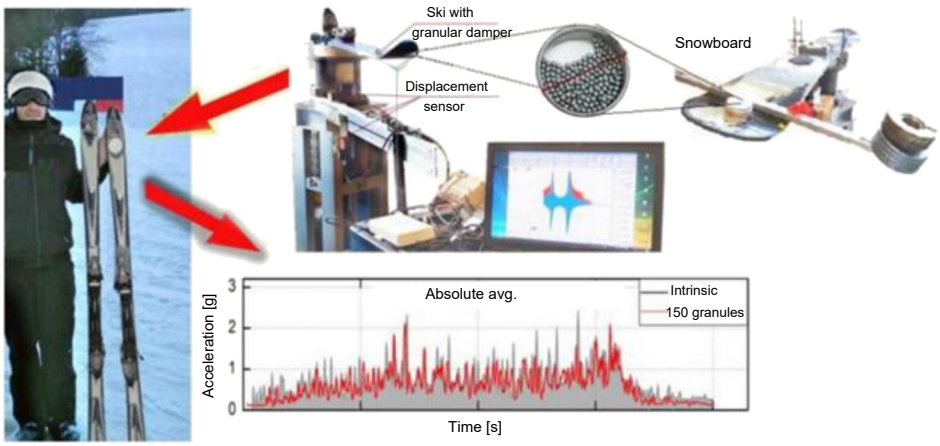
Rys. 1. Chmura punktów z pomiarów wykonanych robotem mobilnym wyposażonym w LIDAR w celu zmapowania garażu podziemnego (u góry). Widok z góry na mapę środowiska wraz z zaplanowanymi trajektoriami minimalizującymi czas czyszczenia podłogi przez grupę trzech identycznych robotów mobilnych (u dołu).

Metamateriały, redukcja drgań i skutków udaru

W życiu codziennym dużą rolę odgrywają zjawiska dynamiczne, a w szczególności drgania oddziałujące w sposób szkodliwy na człowieka i otoczenie. Szczególnie niebezpieczne są uderzenia wywołane procesami produkcyjnymi, eksploatacją konstrukcji i urządzeń, wstrząsami sejsmicznymi i parasejsmicznymi, a przede wszystkim zderzeniami ciała ludzkiego z przeszkodami. W Zakładzie są prowadzone prace dotyczące wykorzystania nieklasycznych materiałów, których charakterystyki reologiczne znacznie odbiegają od charakterystyk powszechnie stosowanych materiałów konstrukcyjnych. Zalicza się do nich: materiały magnetoreologiczne, materiały granulowane z różnorodnym wypełnieniem, dające możliwość łatwej zmiany własności mechanicznych i dostosowania ich do chwilowych potrzeb eksploatacyjnych, czy metamateriały, których sama specyficzna struktura zmienia ich pierwotne właściwości.

Obok zmian materiałowych i ogólnie – konstrukcyjnych, są rozwijane strategie aktywnego, półaktywnego i pasywnego sterowania własnościami.

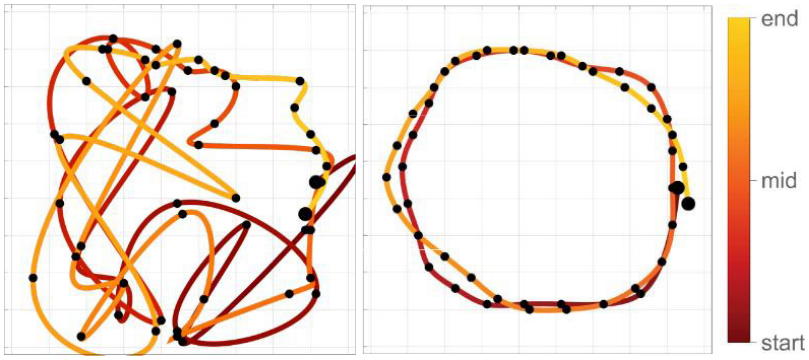
Dzięki temu udało się znacznie zmniejszyć amplitudy drgań w wielu zastosowaniach. Istotne korzyści użytkowe uzyskano, poprawiając charakterystyki dynamiczne nart, które – pozbawione drgań na oblodzonych nierównościach – zdecydowanie lepiej przylegają do podłoża [ZTI_2]. Drugim spektakularnym osiągnięciem było opracowanie nowych charakterystyk materiałowych i plastycznego wypełnienia sportowych kasków ochronnych. Dzięki takiemu wypełnieniu przy uderzeniu głową o lód lub asfalt mózg człowieka byłby narażony na przyspieszenia o mniejszej wartości amplitudy, a o nieco wydłużonym czasie, co z kolei zwiększa szanse sportowca na przeżycie.



Rys. 2. Inteligentne narty, dostosowujące się do twardości śniegu.

Monitorowanie stanu technicznego konstrukcji

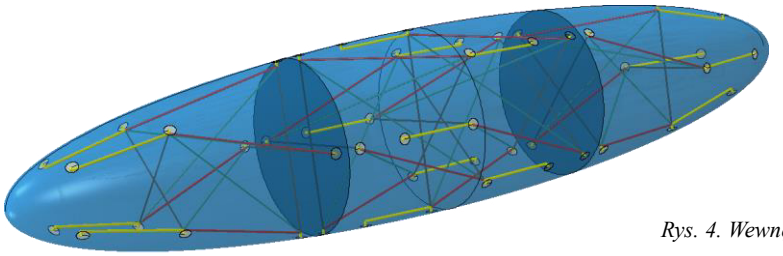
Monitorowanie stanu technicznego konstrukcji (*structural health monitoring*, SHM) umożliwia pośrednią identyfikację uszkodzeń i obciążeń konstrukcji, wykonywaną na podstawie ich zmierzonej odpowiedzi. Typowe metody monitorowania obejmują regularne inspekcje i badania nieniszczące. Procedury takie są czasochłonne, kosztowne i wymagają bezpośredniego dostępu do całej monitorowanej konstrukcji. Dlatego celem prowadzonych prac są zautomatyzowane systemy monitorowania oparte na ciągłej analizie eksploatacyjnych drgań konstrukcji. Typowym problemem w SHM jest ograniczona wrażliwość charakterystyk wibracyjnych względem lokalnych uszkodzeń. Opracowane metody łączą podejścia analizy lokalnej (wydobywające odpowiedź lokalną z globalnych wzorców drgań) i technik przetwarzania sygnałów zwiększających wrażliwość odpowiedzi względem zlokalizowanych zmian [ZTI_3]. Systemy SHM służą nie tylko do wykrywania uszkodzeń, lecz także do pośredniego monitorowania obciążeń konstrukcyjnych. Są na przykład stosowane do określenia natężeń i wzorców obciążeń eksploatacyjnych, oszacowania współczynników zmęczeniowych, dostarczania danych do systemów kontroli ruchu itp.



Rys. 3. Pośrednia identyfikacja trajektorii ruchu obiektu na podstawie zmierzonej odpowiedzi konstrukcji: wynik typowych metod dopasowywania odpowiedzi (po lewej), wynik podejścia wykorzystujące nieklasyczne metody regularyzacji geometrycznej (po prawej).

Aerostaty adaptacyjne i mini-aerostaty

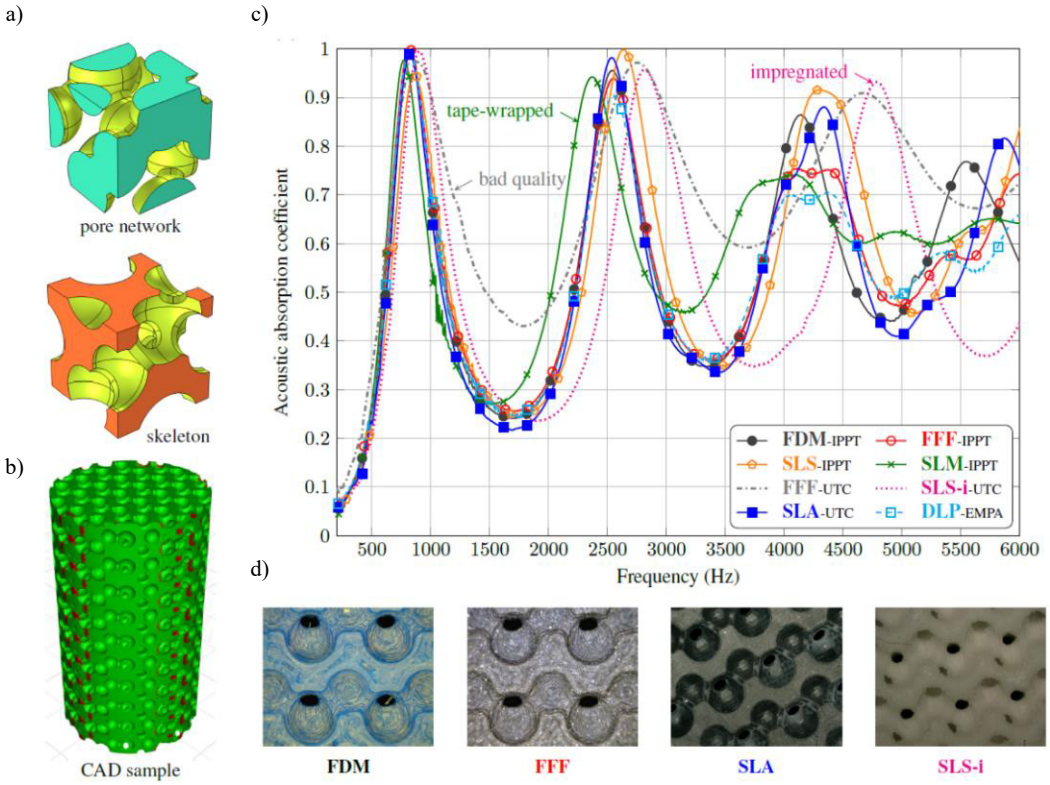
Opracowujemy nowatorskie, przeznaczone do monitorowania obszarowego, adaptacyjne aerostaty helowe. Siła wyporności jest sterowana za pomocą rozciągliwej membrany i wewnętrznej ultralekkiej konstrukcji tensegrity wyposażonej w napięte elementy, których długość można zmieniać podczas lotu [ZTI_4]. Opracowane rozwiązania mogą być użyte do sterowania kształtem i objętością aerostatu, a tym samym też do utrzymania pożądanej trajektorii lotu przez wpływ na siłę oporu. Eksploatacja dużych aerostatów wiąże się z wysokimi kosztami. Z tego powodu podjęliśmy próbę skonstruowania spersonalizowanych i dostosowanych do misji mini-aerostatów.



Rys. 4. Wewnętrzna struktura aerostatu adaptacyjnego.

Poroakustyka i wibroakustyka

Projektujemy materiały przeznaczone do absorpcji dźwięku i izolacji akustycznej, a także inteligentne systemy wibroakustyczne składające się z takich materiałów i aktywnych elementów piezoelektrycznych. Kładziemy nacisk na innowacyjne materiały akustyczne: materiały porowate, metaporowate i poroelastyczne oraz kompozyty o zaprojektowanych mikrostrukturach. Prowadzone są wieloskalowe i wielofizyczne analizy dotyczące modelowania mikrostruktury, technik homogenizacji, optymalizacji i propagacji fal w materiałach pochłaniających dźwięk i aktywnych systemach wibroakustycznych, a także prototypowanie i produkcja prototypów na małą skalę. Prowadzimy także badania eksperymentalne z pomiarami akustycznymi i wibroakustycznymi [ZTI_5]. Do prototypowania korzystamy z nowoczesnych technik wytwarzania addytywnego (AM) i w razie potrzeby łączymy je z elementami aktywnymi i biernymi oraz z konwencjonalnymi materiałami akustycznymi.



Rys. 5. Powtarzalność drukowanych periodycznych materiałów dźwiękochłonnych: a) reprezentatywny element objętościowy i szkielet porów; b) model CAD cylindrycznej próbki o strukturze periodycznej; c) krzywe absorpcji dźwięku dla próbek wydrukowanych i testowanych przez różne laboratoria; d) próbki wydrukowane w różnych technologiach druku 3D.

Aerostat helowy Monikite z Zakładu Technologii Inteligentnych IPPT PAN

Systemy ekstremalnie modularne

Systemy ekstremalnie modularne (EMS) to rodzina konstrukcji, w której konstrukcje o dowolnym kształcie powstają w wyniku montażu identycznych modułów. Zaletami EMS są ekonomizacja produkcji i rekonfigurowalność [ZTI_6], jednak projektowanie większych EMS wiąże się z optymalizacją kombinatoryczną i wymaga zastosowania metod inżynierii obliczeniowej. Obecnie opracowywane i patentowane systemy EMS to modularny samonośny system szkieletowy do tworzenia ramp i sieci ramp oraz hiperredundantny manipulator robotyczny zdolny do złożonych ruchów, składający się z prostych identycznych modułów, z których każdy ma tylko jeden stopień swobody – względny skręt.

Rys. 6. Wizualizacja rozgałęzionej modularnej kładki dla pieszych.

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZTI_1 Będkowski J., Benchmark of multi-view Terrestrial Laser Scanning Point Cloud data registration algorithms, *Measurement*, **219**: 113199, 2023.

ZTI_2 Bajkowski J.M., Dyniewicz B., Bajer C.I., Bajkowski J., Evaluation of instantaneous vibration parameters of a snowboard with a prototype granular dissipator, *Sports Engineering*, **25**: 17, 2022.

ZTI_3 Ostrowski M., Mikułowski G., Blachowski B., Jankowski Ł., Experimental assessment of Bayesian and mode matching approaches for parametric identification of bolted connections, *Mechanical Systems and Signal Processing*, **201**: 110652, 2023.

ZTI_4 Knap L., Świercz A., Graczykowski C., Holnicki-Szulc J., Self-deployable tensegrity structures for adaptive morphing of helium-filled aerostats, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, **21**: 159, 2021.

ZTI_5 Zieliński T.G., Opiela K.C., Pawłowski P., Dauchez N., Boutin T., Kennedy J., Trimble D., Rice H., Van Damme B., Hannema G., Wróbel R., Kim S., Ghaffari Mosanenzadeh S., Fang N.X., Yang J., Briere de La Hosseraye B., Hornikx M.C.J., Salze E., Galland M.-A., Boonen R., Carvalho de Sousa A., Deckers E., Gaborit M., Groby J.-P., Reproducibility of sound-absorbing periodic porous materials using additive manufacturing technologies: round robin study, *Additive Manufacturing*, **36**: 101564, 2020.

ZTI_6 Zawidzki M., Jankowski Ł., Multiobjective optimization of modular structures: weight versus geometric versatility in a Truss-Z system, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, **34**(11): 1026–1040, 2019.

ZAKŁAD TEORII OŚRODKÓW CIĄGŁYCH I NANOSTRUKTUR

Działalność naukowa w Zakładzie jest związana z otrzymywaniem nanometrowych cząstek półprzewodnikowych, metalicznych i magnetycznych oraz ich periodycznym uporządkowaniem jako nanostruktury (1-D, 3-D) na bazie pojedynczych nanocząstek. Mały rozmiar cząstek oznacza wysoką czułość i selektywność. Te nowe rozwiązania i możliwości ich zastosowania w wielu dziedzinach są następstwem głównie efektów kwantowych wynikających z rosnącego stosunku liczby atomów powierzchniowych do liczby atomów objętościowych w układach niskowymiarowych. Istotnym czynnikiem w tym kontekście jest projektowanie i wytwarzanie nanomateriałów o nowych unikalnych właściwościach i tym samym nowej funkcjonalności umożliwiających ich innowacyjne zastosowania w produkcji „zielonej" energii oraz na materiały terapeutyczne i diagnostyki medycznej. Zakład składa się z kilku grup badawczych pracujących nad licznymi zagadnieniami z pogranicza nano- i makroświata, a w jego skład wchodzą grupy badawcze: Pracownia Fizyki Polimerów, Pracownia Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola, Zespół Akustoelektroniki oraz Zespół Badawczy Nanomateriałów do Zastosowań w Elektronice i Biomedycynie.

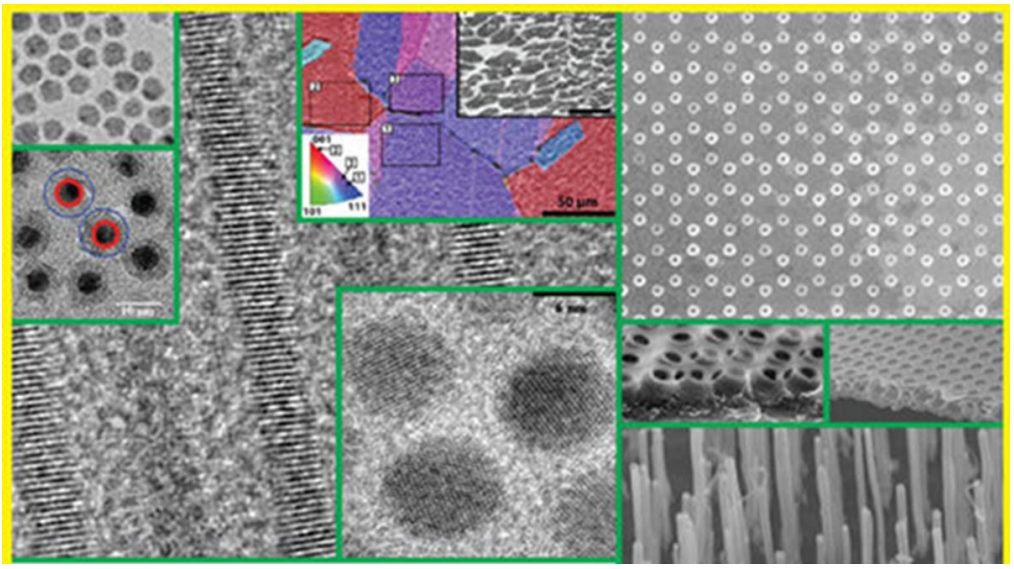
Pracownia Fizyki Polimerów prowadzi głównie badania teoretyczne podstaw fizyki polimerów i materiałoznawstwa w celu dokładnego zbadania mechanizmów tworzenia struktur na poziomie molekularnym w różnych warunkach temperaturowych i naprężeniowych typowych dla przetwórstwa polimerów, w szczególności tworzenia włókien i folii. Tematyka badań dotyczy kinetyki zarodkowania i krystalizacji, przemian polimorficznych, orientacji molekularnej w stanie amorficznym i krystalicznym. Badania są ukierunkowane na znalezienie możliwości kontrolowania rozwoju struktury w rzeczywistych warunkach przetwarzania. Celem jest dostarczenie dokładnych modeli, które mogłyby służyć jako predykcyjne i szybkie narzędzia pozwalające zaoszczędzić koszty i czas badań eksperymentalnych. Grupa badawcza prowadziła w ostatnich latach badania związane z wytwarzaniem oraz badania reologii cieczy magnetoreologicznych z wykorzystaniem dzielonego pręta Hopkinsona (*split-Hopkinson pressure bar*, SHPB), w którym generowana fala naprężenia jest przenoszona przez próbkę i dociera do wydrążonego pręta. Dzięki modyfikacji układu SHPB z układu pręt–pręt do układu pręt–rurka możliwy jest pomiar nawet bardzo dużych odkształceń badanej próbki cieczy magnetoreologicznej.

Zakład Analitycznej Teorii Pola prowadzi badania teoretyczne przybliżające zjawiska zachodzące na poziomie molekularnym w zakresie obliczeń nieliniowej dynamiki układów ciągłych i dyskretnych, zajmuje się mechaniką hamiltonowską, w tym podstawami geometrycznymi, symetrią, całkowalnością i chaosem układów, mechaniką ośrodków z mikro- i nanostrukturą, nieliniową teorią transportu, termodynamiką ośrodków ciągłych i metodami wariacyjnymi oraz symetrią. Prowadzone badania dotyczą także relatywistycznej teorii ośrodków ciągłych z aspektami astrofizyki, elektrodynamiki nieliniowej, uogólnionej nieliniowości typu Borna–Infelda, teorii z cechowaniem i defektami, a także kwantowej i statystycznej podstawy teorii ośrodków, gazów i cieczy kwantowych, a także gazów fononowych.

Prace prowadzone w Zespole Badawczym Akustoelektroniki mają charakter interdyscyplinarny i dotyczą szeroko pojętej tematyki czujników (sensorów) ultradźwiękowych i ich wykorzystania do badania właściwości fizycznych cieczy i ciał stałych. Opracowane w Zespole metody pomiarowe są nieniszczące, skomputeryzowane i umożliwiają pomiary na dużych ilościach cieczy (organicznych i nieorganicznych). Zespół zajmuje się badaniem metodami ultradźwiękowymi właściwości fizycznych cieczy pod dużym ciśnieniem hydrostatycznym, m.in. pomiarami lepkości cieczy metodą fali Love'a oraz Bleusteina–Gulyaeva, pomiarami prędkości fali podłużnej w cieczy i badaniem wysokociśnieniowych

przemian fazowych w cieczach, a także opracowaniem podstaw teoretycznych oddziaływania fali Love'a z warstwą cieczy w aspekcie zastosowania do projektowania i budowy ultradźwiękowych sensorów właściwości fizycznych cieczy i metodami odwrotnymi wyznaczania nieznanych profili parametrów sprężystych w niejednorodnych materiałach gradientowych.

Działalność naukowa Zespołu Badawczego Nanomateriałów do Zastosowań w Elektronice i Biomedycynie jest związana z projektowaniem, syntezą chemiczną i fizyczną nanomateriałów o różnych właściwościach fizyko-chemicznych (w tym nanocząstek na bazie metali oraz materiałów półprzewodnikowych i superparamagnetycznych) do zastosowania w medycynie i elektronice oraz z tworzeniem periodycznych układów dwu- i trójwymiarowych jako kryształów fotonicznych. Jednym z ostatnich osiągnieć była synteza nanocząstek melaniny i ich zastosowanie w ukierunkowanej terapii raka skóry z wykorzystaniem ich fotodynamicznej aktywności oraz wytworzenie unikalnych materiałów superparamagnetycznych stosowanych do magnetycznej hipertermii i diagnostyki MRI. Wytwarzane w Zakładzie materiały na bazie węgla, a w szczególności nanorurki węglowe i płatki grafenowe, są stosowane w matrycach żywicowych w celu zwiększenia wytrzymałości mechanicznej na ściskanie i rozciąganie. Istnieją olbrzymie możliwości zastosowania tych materiałów w przemyśle w porównaniu do materiałów opartych na stali.



Rys. 1. Galeria nanomateriałów produkowanych w Zakładzie Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur.

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZTOCiN_1 Akay O., Poon J., Robertson C., Abdi F.F., Cuenya B.R., Giersig M., Brinkert K., Releasing the bubbles: nanotopographical electrocatalyst design for efficient photoelectrochemical hydrogen production in microgravity environment, *Advanced Science*, **9**(8): 2105380, 2022, doi: 10.1002/advs.202105380.

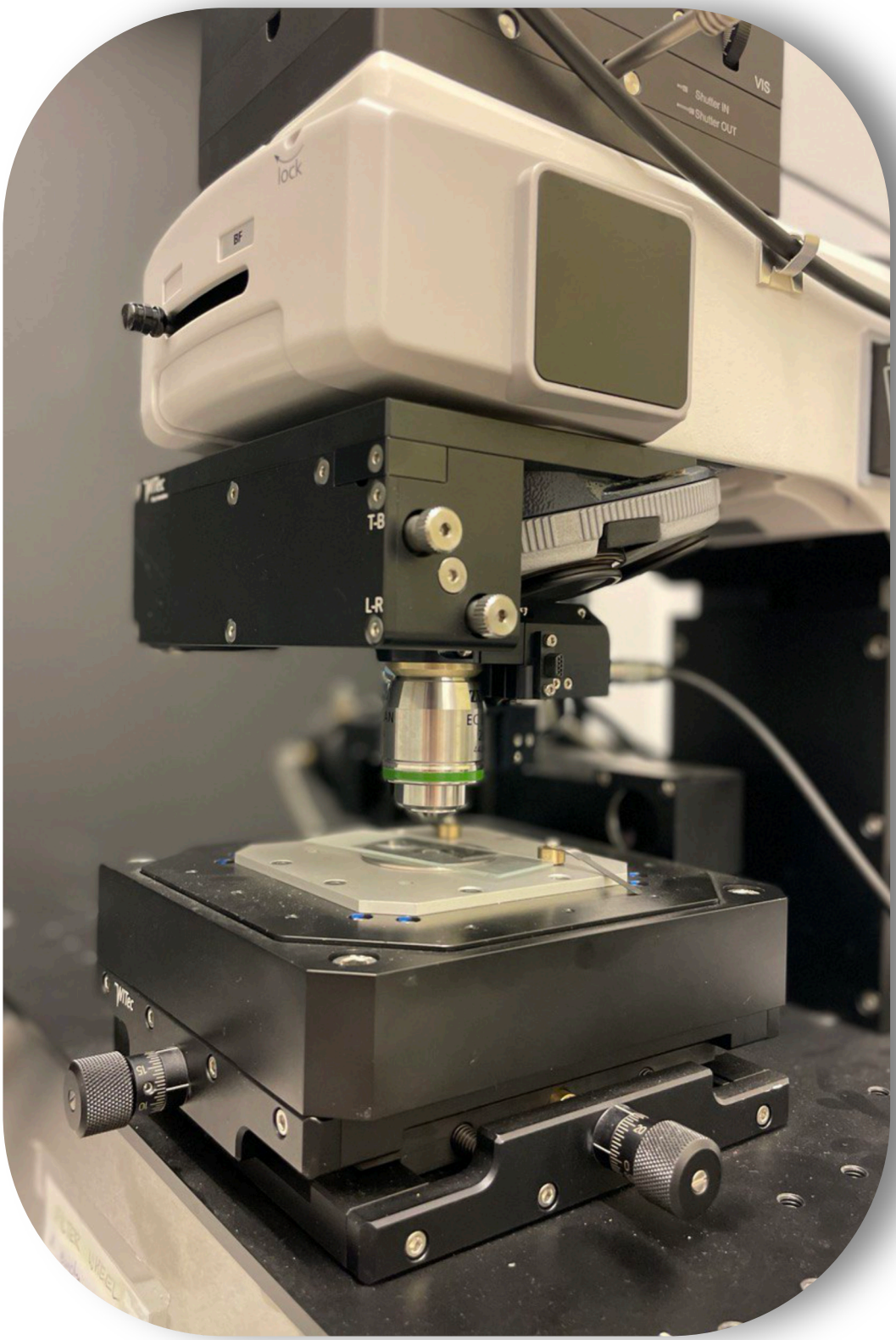
ZTOCiN_2 Chudziński P., Dauer C., Schneider I., Eggert S., Fazzini S., Nonequilibrium floquet steady states of time-periodic driven luttinger liquids, *Physical Review Letters*, **126**: 243401, 2021, doi: 10.1103/PhysRevLett.126.243401.

ZTOCiN_3 Wieja K., Kiełczyński P., Szymański P., Szalewski M., Balcerzak A., Ptasznik S., Identification and investigation of mechanically separated meat (MSM) with an innovative ultrasonic method, *Food Chemistry*, **348**: 128907, 2021, doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128907.

ZTOCiN_4 Florek E., Witkowska M., Szukalska M., Richter M., Trzeciak T., Miechowicz I., Marszalek A., Piekoszewski W., Wyrwa Z., Giersig M., Oxidative stress in long-term exposure to multi-walled carbon nanotubes in male rats, *Mantioxidants*, **12**(2): 464, 2023, doi: 10.3390/antiox12020464.

ZTOCiN_5 Nguyen P.T., Wilczewski S., Lewandowski J., Majkowska-Pilip A., Żelechowska-Matysiak K., Nieciecka D., Studziński W., Olusegun J.S., Syczewski M., Giersig M., Dinh T.M.T., Krysiński P., Osial M., 5-fluorouracil and curcuminoids extract from Curcuma longa L. loaded into nanohydroxyapatite as a drug delivery carrier for SKOV-3 and HepG2 cancer cells treatment, *Ceramics International*, **49**(15): 25775–25787, 2023, doi: 10.1016/j.ceramint.2023.05.123.

ZTOCiN_6 Pęcherski R.B., *Viscoplastic Flow in Solids Produced by Shear Banding*, John Wiley & Sons, 2022.



Mikroskop w Zakładzie Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur IPPT PAN

ZAKŁAD ULTRADŹWIĘKÓW

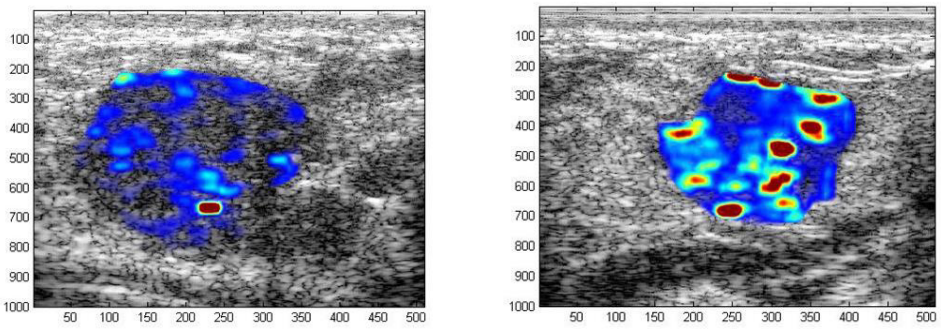
Zakład Ultradźwięków od początku istnienia zajmował się badaniami nad wspomaganiem diagnostycznych i terapeutycznych procedur medycznych z wykorzystaniem ultradźwięków. W latach 70. XX wieku zespół prof. Leszka Filipczyńskiego, prekursora ultradźwiękowej diagnostyki medycznej, zbudował pierwszy w Polsce aparat USG. W Zakładzie powstawały prototypowe aparaty medyczne, m.in. litotryptor ultradźwiękowy, przepływomierz dopplerowski, ultrasonograf wysokiej częstotliwości do badań skóry i oka, układ do hipertermii HIFU i mikroskop akustyczny do histologii ultradźwiękowej tkanek. Obecnie w Zakładzie są tworzone i rozwijane nowe metody diagnostyki tkanek nowotworowych na podstawie oceny ich właściwości ultradźwiękowych, z wykorzystaniem uczenia maszynowego, w tym sieci neuronowych. W celach terapeutycznych są badane w tkankach zjawiska termiczne wywołane absorpcją energii ultradźwiękowej i elektromagnetycznej.

Ilościowa analiza ultradźwięków rozproszonych w guzach piersi. Zastosowanie w ocenie złośliwości guza i jego odpowiedzi na chemioterapię

Stanom patologicznym zwykle towarzyszą zmiany tkankowe. Znajomość właściwości fizycznych żywych tkanek oraz opracowanie metod ich pomiaru na podstawie badań ultrasonograficznych jest zatem ważnym zagadnieniem dla diagnostyki medycznej.

W badaniu szczególnie interesuje nas rak piersi, ponieważ stanowi on obecnie prawie jedną czwartą przypadków onkologicznych wśród Polek. Badania są prowadzone wspólnie z lekarzami z Narodowego Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie i koncentrują się na opracowaniu metod oznaczania ultradźwiękowych markerów złośliwości nowotworów oraz efektów chemioterapii przedoperacyjnej. W przypadku diagnostyki guza wyniki mają pomóc lekarzowi w ocenie jego złośliwości, co jest szczególnie ważne w stosunku do mniej doświadczonych lekarzy lub oceny automatycznej. W przypadku chemioterapii wykrycie guzów niereagujących na leczenie pozwoli na wczesną modyfikację leczenia, a co za tym idzie – na zmniejszenie skutków ubocznych nieskutecznej terapii. Z kolei znalezienie guzów dobrze reagujących na leczenie spowoduje wzrost liczby zabiegów oszczędzających pierś.

Markery nowotworowe są wyznaczane z echa ultradźwiękowego i są oparte na własnościach fizycznych tkanki guza, parametrach tekstury jego obrazu lub parametrach statystycznych rozproszonej fali. Rozkłady parametrów w tkance są prezentowane w postaci map parametrycznych (rys. 1). Wyniki wskazują, że ilościowe obrazowanie ultrasonograficzne może nieinwazyjnie oceniać złośliwość guza [ZU_1] i monitorować odpowiedź pacjentek z rakiem piersi na chemioterapię [ZU_2–ZU_5].

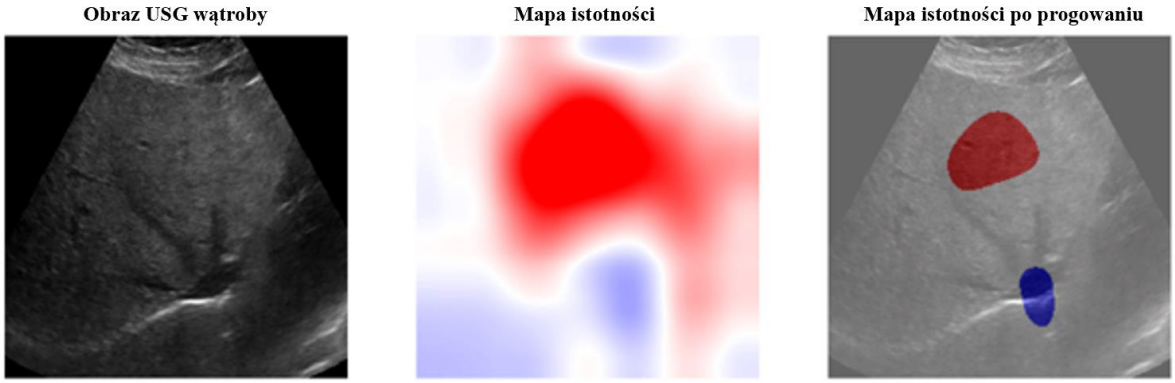


Rys. 1. Odpowiedź guza piersi na chemioterapię. Mapy parametryczne uzyskane z obrazów ultrasonograficznych przedstawiające rozkład rozproszenia wstecznego ultradźwięków; mapa dla guza przed chemioterapią (po lewej) i po drugiej dawce leku (po prawej).

Uczenie maszynowe w ultrasonografii

Metody uczenia maszynowego mogą pomóc radiologom w ocenie obrazów ultrasonograficznych i tym samym poprawić efektywność i jakość diagnostyki.

W Zakładzie Ultradźwięków, we współpracy z Narodowym Instytutem Onkologii i Warszawskim Uniwersytetem Medycznym oraz z Uniwersytetem Kalifornijskim w San Diego, prowadzimy badania nad wykorzystaniem metod uczenia maszynowego do charakteryzacji guzów piersi oraz do diagnozy stłuszczeniowej choroby wątroby na podstawie obrazów ultrasonograficznych. Stworzyliśmy sieci neuronowe, które mogą być stosowane do segmentacji i dokładnej charakteryzacji patologicznych tkanek. Zbiory obrazów medycznych są z reguły zbyt małe, żeby wytrenować skuteczne modele głębokiego uczenia od podstaw. Aby rozwiązać ten problem, opracowaliśmy nowatorskie techniki uczenia transferowego, które posłużyły do dostosowania sieci neuronowych wytrenowanych na obrazach niemedycznych do przetwarzania danych ultrasonograficznych [ZU_6]. Co więcej, pracownicy Zakładu byli wśród pierwszych na świecie, którzy wykorzystali metody głębokiego uczenia do przetwarzania i analizy surowych danych ultrasonograficznych (sygnały przed rekonstrukcją obrazu ultrasonograficznego) zebranych z guzów piersi i wątroby [ZU_7, ZU_8]. W ramach badań prowadzimy również prace nad interpretowalnością głębokich sieci neuronowych (rys. 2). Wykorzystaliśmy na przykład metodę map istotności do lepszego zrozumienia, na jakie obszary obrazu ultrasonograficznego splotowe sieci neuronowe zwracają uwagę, podejmując decyzje diagnostyczne [ZU_9].



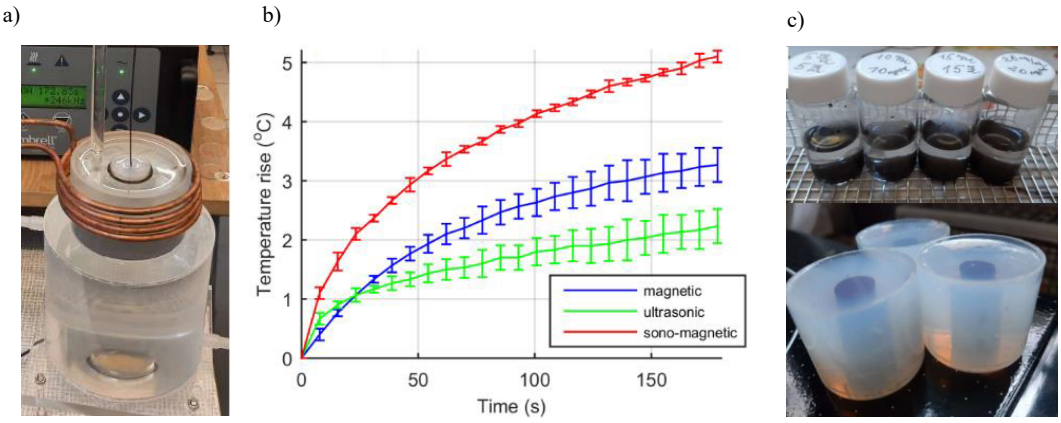
Rys. 2. Obraz USG wątroby wraz z mapą istotności podkreślającą obszary, którym splotowa sieć neuronowa przypisała istotność, podejmując decyzję klasyfikacyjną. W tym przypadku w celu oceny stłuszczenia wątroby sieć porównała jednorodny obszar wątroby z obszarem zajętym przez żyłę wątrobową.

Bimodalna sonomagnetyczna hipertermia tkanek miękkich

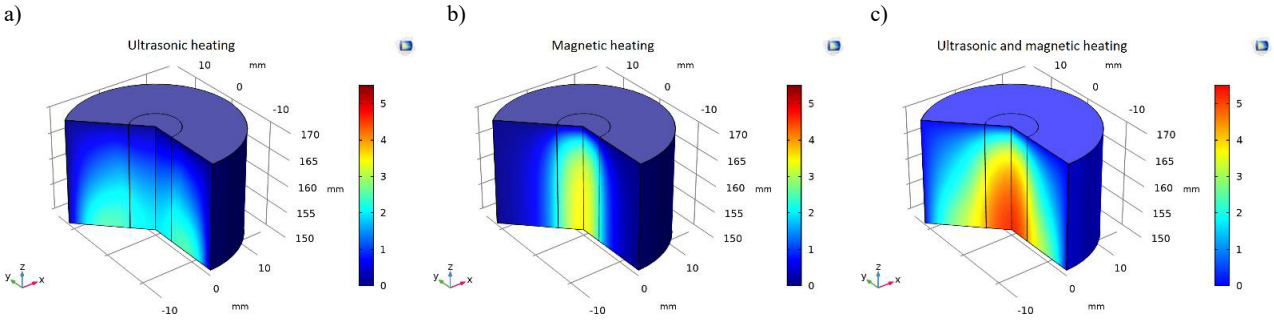
Nanocząsteczki superparamagnetyczne są stosowane zarówno w hipertermii ultradźwiękowej, jak i magnetycznej, gdyż dostarczone do tkanek miękkich znacząco wzmacniają efekty termiczne, działając jako termouczulacze dla każdego z tych pól. Zastosowanie bimodalnej hipertermii ultradźwiękowo-magnetycznej z wykorzystaniem nanocząstek (*nanoparticle mediated hyperthermia*) pozwala na uzyskanie pożądanego efektu termicznego przy zachowaniu wskaźników termicznych obu pól w bezpiecznym biologicznie zakresie [ZU_10].

Wykorzystaliśmy fantomy żelowe imitujące tkankę miękką z umieszczonymi w środku „guzami", które wykonano również z żelu, ale o większej twardości, wzbogaconego nanocząstkami Fe_3O_4 (rys. 3c). Fantomy nadźwiękawiano cylindryczną ogniskującą głowicą umieszczoną w takiej odległości od badanych próbek (rys. 3a), aby uzyskać przestrzennie jednorodne pole ultradźwiękowe wewnątrz próbki. Również zmienne pole magnetyczne działające na próbkę zawierającą równomiernie rozłożone nanocząstki było przestrzennie jednorodne. Parametry nadawcze dobraliśmy tak, aby oba pola miały porównywalną wydajność grzewczą (rys. 3b). Podczas działania pól mierzono temperaturę za pomocą termometru światłowodowego umieszczonego wewnątrz próbki.

W celu zaplanowania ultradźwiękowo-magnetycznej hipertermii guzów sformułowaliśmy ogólny model teoretyczny [ZU_11], który zaimplementowaliśmy w programie COMSOL-Multiphysics (rys. 4). Ewaluacje modelu przeprowadziliśmy, porównując wyniki numeryczne z wynikami zmierzonego wzrostu temperatury podczas działania ultradźwięków, zmiennego pola magnetycznego i obu pól działających jednocześnie. Zastosowaliśmy natężenia pól wystarczające, aby podnieść temperaturę badanych próbek o 5–12°C (jest to zakres wzrostu temperatury wymagany do hipertermii onkologicznej). Pokazaliśmy, że wzrost temperatury próbki, gdy dwa pola działają jednocześnie, jest równy sumie wzrostu temperatury, gdy pola działają oddzielnie. Nasze wyniki pokazują, że stosując hipertermię magneto-ultradźwiękową, pożądany efekt termiczny można uzyskać przy niższych natężeniach pola niż w przypadku każdego pola działającego oddzielnie. Ma to duże znaczenie dla bezpieczeństwa terapii [ZU_12].



Rys. 3. Układ eksperymentalny do badań bimodalnej, sonomagnetycznej hipertermii (a), wzrost temperatury wewnątrz guza (b), fantomy żelowe guzów z nanocząstkami magnetycznymi (c).



Rys. 4. Pole temperatury w modelu guza nowotworowego zawierającego nanocząstki magnetyczne o stężeniu 20 mg/ml po 180 s ogrzewania: a) polem ultradźwiękowym, b) zmiennym polem magnetycznym, c) polem ultradźwiękowo-magnetycznym.

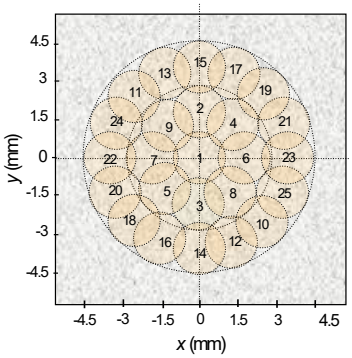
Zautomatyzowana ablacja ultradźwiękowa – HIFU pod kontrolą USG

Celem badań jest weryfikacja skuteczności termicznego niszczenia guzów litych raka piersi. Doświadczenia są prowadzone na nowotworach wszczepionych szczurom stada Wistar, za pomocą zautomatyzowanego urządzenia do ablacji HIFU (*High Intensity Focused Ultrasound*) naprowadzanego obrazowaniem USG, które zostało zaprojektowane i zbudowane w Zakładzie Ultradźwięków IPPT PAN [ZU_ 13].

Plan leczenia opracowano na podstawie danych o lokalizacji i wielkości guza, które otrzymano w wyniku obrazowania ultrasonograficznego. Wyznaczenie optymalnej trajektorii ruchu wiązki HIFU pozwoliło na pokrycie martwicą całej objętości guza bez uszkodzenia otaczających zdrowych tkanek. Plan leczenia oparto na symulacjach numerycznych 3D rozkładów temperatury (rys. 5) wewnątrz tkanki poddanej ablacji [ZU_14, ZU_15].

Dokładność celowania urządzenia zweryfikowano na podstawie wizualizacji efektów biologicznych powstałych w guzie i otaczających strukturach tkankowych przy użyciu różnych technik obrazowania: USG (na poziomie strukturalnym), mikroskopii świetlnej (na poziomie komórkowym), mikroskopii elektronowej (na poziomie komórkowym i subkomórkowym) oraz immunochistochemii. Wykazano skuteczność i bezpieczeństwo nieinwazyjnej terapii ablacyjnej HIFU w termicznej destrukcji guzów litych u małych zwierząt.

Uzyskane wyniki mają istotny wpływ na rozwój ultradźwiękowych technik leczenia nowotworów [ZU_16, ZU_17]. Umożliwiają ich praktyczne zastosowanie do testowania nowych leków przeciwnowotworowych w badaniach przedklinicznych oraz do opracowywania nowych strategii leczenia pierwotnych guzów litych i ich przerzutów. Wnoszą też istotny wkład w rozwój alternatywnych, nieinwazyjnych metod walki z nowotworami.

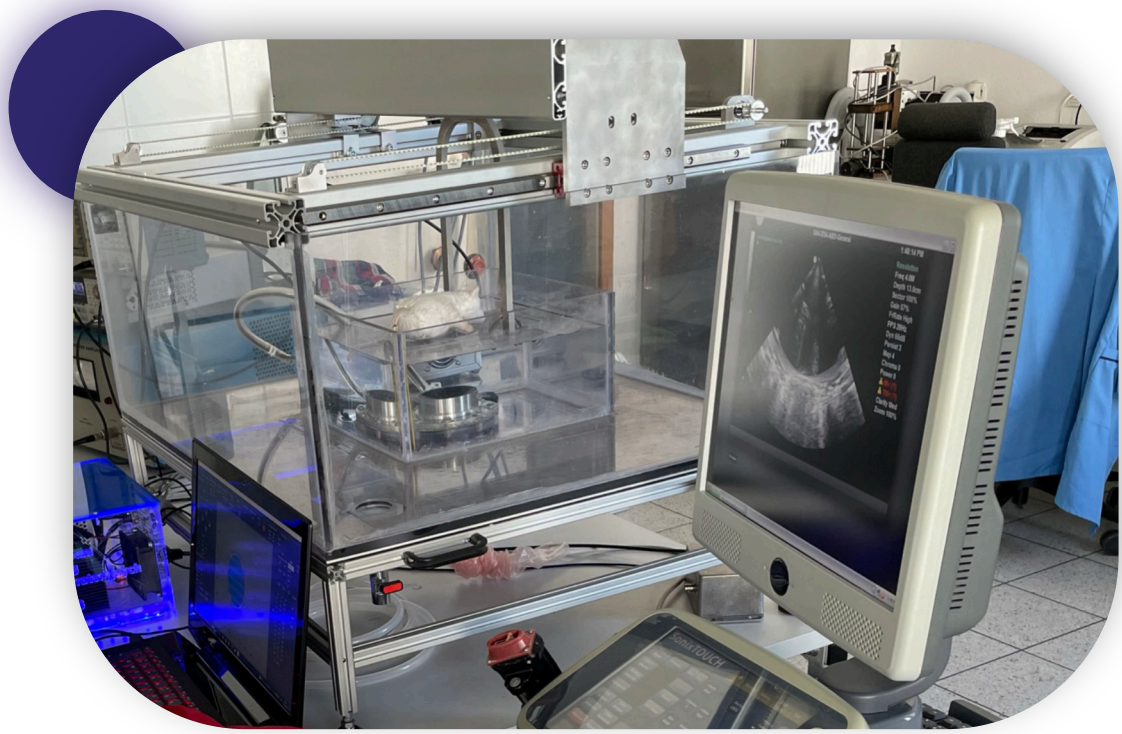


Rys. 5. Plan termoablacyjnego niszczenia guza. Wiązka HIFU jest przesuwana w płaszczyźnie ogniskowej, zgodnie z zaplanowaną pozycją i kolejnością, tak aby utworzyć zmianę martwiczą w obszarze tkanki nowotworowej i jednocześnie minimalizować niszczenie zdrowej tkanki.

Model struktury tkankowej i patologii tkanki miękkiej

Modele numeryczne umożliwiają badanie i statystyczne charakteryzowanie związków między cechami ech a złożoną, stochastyczną strukturą tkanek i ich fizycznymi właściwościami. Zbudowano program numeryczny do modelowania wstecznie rozproszonego na niejednorodnościach różnych tkanek sygnału ultradźwiękowego nadawanego i odbieranego głowicami używanymi w zastosowaniach medycznych. Wstecznie rozproszony sygnał służy do konstrukcji obrazu ultrasonograficznego badanej tkanki oraz do charakterystyki jej właściwości. W programie można przyjąć rzeczywiste parametry nadawcze ultradźwięków oraz wykorzystać różne modele struktury tkanki. Program uwzględnia generowanie różnych losowych struktur rozpraszających, od których echo ma cechy przydatne w diagnostyce np. zmian nowotworowych.

W szczególności zaproponowano modele umożliwiające: opis efektów patologii układu krwionośnego i ocenę możliwości ich zlokalizowania na podstawie echa ultradźwiękowego, interpretację profilu ech dopplerowskich w kontekście profilu prędkości przepływu oraz modelowanie sił napędzających streaming akustyczny [ZU_18]. Wynikami badań były m.in. analityczne rozwiązania nieliniowych równań akustyki oraz równania streamingu generowanego przez nieliniowe pole akustyczne w płynie lepkosprężystym [ZU_19, ZU_20].



Ultrasonograf SonixTOUCH w Zakładzie Ultrasonografii IPPT PAN

Wybrane publikacje Zakładu z ostatnich lat

ZU_1 Klimonda Z., Karwat P., Dobruch-Sobczak K., Piotrzkowska-Wróblewska H., Litniewski J., Breast-lesions characterization using quantitative ultrasound features of peritumoral tissue, *Scientific Reports*, **9**: 7963, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-44376-z.

ZU_2 Dobruch-Sobczak K.S., Piotrzkowska-Wróblewska H., Karwat P., Klimonda Z., Markiewicz-Grodzicka E., Litniewski J., Quantitative assessment of the echogenicity of a breast tumor predicts the response to neoadjuvant chemotherapy, *Cancers*, **13**(14): 3546, 2021, doi: 10.3390/cancers13143546.

ZU_3 Dobruch-Sobczak K., Piotrzkowska-Wróblewska H., Klimonda Z., Karwat P., Roszkowska-Purska K., Clauser P., Baltzer P.A.T., Litniewski J., Multiparametric ultrasound examination for response assessment in breast cancer patients undergoing neoadjuvant therapy, *Scientific Reports*, **11**: 2501, 2021, doi: 10.1038/s41598-021-82141-3.

ZU_4 Klimonda Z., Karwat P., Dobruch-Sobczak K., Piotrzkowska-Wróblewska H., Litniewski J., Assessment of breast cancer response to neoadjuvant chemotherapy based on ultrasound backscattering envelope statistics, *Medical Physics*, **49**(2): 1047–1054, 2022, doi: 10.1002/mp.15428.

ZU_5 Pawłowska A., Żołek N., Leśniak-Plewińska B., Dobruch-Sobczak K., Klimonda Z., Piotrzkowska-Wróblewska H., Litniewski J., Preliminary assessment of the effectiveness of neoadjuvant chemotherapy in breast cancer with the use of ultrasound image quality indexes, *Biomedical Signal Processing and Control*, **80**(2): 104393, 2023, doi: 10.1016/j.bspc.2022.104393.

ZU_6 Byra M., Galperin M., Ojeda-Fournier H., Olson L., O'Boyle M., Comstock C., Andre M., Breast mass classification in sonography with transfer learning using a deep convolutional neural network and color conversion, *Medical Physics*, **46**(2): 746–755, 2019.

ZU_7 Han A., Byra M., Heba E., Andre M.P., Erdman Jr J.W., Loomba R., Sirlin C.B., O'Brien Jr W.D., Noninvasive diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease and quantification of liver fat with radiofrequency ultrasound data using one-dimensional convolutional neural networks, *Radiology*, **295**(2): 342–350, 2020.

ZU_8 Byra M., Jarosik P., Dobruch-Sobczak K., Klimonda Z., Piotrzkowska-Wroblewska H., Litniewski J., Nowicki A., Joint segmentation and classification of breast masses based on ultrasound radio-frequency data and convolutional neural networks, *Ultrasonics*, **121**: 106682, 2022.

ZU_9 Byra M., Han A., Boehringer A.S., Zhang Y.N., O'Brien Jr W.D., Erdman Jr J.W., Loomba R., Sirlin C.B., Andre M., Liver fat assessment in multiview sonography using transfer learning with convolutional neural networks, *Journal of Ultrasound in Medicine*, **41**(1): 175–184, 2022.

ZU_10 Gambin B., Kruglenko E., Tymkiewicz R., Litniewski J., Ultrasound assessment of the conversion of sound energy into heat in tissue phantoms enriched with magnetic micro- and nanoparticles, *Medical Physics*, **46**(10): 4361–4370, 2019, doi: 10.1002/mp.13742.

ZU_11 Gambin B., Kruglenko E., Ultrasonic specific absorption rate in nanoparticle-mediated moderate hyperthermia, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, **69**(3): E137053, 2021, doi: 10.24425/bpasts.2021.137053.

ZU_12 Gambin B., Melnikova P., Kruglenko E., Strzałkowski R., Krajewski M., Impact of the agarose ferrogel fine structure on magnetic heating efficiency, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **550**: 1690000, 2022, doi: 10.1016/j.jmmm.2021.169000.

ZU_13 Fura Ł., Dera W., Dziekoński C., Świątkiewicz M., Kujawska T., Experimental evaluation of targeting accuracy of ultrasound imaging-guided robotic HIFU ablative system for the treatment of solid tumors in pre-clinical studies, *Applied Acoustics*, **184**: 108367, 2021, doi: 10.1016/j.apacoust.2021.108367.

ZU_14 Karwat P., Kujawska T., Lewin P.A., Secomski W., Gambin B., Litniewski J., Determining temperature distribution in tissue in the focal plane of the high (>100 W/cm^2) intensity focused ultrasound beam using phase shift of ultrasound echoes, *Ultrasonics*, **65**: 211–219, 2016, doi: 10.1016/j.ultras.2015.10.002.

ZU_15 Fura Ł., Dera W., Dziekoński C., Świątkiewicz M., Kujawska T., Experimental assessment of the impact of sonication parameters on necrotic lesions induced in tissues by HIFU ablative device for preclinical studies, *Archives of Acoustics*, **46**(2): 341–352, 2021, doi: 10.24425/aoa.2021.136573.

ZU_16 Bilmin K., Kujawska T., Grieb P., Sonodynamic therapy for gliomas. Perspectives and prospects of selective sonosensitization of glioma cells, *Cells*, **8**(11): 1428, 2019, doi: 10.3390/cells8111428.

ZU_17 Bilmin K., Synoradzki K.J., Czarnecka A.M., Spałek M.J., Kujawska T., Solnik M., Merks P., Toro M.D., Rejdak R., Fiedorowicz M., New perspectives for eye-sparing treatment strategies in primary uveal melanoma, *Cancers*, **14**(1): 134, 2022, doi: 10.3390/cancers14010134.

ZU_18 Wójcik J., Żołek N.S., Derivation of acoustical streaming equations for nonlinear and dispersive fluids, *Ultrasonics*, **132**: 107000, 2023, doi: 10.1016/j.ultras.2023.107000.

ZU_19 Wójcik J., Gambin B., Theoretical and numerical aspects of nonlinear reflection–transmission phenomena in acoustics, *Applied Mathematical Modelling*, **42**: 100–113, 2017, doi: 10.1016/j.apm.2016.10.026.

ZU_20 Wójcik J., Analytical solution of the nonlinear equations of acoustic in the form of Gaussian beam, *Ultrasonics*, **122**: 106687, 2022, doi: 10.1016/j.ultras.2022.106687.

UG-1, pierwszy polski aparat USG, 1965 r.

SAMODZIELNA PRACOWNIA POLIMERÓW I BIOMATERIAŁÓW

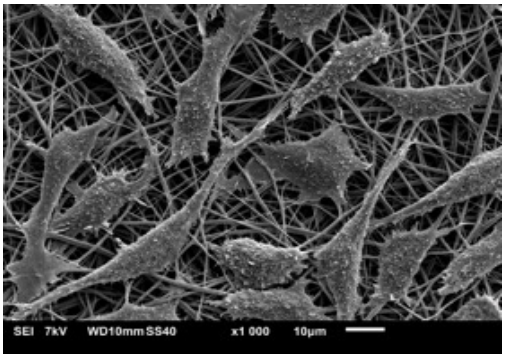
Biorąc pod uwagę zmieniające się dynamiczne wyzwania współczesnego świata, aktywność naukowa Samodzielnej Pracowni Polimerów i Biomateriałów (SPPiB) koncentruje się na zagadnieniach dotyczących materiałów polimerowych dla inżynierii tkankowej i medycyny regeneracyjnej. Inżynieria tkankowa to nowa, interdyscyplinarna dziedzina nauki i techniki, łącząca biologię, biotechnologię, chemię i materiałoznawstwo, mająca na celu naprawę lub wymianę części lub nawet całych tkanek (kości, chrząstek, naczyń krwionośnych, skóry itp.). Prowadzone w SPPiB badania koncentrują się na obszarze inżynierii tkankowej związanej z biodegradowalnymi polimerami stosowanymi jako rusztowania dla komórek oraz systemy uwalniania leków.

Główny nurt prac badawczych od początku istnienia Pracowni dotyczy przede wszystkim podstawowych problemów inżynierii tkankowej z perspektywą wykorzystywania wyników prac w obszarze aplikacyjnym medycyny regeneracyjnej. Badania te, stanowiąc powiązanie aspektów poznawczych i aplikacyjnych, dotyczą przede wszystkim wpływu warunków formowania polimerów z wykorzystaniem różnych technik (jak elektroprzędzenie, druk 3D, tworzenie hydrożeli) na ich ostateczną strukturę i właściwości, ze szczególnym uwzględnieniem właściwości biologicznych.

Jedną z ważniejszych technik formowania rusztowań komórkowych wykorzystywanych w pracach SPPiB jest elektroprzędzenie z roztworu, pozwalające formować submikronowe i nanometryczne włókna naśladujące naturalną strukturę macierzy pozakomórkowej (ECM) (rys. 1).

Celem prac jest optymalizacja procesu, a w konsekwencji wynikowych struktur oraz właściwości rusztowań pod kątem ich zastosowań w regeneracji różnych tkanek. Określenie ogólnej relacji „warunki powstawania – struktura – właściwości" dla konkretnego układu materiałowego umożliwia dalszą optymalizację elektroprzędzenia z punktu widzenia odpowiedzi komórkowej. Stosujemy ten rodzaj analizy dla różnych biodegradowalnych polimerów, odpowiednich dla różnych typów tkanek o specyficznych wymaganiach.

Badane w SPPiB układy materiałowe są często połączeniem biodegradowalnych polimerów syntetycznych, przede wszystkim z grupy poliestrów alifatycznych, z polimerami naturalnymi wykazującymi dużą biozgodność i bioaktywność. Konieczność zachowania złożonej, natywnej struktury polimerów naturalnych, łatwo ulegającej zniszczeniu w procesach formowania, np. metodą elektroprzędzenia z roztworów, rodzi potrzeby w obszarze optymalizacji procesów alternatywnych, np. z wykorzystaniem możliwie nietoksycznych, niedenaturujących rozpuszczalników. Inną metodę, pozwalającą na zachowanie bioaktywnej struktury polimerów naturalnych, która jest rozwijana w Pracowni, stanowi immobilizacja polimerów naturalnych na powierzchni polimerów syntetycznych po odpowiedniej aktywacji tych powierzchni mokrymi metodami chemicznymi, takimi jak aminoliza czy hydroliza.



Rys. 1. Obraz SEM mysich fibroblastów L929 na nanowłóknistym rusztowaniu formowanym metodą elektroprzędzenia z mieszaniny polikaprolaktonu i żelatyny.

Przykładem układów, które są przedmiotem badań prowadzonych w SPPiB, są termowrażliwe hydrożele polisacharydowe napełniane nanowłóknami, wykazujące sieciowanie przy podwyższaniu temperatury, co pozwala na stosowanie ich jako wstrzykiwalne materiały

do mało inwazyjnej regeneracji określonych tkanek. Inne układy to przykładowo hybrydowe systemy dostarczania leków złożone z włókien o właściwościach mukoadhezyjnych, które zapewniają przedłużony czas uwalniania leków w takich obszarach, jak błona śluzowa nosa czy rogówka oka. Jeszcze innym układem badanym obecnie w Pracowni są trójwarstwowe nanowłókniste membrany barierowe formowane metodą trójosiowego elektroprzędzenia z roztworów, zawierające leki wspomagające regenerację kości oraz zapewniające skuteczne leczenie stomatologiczne. W obszarze aktualnych zainteresowań badawczych SPPiB są ponadto polimerowe materiały o właściwościach piezoelektrycznych, w których generowany pod wpływem pola mechanicznego ładunek elektryczny stanowi efektywny stymulator dla żywych komórek.

Istotnym elementem większości prowadzonych prac są badania interakcji pomiędzy materiałem formowanych rusztowań a żywymi komórkami w warunkach *in vitro*, a także, w miarę uzyskiwania pozytywnych wyników w warunkach *in vitro*, eksperymenty w warunkach *in vivo* na odpowiednim modelu zwierzęcym we współpracy z jednostkami zewnętrznymi.

Prace prowadzone w tej grupie badań pozwalają na określenie znaczenia struktury powierzchniowej i wewnętrznej różnych układów polimerowych z punktu widzenia ich funkcjonalności biologicznej w zastosowaniach na rusztowania w hodowlach komórkowych oraz w systemach uwalniania leków. Do najważniejszych osiągnięć szczegółowych należą:

- poszerzenie wiedzy w zakresie przebiegu aminolizy i hydrolizy elektroprzędzonych materiałów z poliestrów alifatycznych formowanych w postaci włókien metodą elektroprzędzenia oraz późniejszej immobilizacji kolagenu na ich powierzchni w celu uzyskania materiałów o dużym potencjale w regeneracji tkanek [SPPiB_1–SPPiB_4];
- optymalizacja warunków chemicznego sieciowania w układzie polikaprolakton–żelatyna, które pozwala na efektywne sieciowanie żelatyny uniemożliwiające jej szybkie wymywanie w płynach fizjologicznych [SPPiB_5];
- optymalizacja termowrażliwych kompozytowych układów polisacharydowych napełnianych nanowłóknami jako wstrzykiwalnych systemów do regeneracji tkanek [SPPiB_6–SPPiB_9];
- zbadanie wpływu biegunowości napięcia w procesie elektroprzędzenia na wybrane właściwości powierzchni nanowłókien i ich modyfikację oraz odpowiedź komórkową [SPPiB_10, SPPiB_11];
- opracowanie nanowłóknistych materiałów z polimerów biodegradowalnych o właściwościach mukoadhezyjnych w leczeniu jaskry otwartego kąta [SPPiB_12];
- wykazanie w warunkach *in vitro* wpływu na komórki (fibroblasty, komórki macierzyste) piezoelektryczności wzbudzanej przez przyłożenie pola mechanicznego do rusztowań z nanowłóknistego polifluorku winylidenu zawierającego polarne formy krystaliczne [SPPiB_13].

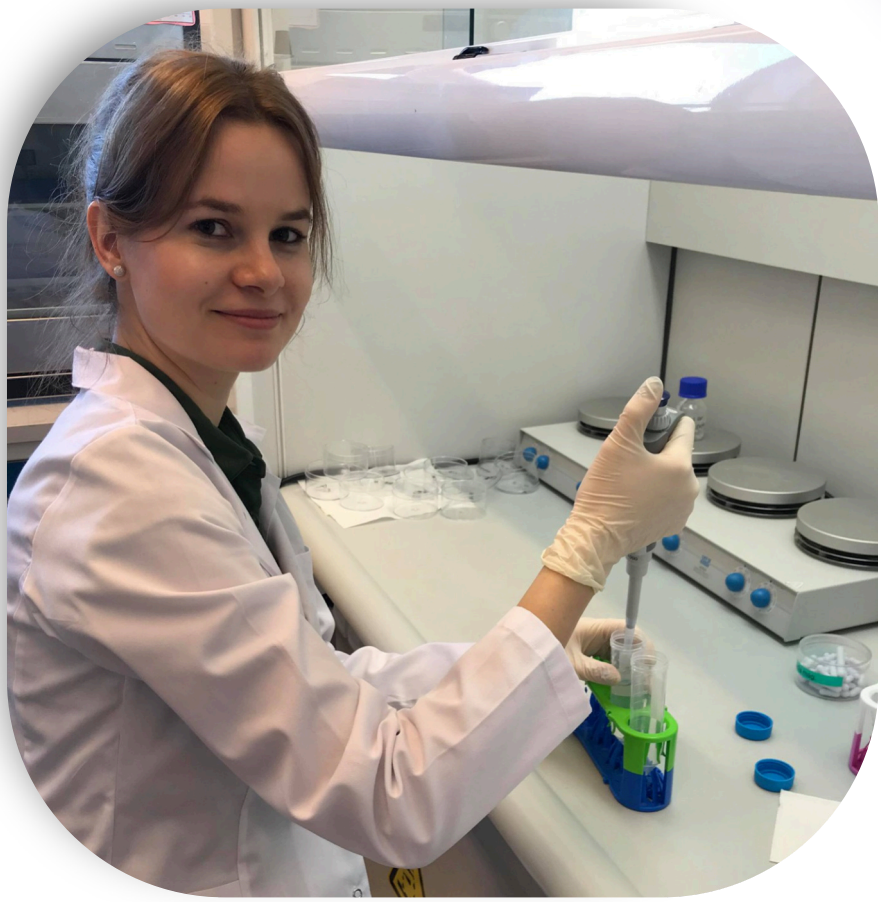
Drugim obszarem aktywności są badania ukierunkowane na zastosowania w zakresie rozwoju rusztowań do regeneracji wybranych tkanek i organów oraz systemów uwalniania leków.

W tym obszarze badań celem jest tworzenie polimerowych wyrobów medycznych, np. materiałów przyspieszających gojenie się ran, protez ścięgien i więzadeł czy biodegradowalnego stentu zewnętrznego do przeszczepów żylnych w operacjach pomostowania aortalno-wieńcowego w leczeniu choroby niedokrwiennej serca. W przypadku biodegradowalnych stentów zewnętrznych celem prac jest opracowanie innowacyjnej technologii i produktu pozwalającego na minimalizację bądź zupełne wyeliminowanie negatywnych skutków odległej reakcji organizmu na ciała obce, zwykle pojawiającej się przy stosowaniu komercyjnie dostępnych materiałów typu nitinol [SPPiB_14]. Innym przykładem takich prac aplikacyjnych jest prowadzona we współpracy z Collegium Medicum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Bydgoszczy optymalizacja materiału rusztowania do regeneracji pęcherza moczowego i dróg moczowych. Obecnie materiał ten jest poddawany badaniom przedklinicznym na szczurach.

Inny ważny projekt z perspektywy aplikacyjnej ma na celu stworzenie przeszczepu do regeneracji więzadeł krzyżowych przednich (ACL). Obejmuje on opracowanie materiałów bioaktywnych implantu. Określone zostaną właściwości materiałowe prototypu przeszczepu wytworzonego metodą FDM (*Fused Deposition Modeling*). Ostatecznie w warunkach *in vitro* i *in vivo* zostanie oceniona biozgodność (cytotoksyczność i toksyczność, biodegradacja), a implant zostanie przetestowany w badaniach przedklinicznych na dużym modelu zwierzęcym.

Kolejnym obszarem badań o dużym potencjale aplikacyjnym są systemy dostarczania leków wykonane z nano- i submikronowych włókien wytwarzanych metodą elektroprzędzenia. Jednym z nich jest wykazujący mukoadhezję układ materiałowy o strukturze nanowłóknistej, która będzie przylegać do warstwy mucyny oka, uwalniając lek przeciwjaskrowy w terapii jaskry otwartego kąta. Nośnik docelowo zostanie umieszczony na rogówce, aby ominąć inne drogi przenikania leku, które przyczyniają się do ogólnego krążenia substancji, co zwykle ma skutki uboczne i zmniejsza skuteczność terapii. Substancja ma uwalniać się stopniowo w kontrolowany sposób przez wszystkie warstwy rogówki i dotrzeć do miejsca przeznaczenia – ciała rzęskowego. Stworzenie nośnika ma przezwyciężyć wiele problemów istniejących w terapiach przeciwjaskrowych stosowanych klinicznie.

Trzecim nurtem badań są badania podstawowe z zakresu fizyki polimerów dotyczące przemian fazowych polimerów w różnych warunkach, np. w warunkach ograniczeń przestrzennych, z uwzględnieniem specyfiki tych zjawisk podczas formowania rusztowań komórkowych np. w technice elektroprzędzenia. W obszarze zainteresowań jest tu przykładowo kinetyka krystalizacji polimerów w ograniczonej przestrzeni, charakterystycznej dla części rdzeniowej elektroprzędzonych nanowłókien typu rdzeń–otoczka [SPPiB_15]. W zakresie tej tematyki przedmiotem badań są też układy polielektrolityczne, w których są analizowane: wpływ rozmiaru (skali) i pH na przemiany fazowe oraz wybrane właściwości cieplne. Wykorzystane są elektroprzędzone włókna z wodorozpuszczalnych amorficznych słabych polielektrolitów.



Samodzielna Pracownia Polimerów i Biomateriałów IPPT PAN

Wybrane publikacje Pracowni z ostatnich lat

SPPiB_1 Jeznach O., Kołbuk D., Sajkiewicz P., Aminolysis of various aliphatic polyesters in a form of nanofibers and films, *Polymers*, **11**(10): 1669, 2019, doi: 10.3390/polym11101669.

SPPiB_2 Jeznach O., Kołbuk D., Marzec M., Bernasik A., Sajkiewicz P., Aminolysis as a surface functionalization method of aliphatic polyester nonwovens: impact on material properties and biological response, *RSC Advances*, **12**(18): 11303–11317, 2022, doi: 10.1039/D2RA00542E.

SPPiB_3 Dulnik J., Jeznach O., Sajkiewicz P., A comparative study of three approaches to fibre's surface functionalization, *Journal of Functional Biomaterials*, **13**(4): 272, 2022, doi: 10.3390/jfb13040272.

SPPiB_4 Jeznach O., Kołbuk D., Reich T., Sajkiewicz P., Immobilization of gelatin on fibers for tissue engineering applications: a comparative study of three aliphatic polyesters, *Polymers*, **14**(19): 4154, 2022, doi: 10.3390/polym14194154.

SPPiB_5 Dulnik J., Sajkiewicz P., Crosslinking of gelatin in bicomponent electrospun fibers, *Materials*, **14**(12): 3391, 2021, doi: 10.3390/ma14123391.

SPPiB_6 Niemczyk-Soczyńska B., Kołbuk D., Mikułowski G., Ciechomska I.A., Sajkiewicz P.Ł., Methylcellulose/agarose hydrogel loaded with short electrospun PLLA/laminin fibers as an injectable scaffold for tissue engineering/3D cell culture model for tumour therapies, *RSC Advances*, **13**(18): 11889–11902, 2023, doi: 10.1039/D3RA00851G.

SPPiB_7 Niemczyk-Soczyńska B., Gradys A., Kołbuk D., Krzton-Maziopa A., Rogujski P., Stanaszek L., Lukomska B., Sajkiewicz P., A methylcellulose/agarose hydrogel as an innovative scaffold for tissue engineering, *RSC Advances*, **12**(41): 26882–26894, 2022, doi: 10.1039/D2RA04841H.

SPPiB_8 Niemczyk-Soczyńska B., Sajkiewicz P., Gradys A., Toward a better understanding of the gelation mechanism of methylcellulose via systematic DSC studies, *Polymers*, **14**(9): 1810, 2022, doi: 10.3390/polym14091810.

SPPiB_9 Niemczyk-Soczyńska B., Gradys A., Kołbuk D., Krzton-Maziopa A., Sajkiewicz P., Crosslinking kinetics of methylcellulose aqueous solution and its potential as a scaffold for tissue engineering, *Polymers*, **11**(11): 1772, 2019, doi: 10.3390/polym11111772.

SPPiB_10 Urbanek O., Sajkiewicz P., Pierini F., The effect of polarity in the electrospinning process on PCL/chitosan nanofibres' structure, properties and efficiency of surface modification, *Polymer*, **124**: 168–175, 2017, doi: 10.1016/j.polymer.2017.07.064.

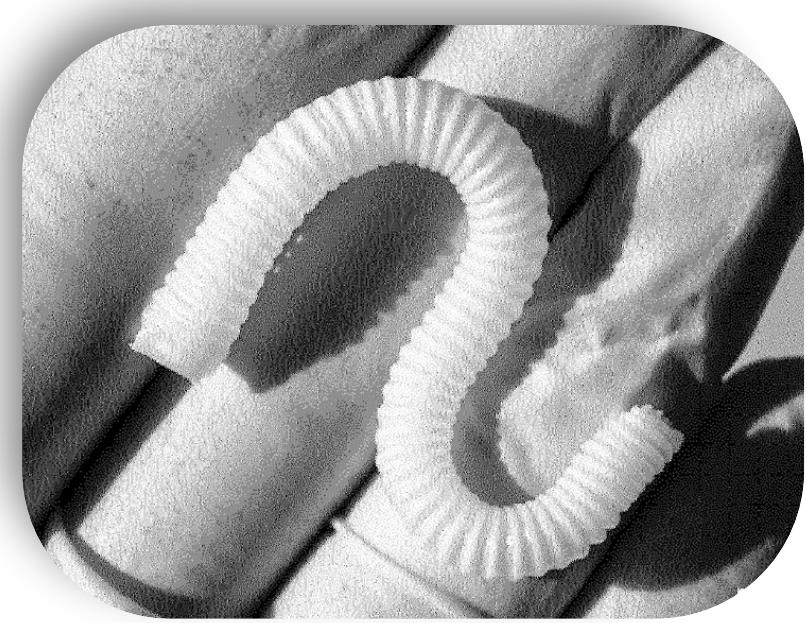
SPPiB_11 Urbanek O., Sajkiewicz P., Pierini F., Czerkies M., Kołbuk D., Structure and properties of polycaprolactone/chitosan nonwovens tailored by solvent systems, *Biomedical Materials*, **12**(1): 015020, 2017, doi: 10.1088/1748-605X/aa5647.

SPPiB_12 Cegielska O., Sierakowski M., Sajkiewicz P., Lorenz K., Kogermann K., Mucoadhesive brinzolamide-loaded nanofibers for alternative glaucoma treatment, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, **180**: 48–62, 2022, doi: 10.1016/j.ejpb.2022.09.008.

SPPiB_13 Zaszczyńska A., Sajkiewicz P.Ł., Gradys A., Tymkiewicz R., Urbanek O., Kołbuk D., Influence of process-material conditions on the structure and biological properties of electrospun polyvinylidene fluoride fibers, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, **68**(3): 627–633, 2020, doi: 10.24425/bpasts.2020.133368.

SPPiB_14 Patent PL 236613, Suwalski G., Sajkiewicz P., Dulnik J., Denis P., Biodegradowalny stent zewnętrzny przeznaczony do nakładania na naczynia krwionośne oraz sposób jego wytwarzania, 2021.

SPPiB_15 Gradys A., Geometrical effects during crystallization under confinement in electrospun core-shell fibers. DSC study of crystallization kinetics, *Polymer*, **108**: 383–394, 2021, doi: 10.1016/j.polymer.2016.12.009.



Biodegradowalny stent przeznaczony do nakładania na naczynia krwionośne – Patent PL 236613

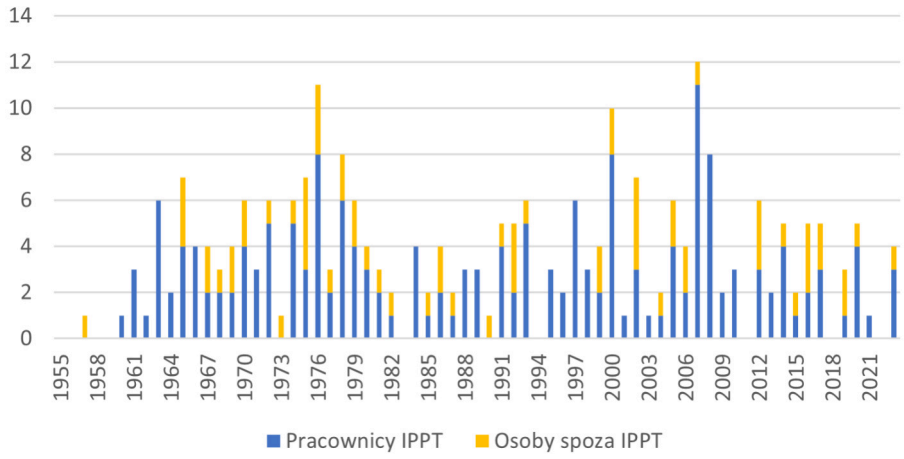
Kształcenie i promocja kadr naukowych w IPPT PAN

Instytut Podstawowych Problemów Techniki rozpoczął kształcenie doktorantów jako jeden z pierwszych instytutów Polskiej Akademii Nauk. Wykorzystując potencjał wysoko kwalifikowanej kadry naukowej, Instytut odgrywa istotną rolę w specjalistycznym kształceniu III stopnia. Dlatego IPPT PAN od wielu lat zaprasza absolwentów szkół wyższych o silnej motywacji do pracy naukowej, zdecydowanych na kilka lat wyrzeczeń w celu zrealizowania swoich ambitnych planów naukowych.

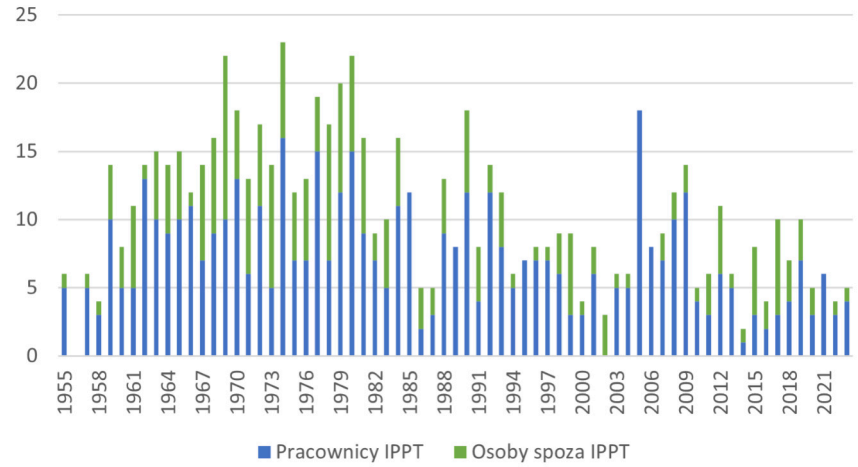
Stopnie i tytuły naukowe

Począwszy od 1955 roku Rada Naukowa Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN nadaje stopnie naukowe doktora, a od 1957 roku – doktora habilitowanego. Do roku 2023 w IPPT PAN nadano **729 stopni doktora** i **249 stopni doktora habilitowanego**. Stopnie te otrzymywali zarówno pracownicy i doktoranci naszego Instytutu, jak i osoby z innych instytutów naukowych i uczelni, krajowych i zagranicznych.

Aż do 2019 roku Rada Naukowa prowadziła ponadto postępowania w sprawie nadania tytułu profesora.



Habilitacje w IPPT PAN



Doktoraty w IPPT PAN

Obecnie IPPT PAN posiada uprawnienia do nadawania stopni doktora i doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w następujących dyscyplinach naukowych:

- inżynieria mechaniczna,
- informatyka techniczna i telekomunikacja,
- inżynieria materiałowa,
- inżynieria biomedyczna.

Uroczystość promocji doktorskich i habilitacyjnych w IPPT PAN

W ciągu całej historii IPPT PAN przez szeregi jego kadry badawczej przewinęło się już 150 pracowników z tytułem naukowym profesora, uzyskanym albo w trakcie swojego zatrudnienia w Instytucie, albo przed jego rozpoczęciem. Są wśród nich postacie światowego formatu, o rozpoznawalnej pozycji i dorobku naukowym. Ich lista jest dostępna na naszej stronie internetowej.

Ponadto warto wspomnieć o wybitnych naukowcach, którzy początki swojej kariery związali z IPPT PAN, by potem zostać uznanymi profesorami w innych jednostkach w kraju i za granicą. Należą do nich m.in. prof. Tomasz Wierzbicki z Massachussetts Institute of Technology (USA), prof. Piotr Breitkopf z Université de Technologie de Compiègne (Francja) oraz prof. Aleksander Zubelewicz z University of New Mexico (USA).

Kształcenie doktorantów w IPPT PAN

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN ma długą tradycję kształcenia młodej kadry naukowej poprzez prowadzenie systematycznych studiów dla doktorantów. Zdobywają oni wiedzę, nie tylko prowadząc własne badania naukowe, lecz również uczestnicząc w wykładach i seminariach prowadzonych przez doświadczonych pracowników naukowych Instytutu lub wykładowców zaproszonych z jednostek zewnętrznych.

W ostatnich latach systematycznie rośnie w IPPT PAN liczba doktorantów z zagranicy. Jest to jeden z przejawów umiędzynarodowienia badań naukowych w naszym Instytucie, co sprzyja podnoszeniu poziomu naukowego studiów i nawiązywaniu coraz szerszych kontaktów z zagranicznymi jednostkami naukowymi.

Osiągnięcia IPPT PAN w zakresie kształcenia doktorantów są doceniane w środowisku naukowym i akademickim. Co roku Instytut bierze udział w konkursie PRODOK/PROPAN, którego celem jest wyłonienie uczelni oraz instytutów Polskiej Akademii Nauk, które stwarzają najlepsze warunki do kształcenia doktorantów oraz do promowania dobrych praktyk w zakresie wspierania działalności naukowej młodych naukowców. Z dumą możemy stwierdzić, że w ostatnich trzech edycjach tego konkursu Instytut zajął pierwsze miejsce i zdobył tytuł najbardziej prodoktoranckiego instytutu Polskiej Akademii Nauk.

Studium Doktoranckie IPPT PAN

Najstarszą formą kształcenia doktorantów jest Studium Doktoranckie IPPT PAN, które funkcjonuje nieprzerwanie od 1968 roku. W czasie jego działalności w ramach Studium kształciło się kilkuset młodych naukowców. Znaczna większość stopni doktorskich nadanych przez Radę Naukową IPPT PAN od tego czasu to stopnie nadane uczestnikom Studium Doktoranckiego.

Studium realizowało również różne projekty edukacyjne we współpracy z innymi jednostkami naukowymi. Jako przykład można wymienić m.in. wspólne studia w dyscyplinie informatyka z Uniwersytetem Jagiellońskim, a także interdyscyplinarne studia doktoranckie pt. „Rozwój i wykorzystanie metod bioinżynieryjnych i informatycznych w prewencji, diagnostyce i terapii chorób cywilizacyjnych – kompleksowy rozwój kompetencji zawodowych młodej kadry naukowej", o akronimie *Och!DOK*, realizowane wspólnie z dwoma innymi instytutami PAN.

Wraz z wejściem w życie Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (PSWiN) studia doktoranckie przestały być dopuszczalną prawnie formą kształcenia doktorantów. W obecnej chwili szeregi uczestników Studium Doktoranckiego IPPT PAN opuszczają ostatnie roczniki słuchaczy kontynuujących kształcenie na dotychczasowych zasadach.

Szkoła Doktorska IPPT PAN

Szkoła Doktorska IPPT PAN jest nową formą kształcenia doktorantów zgodnie z zapisem art. 198, ust. 1 ustawy PSWiN. Rozpoczęła ona swoją działalność po wejściu w życie tej ustawy, w roku akademickim 2019/2020. Z merytorycznego punktu widzenia kontynuuje ona tradycję Studium Doktoranckiego, przyjmując jednak zasady kształcenia określone w ustawie.

Kształcenie w Szkole Doktorskiej jest prowadzone w czterech kierunkach, zgodnych z wymienionymi powyżej czterema dyscyplinami naukowymi, w których IPPT PAN ma prawo do nadawania stopni.

Szkoła Doktorska IPPT PAN

Szkoła Doktorska TIB Instytutów PAN

Wspomniana wyżej ustawa wprowadziła możliwość tworzenia szkół doktorskich prowadzonych wspólnie przez kilka jednostek naukowych. Dzięki temu możliwe było utworzenie Szkoły Doktorskiej Technologii Informacyjnych i Biomedycznych (TIB) Instytutów Polskiej Akademii Nauk (Doctoral School of Information and Biomedical Technologies, PAS). Szkoła jest współprowadzona przez sześć Instytutów PAN (oprócz IPPT PAN są to: Instytut Badań Systemowych, Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej, Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, Instytut Podstaw Informatyki) oraz przez dwa Państwowe Instytuty Badawcze (Narodową Akademicką Sieć Komputerową oraz Ośrodek Przetwarzania Informacji). IPPT PAN pełni funkcję koordynatora szkoły i lidera konsorcjum. Kształcenie w Szkole Doktorskiej TIB jest prowadzone w trzech kierunkach: informatyka techniczna i telekomunikacja, inżynieria biomedyczna oraz nauki medyczne.

TIB PAN

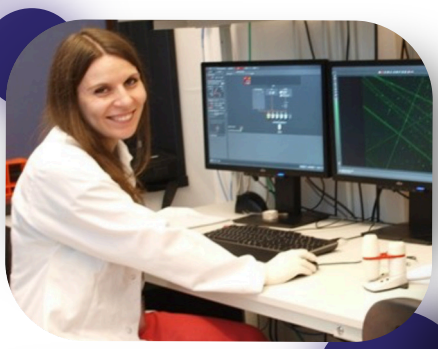
Szkoła Doktorska TIB Instytutów PAN

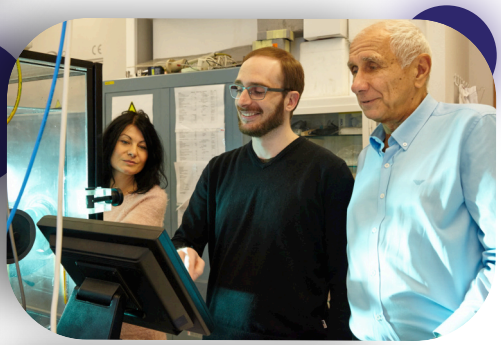
Uroczyste podpisanie umowy założycielskiej Szkoły Doktorskiej TIB PAN, maj 2019 r.

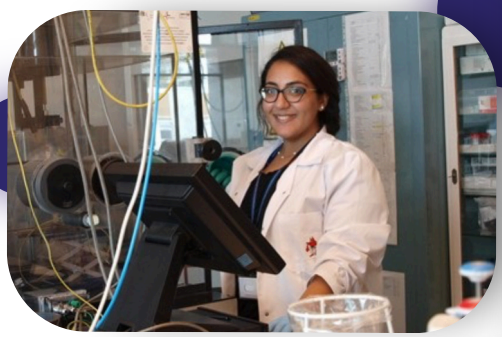
IBS PAN IBIB PAN IITiS IMDiK POLSKA AKADEMIA NAUK

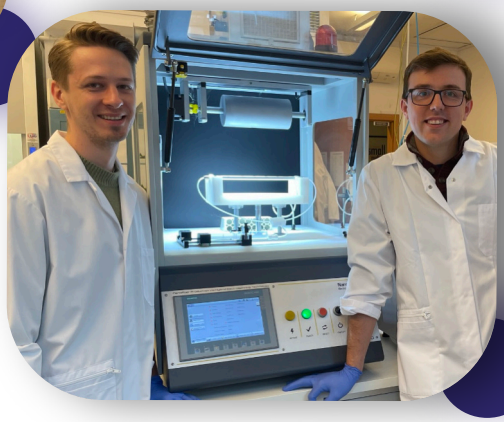
IFJ PAN IPPT PAN NASK

Logotypy instytutów założycieli









Zdjęcia współczesne z archiwum IPPT PAN

Zdjęcia archiwalne IPPT PAN

Ważne funkcje państwowe, laureaci nagród i wyróżnień naukowych z IPPT PAN

Wysoki poziom kadry naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN jest doceniany przez środowisko naukowe w Polsce. Świadczą o tym pełnione funkcje państwowe, nagrody i wyróżnienia naukowe przyznawane naszym naukowcom. Wśród nich warto wspomnieć o dwóch: nagrodzie naukowej Fundacji na rzecz Nauki Polskiej oraz o tytule Mistrza Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN.

Profesor Michał Kleiber, wieloletni Dyrektor Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, piastował wiele ważnych funkcji publicznych. W latach 2001–2005 pełnił m.in. funkcję ministra nauki oraz ministra nauki i informatyzacji, a także przewodniczącego Komitetu Badań Naukowych. W latach 2007–2015 był prezesem Polskiej Akademii Nauk, a od roku 2020 jest przewodniczącym Polskiego Komitetu ds. UNESCO. Ponadto brał udział w pracach ważnych organizacji i gremiów europejskich. W latach 2006–2009 był prezesem European Materials Forum, a w latach 2016–2020 sprawował funkcje prezesa European Community of Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS) oraz wiceprezesa Europejskiej Akademii Nauk i Sztuk (EASA). W 2016 roku prof. Kleiber został odznaczony Orderem Orła Białego.

Profesor Michał Kleiber

„Polski Nobel”

Najwyższa polska nagroda naukowa, przyznawana od 1992 roku przez Radę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, zwana jest potocznie „Polskim Noblem”.

Wśród dotychczasowych laureatów tej nagrody jest trzech wybitnych naukowców z Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN:

1993 prof. dr hab. inż. **Kazimierz Sobczyk** za „prace z zakresu dynamiki stochastycznej układów i materiałów konstrukcyjnych”,

2001 prof. dr hab. inż. **Michał Kleiber** za „opracowanie nowych metod analizy i optymalizacji w nieliniowej termomechanice ciał odkształcalnych”,

2007 prof. dr hab. inż. **Andrzej Nowicki** za „opracowanie podstaw teoretycznych i wdrożenie do produkcji ultrasonografów z obrazowaniem kolorowym przepływu krwi”.

Statuetka dla laureatów nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, zaprojektowana i wykonana przez artystę rzeźbiarza Ryszarda Kozłowskiego

Mistrz IPPT PAN

Od 2015 roku Instytut przyznaje tytuł „Mistrza IPPT PAN”. Otrzymują go osoby, które osiągnęły najwyższy stopień wiedzy i umiejętności w danej dziedzinie nauki i cieszą się swoistym autorytetem, dzięki czemu posiadają pozycję, która wyróżnia je spośród ogółu. Jest to najwyższe wyróżnienie Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk.

Nadanie tytułu Mistrza odbywa się podczas specjalnej uroczystości zorganizowanej przez Dyrekcję Instytutu. Mistrz IPPT PAN otrzymuje dyplom oraz statuetkę. Dotychczas tytuł Mistrza IPPT PAN otrzymali:

2015 prof. dr hab. inż. **Andrzej Brandt**
prof. dr hab. inż. **Witold Gutkowski**
prof. dr hab. inż. **Michał Kleiber**
prof. dr hab. inż. **Zenon Mróz**
prof. dr hab. **Kazimierz Sobczyk**

2017 prof. dr hab. inż. **Andrzej Nowicki**

2018 prof. dr hab. **Tomasz A. Kowalewski**

Uroczystość nadania tytułów Mistrza IPPT PAN – wręczenie statuetki prof. Zenonowi Mrozowi

Statuetka „Mistrzowi IPPT PAN", której autorem jest artysta plastyk Bartłomiej Sęczawa. Wykonana z mosiądzu rzeźba (ważąca ok. 4 kg) inspirowana jest łukiem triumfalnym Tytusa (Rzym). Ideą łuków triumfalnych było uczczenie ważnej osoby lub ważnego wydarzenia. Na jej podstawie widnieje łaciński napis, oznaczający: „Wybitnemu Profesorowi, godnemu naśladowania Mężowi wielkiego autorytetu"

Krajowy Punkt Kontaktowy i Centrum Projektów Badawczych Unii Europejskiej

Działalność Krajowego Punktu Kontaktowego Programów Badawczych UE w IPPT PAN (1998–2020)

Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych Unii Europejskiej (KPK) powstał w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w 1998 r. w celu wspierania uczestnictwa polskich jednostek naukowych, przedsiębiorstw oraz innych podmiotów w 5. Programie Ramowym Unii Europejskiej. Był to początek formalnego udziału Polski w programach ramowych, wyprzedzający nawet przyjęcie Polski do UE w 2004 roku. KPK w kolejnych programach ramowych: 6PR, 7PR oraz H2020, był stale organizacyjnie związany z IPPT PAN, a umiejscowienie KPK w IPPT PAN było rozstrzygane w wyniku konkursu organizowanego przez ministerstwo odpowiedzialne za obszar nauki.

Przyjęte w 1998 r. rozwiązanie lokujące KPK w IPPT PAN było wzorowane na rozwiązaniu niemieckim, w którym niemiecki National Contact Point jest umiejscowiony w German Aerospace Center (DLR) – silnym instytucie badawczym zrzeszonym w Stowarzyszeniu Niemieckich Ośrodków Badawczych im. Helmholtza, największej organizacji naukowej w Niemczech. Z obecnej perspektywy widać, że było to trafne rozwiązanie, zapewniające z jednej strony niezależność ekspercką pracowników KPK, a z drugiej – pełną ich operatywność w stosunku do ośrodka rządowego, ministerstwa zajmującego się nauką i finansującego działalność KPK na podstawie odpowiedniej umowy pomiędzy ministerstwem i IPPT PAN. Jako największy instytut PAN w dziedzinie nauk technicznych, posiadający najwyższą kategorię naukową A+, IPPT PAN zapewniał nie tylko wsparcie organizacyjne, lecz również stanowił bezpośrednie źródło informacji o problemach związanych z udziałem w programach ramowych i procedurach prawnych oraz umożliwiał pilotaż niektórych rozwiązań, poprzedzający upowszechnienie w całym środowisku naukowym.

Konferencja „Badania – Innowacyjność – Wzrost Gospodarczy", Warszawa, 2004 r.

Misją KPK było wsparcie polskich podmiotów w skutecznym aplikowaniu o środki w programach ramowych Unii Europejskiej. Wspieraliśmy polskich liderów badań i innowacji: naukowców, jednostki naukowe, przedsiębiorstwa, podmioty administracji publicznej, organizacje pozarządowe w pozyskiwaniu funduszy z programów europejskich. Oferowaliśmy bezpłatne wsparcie w zakresie przygotowania wniosków projektowych, poszukiwania partnerów do projektów i rozliczeń formalno-finansowych projektów. Organizowaliśmy szkolenia, warsztaty, konsultacje, konferencje i międzynarodowe spotkania brokerskie oraz dni informacyjne dotyczące konkursów. Dla bardziej zaawansowanych beneficjentów proponowano pogłębione usługi konsultacyjne, bezpośrednie doradztwo w zakresie przygotowania wniosków oraz mentoring.

W KPK koordynowaliśmy polską sieć EURAXESS, którą tworzyło 10 centrów regionalnych. Pracownicy sieci wspierali mobilnych naukowców i rozwój kariery młodych naukowców bez względu na źródła finansowania grantów badawczych, instytucję przyjmującą czy etap kariery naukowej.

I Konwencja Badań i Innowacji, Warszawa, 2012 r.

Również w KPK koordynowaliśmy działalność Sieci KPK skupiającej kilkudziesięciu ekspertów reprezentujących Regionalne Punkty Kontaktowe, działające w największych ośrodkach akademickich w Polsce, oraz Branżowe Punkty Kontaktowe. Sieć KPK rozpoczęła swoją działalność wraz z oficjalnym przystąpieniem Polski do programów ramowych Unii Europejskiej, tworząc solidne zaplecze wspierania uczestnictwa polskich jednostek w kolejnych programach ramowych.

Spotkanie Rady Sieci KPK, Bruksela 19 listopada 2015 r.

Krajowy Punkt Kontaktowy był wyróżniającym się w Brukseli elementem europejskiej sieci National Contact Points (NCP) wspierającej wdrażanie unijnych programów ramowych. Zaangażowaliśmy się strategicznie we wszystkie sieciowe projekty NCP, dając przykład potencjalnym beneficjentom, na czym polega networking i współpraca międzynarodowa, oraz współorganizując dziesiątki międzynarodowych spotkań brokerskich, pozwalających na włączanie polskich instytucji do tworzących się konsorcjów w konkursach programów ramowych UE. W trakcie 22 lat realizowania misji KPK uczestniczyliśmy w 136 projektach w ramach 5PR, 6PR, 7PR oraz H2020, z czego 21 projektów było przez nas koordynowane.

Wizyta studyjna „Study visit to Brussels on Bioeconomy", Bruksela, 17–18 października 2017 r.

Poza typowymi działaniami informacyjnymi i szkoleniowo-konsultacyjnymi rozwijaliśmy model bezpośredniego docierania do polskich podmiotów w programach ramowych UE i ich aktywizacji. Kampanie obejmowały ogrom działań prowadzonych głównie w Polsce i w Brukseli: wspólnie z Siecią KPK, KRASP, PAN, Radą Główną Instytutów Badawczych (RGIB), organizacjami zrzeszającymi przedsiębiorstwa i Konwentem Marszałków zorganizowaliśmy wiele spotkań w regionach przeznaczonych dla kierownictw uczelni, instytutów i firm, przygotowaliśmy kilkanaście ciekawych konferencji tematycznych, w tym: konferencję programową „20 lat Polski w Programach Ramowych Badań i Innowacji UE. Horyzont 2020 – nowe otwarcie" (2018 r.), okrągłe stoły przemysłu, kilkaset spotkań adresowanych i kilka wizyt studyjnych polskich sektorów przemysłowych w Brukseli. Towarzyszyły temu niezliczone wystąpienia i stoiska na wydarzeniach zewnętrznych, począwszy od Europejskiego Kongresu Gospodarczego i konferencji IMPACT, a skończywszy na ważnych wydarzeniach międzynarodowych.

Konferencja „20 lat Polski w Programach Ramowych Badań i Innowacji UE. Horyzont 2020 – nowe otwarcie", Warszawa, 7 czerwca 2018 r.

Pracownicy KPK byli zaangażowani w działania mające na celu rozwijanie współpracy z takimi partnerami w obszarze zarządzania projektami, jak: Krajowa Rada Koordynatorów Projektów Badawczych (KRAB), European Association of Research Managers and Administrators (EARMA) i International Project Management Association Polska (IPMA Polska).

Na uwagę zasługuje również ekspercka siła rażenia KPK: aktywne działania w Komitetach Programowych i grupach roboczych Komisji Europejskiej, nasze stanowiska i opinie oraz liczne raporty i analizy statystyczne. Udało nam się wpłynąć na zmianę zasad wynagradzania w H2020 na korzystne dla polskich instytucji, uzyskać znaczące zwiększenie budżetu pakietu wideningowego i wprowadzenie dodatkowego kryterium selekcji projektów *ex aequo* opartego na różnorodności geograficznej w programie Horyzont Europa. Postawiliśmy też na aktywizację polskich ekspertów oceniających wnioski w Brukseli – ich udział zwiększył się do 4,5% przy ocenie wniosków H2020. Nie można też pominąć działań w zakresie synergii pomiędzy programami krajowymi i PR UE, takich jak wsparcie sukcesu polskich projektów „Teaming" i wdrażania SoE w Polsce. W szczególności w dobie pandemii COVID-19 potwierdziliśmy, że posiadamy odpowiednie narzędzia i doświadczenie do sprawnego działania w zdalnym modelu pracy. Wszystko się udało: od „Wiosny z Horyzontem 2020" i „Jesieni z EU Green Deal", poprzez „Lato z Marią Skłodowską-Curie", aż do kampanii szkoleniowych „H2020 on-line" i „Konstelacja dla innowacji".

Międzynarodowe spotkanie brokerskie CETI 2019, Warszawa

Co równie istotne, aktywnie promowaliśmy polskie sukcesy w H2020, organizując dziewięć edycji Nagrody Kryształowej Brukselki i rozwijając wiele działań komunikacyjno-promocyjnych. Nagroda Kryształowej Brukselki była przyznawana od 2001 roku za sukcesy w Programach Ramowych Badań i Innowacji Unii Europejskiej. Była cenionym wśród naukowców i przedsiębiorców wyróżnieniem za ich uczestnictwo w międzynarodowych projektach badań i rozwoju, innowacyjność i wkład w rozwój polskiej nauki i gospodarki.

Statuetki Bursztynowej Brukselki

Prowadziliśmy nowoczesny i przyjazny dla użytkowników portal krajowy kpk.gov.pl i regularnie wydawaliśmy *Biuletyn*, a potem *Newsletter KPK*, nie wspominając o działaniach w mediach społecznościowych i KPK_Live, wydawnictwach, angielskim biuletynie i angielskiej stronie KPK.

KPK w liczbach

- Liczba wydarzeń (dni informacyjne, warsztaty, szkolenia, konferencje): ok. 3,5 tys.
- Liczba konsultacji: ponad 150 tys.
- Międzynarodowe spotkania brokerskie: 115.
- Liczba mentoringów: 360.
- Liczba wizyt studyjnych w Brukseli: 10.
- Liczba uczestników naszych wydarzeń: ponad 200 tys.
- Odbiorcy komunikacji (newsletter, biuletyn, TT, FB): prawie 18 tys.
- Ponad 250 materiałów wydawniczych.
- Ponad 2400 analiz, studiów i statystyk.

22 lata Polski w Programach Ramowych UE w liczbach

- Konkurs NAS-2 na Centra Doskonałości w 5PR: 64% dofinansowanych wniosków było z Polski.
- 21 projektów RegPot w 7PR o łącznym budżecie ok. 70 mln euro.
- Największe granty koordynowane przez Polskę: trzy projekty Teaming for Excellence w programie Horyzont 2020, każdy o wartości 30 mln euro (z dofinansowaniem krajowym).
- Najwięcej grantów zdobył Uniwersytet Warszawski: 330.
- Ponad 8000 uczestnictw w projektach.
- Ponad 950 polskich koordynacji.
- Ponad 1,6 mld euro pozyskanych przez Polskę w programach ramowych.
- 15 tys. partnerów w projektach.
- Liczba polskich ewaluatorów oceniających wnioski: ok. 1400 (7. miejsce w UE).
- 120 opinii nadesłanych przez Polaków do śródokresowej oceny Horyzontu 2020, co dało nam 9. miejsce wśród krajów UE.
- 90 polskich instytucji z logo HR Excellence in Research.
- 70 Kryształowych Brukselek.

Przez KPK, począwszy od 1998 r., przewinęło się prawie 150 wysokiej klasy ekspertów posiadających wiedzę z zakresu europejskich systemów innowacji, unijnych reguł prawnych w obszarze B+R, wiedzę merytoryczną dotyczącą poszczególnych programów ramowych oraz doświadczenie w budowie konsorcjów, prowadzeniu negocjacji, przygotowaniu wniosków projektowych, lobbingu, koordynacji i rozliczeniach formalno-finansowych projektów. Cały ten olbrzymi zespół był sprawnie zarządzany przez dr. Andrzeja Siemaszko, a od 2014 r. przez dr. Zygmunta Krasińskiego.

No i w efekcie duża satysfakcja z dobrze wykonanej pracy naszego zespołu, ale też polskich instytucji B+R+I: średni stopień zadowolenia z usług KPK wyniósł 4,75 (w skali 1–5), a w H2020 odnotowaliśmy prawie podwojenie dofinansowania uzyskanego przez polskie instytucje (ok. 812 mln euro i 1,3% udziału) w porównaniu do 7. Programu Ramowego UE.

Zgodnie z decyzją Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego 1 listopada 2020 r. KPK zostało przeniesione do Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). 22 lata działalności KPK w IPPT PAN stanowiło ważny wkład w inicjowanie i rozwój integracji europejskiej w obszarze badań i innowacji oraz w promocję polskiego środowiska naukowo-badawczego i biznesowego. KPK zapisał się też na trwale w 70-letniej historii IPPT PAN z uwagi na promocję Instytutu, rozwój współpracy międzynarodowej i pogłębienie współpracy z gospodarką.

Konferencja „20 lat Polski w Programach Ramowych Badań i Innowacji UE. Horyzont 2020 – nowe otwarcie”, Warszawa, 7 czerwca 2018 r.

Centrum Projektów Badawczych Unii Europejskiej

Centrum Projektów Badawczych Unii Europejskiej (CPB UE) jest ulokowane w Biurze Dyrektora IPPT PAN i pełni rolę think tanku IPPT PAN specjalizującego się w obszarze badań i innowacji. Realizujemy projekty mające na celu rozwój współpracy nauki i przemysłu, wsparcie innowacyjności przedsiębiorstw oraz zwiększenie udziału IPPT PAN i polskich podmiotów w programach badań i innowacji Unii Europejskiej. W CPB UE kontynuujemy też te zadania, które nie zostały przeniesione do NCBR z działającego w IPPT PAN w latach 1998–2020 Krajowego Punktu Kontaktowego Programów Badawczych UE.

W ramach CPB UE są realizowane dwa kluczowe projekty: „Innovation Coach" wsparcie w rozpoczęciu działalności B+R+I (Innovation Coach, 2019–) oraz Horyzontalny Punkt Kontaktowy – Makroregion Polska Centralna do Programu Horyzont Europa (HPK MPC, 2021–2028).

Innovation Coach to II ścieżka Instrumentu STEP Sprawdzimy Twój Eksperymentalny Pomysł na Projekt realizowanego przez Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej w partnerstwie z IPPT PAN. Innovation Coach jest skierowany do tych przedsiębiorców, którzy chcą prowadzić działalność badawczo-rozwojową, inwestować w innowacje oraz korzystać ze wsparcia z funduszy europejskich, ale mają niewielkie doświadczenie w tym obszarze lub nie mają żadnych doświadczeń. Warunkiem uczestnictwa w projekcie jest brak doświadczenia w aplikowaniu o środki publiczne na B+R (np. konkursy w ramach POIR/FENG czy H2020/Horyzont Europa) oraz gotowość do wdrożenia innowacji w firmie. Przedsiębiorcom, którzy zgłoszą chęć udziału w projekcie, zostaje przydzielony coach innowacji – ekspert branżowy posiadający wiedzę i doświadczenie w sektorze, w którym pracuje firma, a jednocześnie dysponujący wiedzą z zakresu możliwości pozyskania przez firmę funduszy europejskich. W ramach projektu przedsiębiorca otrzymuje bezpłatne wsparcie w postaci analizy potencjału i potrzeb przedsiębiorstwa oraz rekomendacji przygotowanych przez coacha innowacji, a także szkolenia w formie dni informacyjnych i warsztatów tematycznych. Dotychczas zbudowano bazę ponad 10 000 firm i ponad 180 coachów, reprezentujących w dużej mierze instytucje naukowe. Przeprowadzono ponad 1040 coachingów, a także 23 dni informacyjne i 59 warsztatów dla przedsiębiorców.

Aktualne statystyki projektu znajdują się na stronie internetowej.

Innovation Coach

Strona internetowa Innovation Coach
Media społecznościowe: Facebook @InnovationCoach.IC, Linked In, YouTube
Kontakt: kontakt@innovationcoach.pl

Horyzontalny Punkt Kontaktowy – Makroregion Polska Centralna (HPK MPC) Programu Ramowego UE Horyzont Europa ma na celu wsparcie beneficjentów i wnioskodawców programu Horyzont Europa na lata 2022–2027 w Makroregionie Centralnym, obejmującym województwa: łódzkie i mazowieckie – bez m.st. Warszawy. IPPT PAN realizuje projekt w konsorcjum z Uniwersytetem Łódzkim (liderem) oraz z Politechniką Warszawską. Zadania HPK MPC obejmują w szczególności: działalność informacyjno-doradczą w różnych formach, organizację szkoleń i warsztatów, konsultacje dla podmiotów przygotowujących wnioski projektowe, a także realizujących projekty oraz opiniowanie wskazanych dokumentów dotyczących programu Horyzont Europa. Specjalizacją IPPT PAN jest wsparcie przedsiębiorstw w połączeniu z działaniami prowadzonymi w projekcie Innovation Coach.

HPK Polska Centralna

KPK – Makroregion Polska Centralna
Kontakt: hpk@ippt.pan.pl

Działania CPB UE na rzecz pozyskiwania przez IPPT PAN projektów w ramach programu Horyzont Europa i ERASMUS+

CPB UE ma na celu promocję i rozpowszechnianie informacji o Horyzoncie Europa i ERASMUS+ oraz działania na rzecz rozwijania współpracy międzynarodowej z organizacjami reprezentującymi środowisko badań i innowacji (w tym z Komisją Europejską, Parlamentem Europejskim, EARMA, KRASP, RGIB, PAN, Siecią Badawczą Łukasiewicz, KRAB, Fundacją Edukacyjną Perspektywy, FRSE, Urzędem Patentowym RP, IZTECH, KRD, Radą Młodych Naukowców i ZBP – PFAG).

W ścisłej współpracy z Dyrekcją IPPT PAN są organizowane seminaria informacyjne dla pracowników IPPT PAN, podczas których eksperci CPB UE przedstawiają możliwości wsparcia naukowców z IPPT PAN w pozyskiwaniu finansowania projektów z programów Horyzont Europa i ERASMUS+.

Organizowane są również webinaria i spotkania dla pracowników IPPT PAN dotyczące zasad uczestnictwa w programie Horyzont Europa oraz w wybranych konkursach. Szkolimy i konsultujemy w zakresie przygotowania wniosków projektowych, poszukiwania partnerów, aspektów finansowych i rozliczania projektów.

Sztandarowym wydarzeniem organizowanym przez CPB UE jest cykliczna konferencja pt. „Jak skutecznie budować strategie B+R w przemyśle?”.

Profesor Tadeusz Burczyński, Dyrektor IPPT PAN, podczas konferencji w 2022 r.

III Konferencja „Jak skutecznie tworzyć strategie B+R w polskim przemyśle?", Warszawa, 2019 r.

Jest ona skierowana do polskich firm, które są zainteresowane wejściem na ścieżkę innowacji, jak również do firm realizujących projekty B+R+I (Badania, Rozwój, Innowacje). Celem wydarzenia jest wymiana najlepszych praktyk w odniesieniu do współpracy nauki z biznesem, tworzenia w przedsiębiorstwach ekosystemu przyjaznego do prowadzenia działalności innowacyjnej oraz do korzystania z różnych możliwości finansowania tych działań. Wartością dodaną konferencji jest prezentowanie historii sukcesu beneficjentów programów unijnych oraz promocja działań tych, którzy stawiają pierwsze kroki w świecie innowacji.

Specjaliści CPB UE aktywnie uczestniczą w działaniach eksperckich w zakresie polityk badawczych UE. Działania te są realizowane w ścisłej współpracy z Ministerstwem Funduszy i Polityki Regionalnej, Ministerstwem Rozwoju i Technologii, Urzędem Marszałkowskim Mazowsza oraz z Polską Izbą Gospodarczą Zaawansowanych Technologii (IZTECH). Obejmują one wystąpienia przedstawicieli CPB UE na konferencjach i wydarzeniach zewnętrznych oraz opracowywanie opinii i wkładów do stanowisk do programów: Horyzont Europa, Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki (FENG), Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego (FERS) i Fundusze Europejskie dla Mazowsza (FEM). Eksperci CPB UE udzielają wsparcia w zakresie budowania strategii badawczych i powiązań z przemysłem oraz profesjonalnego zarządzania portfelem projektów badawczych i innowacyjnych prowadzonych przez jednostki naukowo-badawcze. Centrum od lat jest zaangażowane w działania mające na celu rozwijanie współpracy z partnerami w obszarze zarządzania projektami. Partnerami tymi są: KRAB, EARMA, International Network of Research Management Societies (INORMS) oraz IPMA Polska.

Ważnym aspektem działań CPB UE jest współpraca z IZTECH, której założycielem jest IPPT PAN, mająca na celu rozwój sektora wysokich technologii we współpracy z nauką oraz cyfrową i energetyczną transformację przemysłu. IPPT PAN jest członkiem Sieci Kompetencji Menedżerskich Transformacji Cyfrowej (KOMNET), powołanej do życia przez Izbę w 2021 r., a także aktywnie uczestniczy w kolejnych edycjach Środkowoeuropejskiego Forum Technologicznego – CETEF (www.cetef.eu).

Strona VI edycji konferencji

Strona internetowa CPB UE

Konsorcjum Biocentrum Ochota

W 2009 roku, z chwilą przeniesienia się do obecnej siedziby na terenie kampusu Ochota, Instytut znalazł się w sąsiedztwie kilku innych instytutów naukowych o podobnym profilu badawczym. Dlatego jeszcze przed fizyczną przeprowadzką narodziła się idea powołania konsorcjum naukowo-badawczego pod nazwą Konsorcjum Biocentrum Ochota Polskiej Akademii Nauk, potocznie nazywanego Biocentrum Ochota. Konsorcjum powstało w 2008 roku, a w jego skład wchodzą:

- Instytut Biochemii i Biofizyki PAN,
- Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza PAN,
- Instytut Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego PAN,
- Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. Mirosława Mossakowskiego PAN,
- Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN,
- Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej.

Posiedzenie Rady Dyrektorów Biocentrum Ochota, 22 lipca 2010 r.

Podstawowym założeniem funkcjonowania Biocentrum Ochota jest koncentracja i wykorzystanie znacznego potencjału naukowego, reprezentowanego przez liczną grupę ekspertów pracujących w członkowskich Instytutach, do przygotowywania dużych projektów badawczych wykraczających poza możliwości aktywności pojedynczych jednostek PAN. Realizacja wyznaczonych zadań pokrywa się z obszarem statutowych działań Instytutów, opartym głównie na zagadnieniach bioinżynierii, biologii i medycyny.

Eksperci Instytutów wchodzących w skład Biocentrum Ochota są wysoko cenionymi specjalistami na arenie krajowej i międzynarodowej. Świadczą o tym szeroko zakrojona współpraca naukowa z polskimi i zagranicznymi ośrodkami badawczymi oraz liczne zaproszenia do udziału w projektach, sympozjach i konferencjach, a także imponująca liczba publikacji naukowych.

Działalność Biocentrum Ochota nadzoruje Rada Dyrektorów, w skład której wchodzą dyrektorzy członkowskich Instytutów. Funkcję Prezesa Rady pełnią kolejno, w systemie rotacyjnym – początkowo co 6 miesięcy, a od 2020 r. co 12 miesięcy – dyrektorzy, w ramach przyznawanej Instytutom rocznej prezydencji.

Konsorcjum ma wieloletnie doświadczenie w kształceniu doktorantów. Nasz Instytut kilkakrotnie organizował wspólną dla kampusu Ochota inaugurację roku akademickiego. Był także pierwszym instytutem, który zorganizował Święto Doktorantów Biocentrum Ochota.

Dyrektorzy Instytutów Biocentrum Ochota podczas inauguracji roku akademickiego 2018/2019 Studiów Doktoranckich Biocentrum Ochota, 19 października 2018 r.

Inauguracja roku akademickiego 2018/2019 studiów Doktoranckich Biocentrum Ochota, 19 października 2018 r.

Science
is
awesome!

Wydawnictwa

Działalność wydawnicza towarzyszyła Instytutowi od momentu jego powstania. W początkowym okresie aktywność wydawniczą prowadziły poszczególne zakłady. Pierwszym aktem tej działalności było przejęcie od Politechniki Gdańskiej przez pracowników Zakładu Mechaniki Ośrodków Ciągłych IPPT wydawania czasopisma *Archiwum Mechaniki Stosowanej* (obecnie *Archives of Mechanics*).

Od 1967 r. działalność wydawnicza Instytutu została scalona i do dziś jest prowadzona przez Dział Wydawnictw.

Do zadań działu należy obecnie wydawanie czterech międzynarodowych czasopism anglojęzycznych oraz serii wydawniczych, a także opracowanie i przygotowanie do druku monografii i wydawnictw okolicznościowych w językach polskim i angielskim.

Czasopisma naukowe publikowane obecnie przez IPPT PAN

Archives of Acoustics to anglojęzyczny, recenzowany kwartalnik założony w 1976 roku, indeksowany przez Scopus, EBSCO, Index Copernicus oraz DOAJ. Publikuje oryginalne artykuły z takich dziedzin akustyki, jak: pomiary i oprzyrządowanie akustyczne, akustyka muzyki, akustooptyka, akustyka architektoniczna, budowlana i środowiskowa, bio-akustyka, elektro-akustyka, akustyka liniowa i nieliniowa, hałas i wibracje, fizyczne i chemiczne skutki dźwięku, akustyka fizjologiczna, psychoakustyka, akustyka kwantowa, sonochemia, systemy przetwarzania i komunikacji, wytwarzanie i percepcja mowy, przetworniki, ultradźwięki, akustyka podwodna, oraz streszczenia z niektórych specjalistycznych konferencji akustycznych.

ISSN: 0137-5075, eISSN: 2300-262X
Redaktor Naczelny: prof. dr hab. inż. Andrzej Nowicki
Sekretarz: Eliza Jezierska
CiteScore: 2,1 (Scopus) | Impact Factor: 0,9
5-Year Impact Factor: 1,0 | MEiN 100 pkt

Archives of Mechanics, dwumiesięcznik, recenzowane czasopismo międzynarodowe założone w 1949 roku. Stanowi forum oryginalnych badań nad mechaniką ciał stałych, płynów i układów dyskretnych, w tym nad rozwojem matematycznych metod rozwiązywania problemów mechanicznych. Czasopismo obejmuje wszystkie aspekty tej dziedziny, ze szczególnym uwzględnieniem: mechaniki materiałów: sprężystości, plastyczności, zjawisk zależnych od czasu, przemian fazowych, uszkodzeń, pękania; podstaw fizycznych i eksperymentalnych mikromechaniki, termodynamiki, niestabilności; metod i problemów mechaniki ciągłej, w tym teorii i nowych zastosowań, termomechaniki, analizy strukturalnej, ośrodków porowatych, problemów kontaktowych; dynamiki układów materialnych; przepływów płynów i ich interakcji z ciałami stałymi.

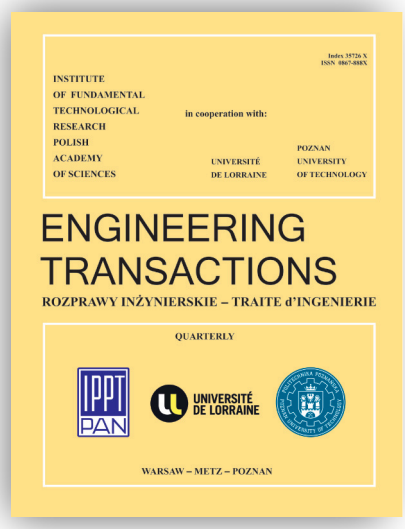
ISSN: 0373-2029, eISSN: 2083-8514
Redaktor Naczelny: prof. dr hab. inż. Henryk Petryk
Sekretarz: Bogusław Lempkowski
CiteScore: 2,4 (Scopus) | Impact Factor: 0,8
5-Year Impact Factor: 1,3 | MEiN 100 pkt

ISSN: 2299-3649, eISSN: 2956-5839
Redaktorzy Naczelni:
prof. dr hab. inż. Michał Kleiber,
prof. dr hab. inż. Tadeusz Burczyński
Sekretarz: Bogna Matuszewska-Munk
CiteScore: 1,2 (Scopus) | MEiN 70 pkt

Computer Assisted Methods in Engineering and Science (CAMES) jest anlgojęzycznym, recenzowanym kwartalnikiem, indeksowanym przez Scopus, EBSCO i Index Copernicus. Stanowi forum wymiany naukowej i źródło informacji w dziedzinie nauk obliczeniowych i pokrewnych obszarów inżynierii stosowanej. CAMES jest wydawany pod patronatem European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS). Prace publikowane w czasopiśmie są podzielone na trzy główne kategorie:

- prezentacja nowych metod badawczych modelowania matematycznego i symulacji komputerowych w inżynierii i naukach stosowanych;
- opis nowych zastosowań technik obliczeniowych wspomagających praktykę inżynierską i edukację w takich dziedzinach, jak: mechanika, lotnictwo, kosmonautyka, inżynieria cywilna, morska, oprogramowanie, inżynieria chemiczna i architektoniczna, materiałoznawstwo, a także prezentacje ich praktycznego wykorzystania w rozwiązywaniu rzeczywistych problemów;
- najnowsze opracowania, dostarczające wskazówek na temat ważnych kierunków badawczych obserwowanych w aktualnej literaturze światowej dotyczącej metod wspomaganych komputerowo w inżynierii i naukach ścisłych.

Engineering Transactions (dawniej *Rozprawy Inżynierskie*) to recenzowane czasopismo międzynarodowe założone w 1952 roku. Od 1991 roku jest wydawane wyłącznie w języku angielskim. Czasopismo promuje badania i praktykę w naukach inżynierskich oraz stanowi forum interdyscyplinarnych publikacji łączących mechanikę z: materiałoznawstwem, mechatroniką, biomechaniką i biotechnologiami, naukami o środowisku, fotoniką, technologią informacyjną oraz innymi zastosowaniami inżynieryjnymi. W czasopiśmie są publikowane oryginalne prace obejmujące szeroki obszar działalności badawczej, w tym: techniki eksperymentalne i hybrydowe, podejścia analityczne i numeryczne. *Engineering Transactions* to interesujący i użyteczny kwartalnik dla badaczy i praktyków ze środowisk akademickich i przemysłowych.



ISSN: 0867-888X, eISSN: 2450-8071
Redaktor Naczelny:
prof. dr hab. inż. Katarzyna Kowalczyk-Gajewska
Sekretarz: Izabela Mika
CiteScore: 2,1 (Scopus) | MEiN 70 pkt

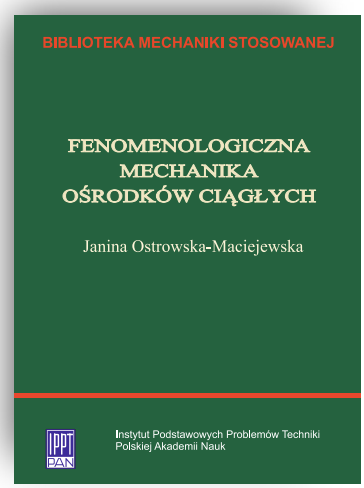
Czasopisma historycznie publikowane przez IPPT PAN

Journal of Technical Physics
(1959–2009)

Archiwum Inżynierii Lądowej
(1960–2010, *Archives of Civil Engineering* wydawane obecnie przez Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej)

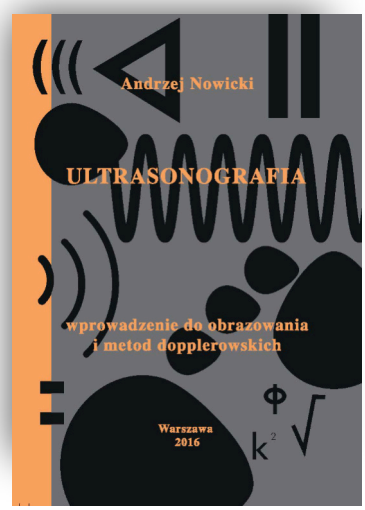
Profesor Witold Gutkowski podpisuje swoją książkę „Życie w ciekawych czasach", wyd. IPPT PAN

Serie wydawnicze publikowane w IPPT PAN



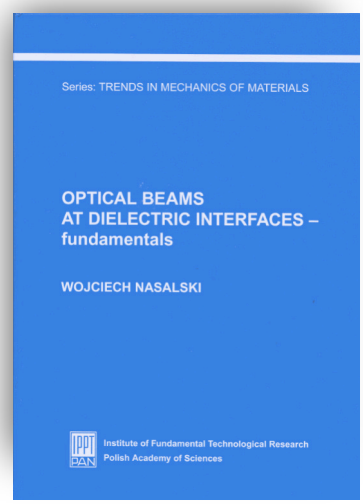
Biblioteka Mechaniki Stosowanej

Mechanika Techniczna
(pod auspicjami Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk)

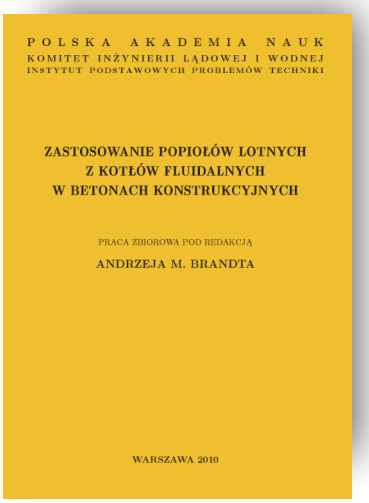


Biblioteka Akustyki i Ultradźwięków

Prace IPPT PAN – IPPT Reports
on Fundamental Technological Research



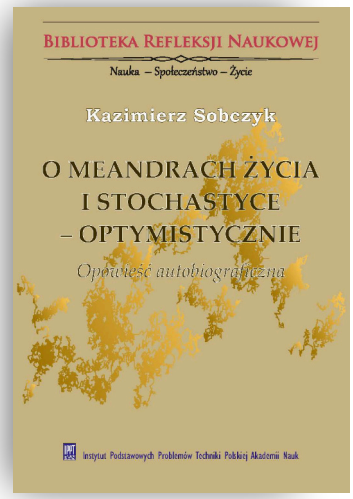
Współczesne Trendy w Mechanice Materiałów

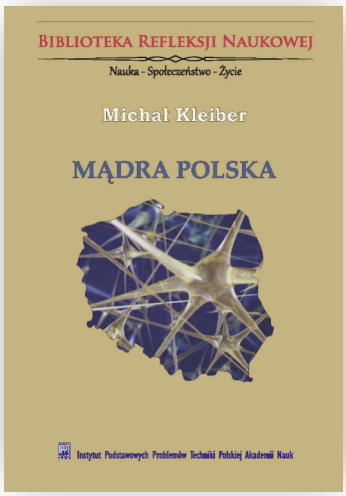


Studia z Zakresu Inżynierii (w latach 1971–2010)

Biblioteka Refleksji Naukowej

Zamierzeniem inicjatorów najmłodszej serii wydawniczej jest wyjście naprzeciw zapotrzebowaniu na pogłębioną refleksję intelektualną dotyczącą osobistych motywacji i życiowych wyborów uczonych, osadzoną w skomplikowanym kontekście dzisiejszych czasów. Tę właśnie problematykę – bez przesądzania o detalach poszczególnych opracowań – uczyniono wiodącym tematem serii Biblioteka Refleksji Naukowej, w której przedstawiono osobiste doświadczenia wybitnych polskich uczonych, realizujących swą badawczą misję stanowiącą dla nich intelektualną przygodę nadającą sens ich życiowym pasjom.





Pełna lista publikacji IPPT PAN

Kalendarium IPPT PAN

1952

Utworzone zostały, przy Wydziale Nauk Technicznych, w nowo powstałej Polskiej Akademii Nauk cztery samodzielne jednostki:

- Zakład Badania Drgań pod kierunkiem prof. Ignacego Maleckiego,
- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych kierowany przez prof. Wacława Olszaka,
- Zakład Elektroniki – prof. Janusza Groszkowskiego,
- Zakład Metali prowadzony przez prof. Aleksandra Krupkowskiego (z siedzibą w Krakowie).

Weszły one w skład Instytutu Podstawowych Problemów Techniki powołanego uchwałą Sekretariatu Naukowego Prezydium PAN z dnia 9 grudnia 1952 roku, potwierdzoną uchwałą Prezydium Rządu z dnia 24 września 1953 roku.

Pierwszym Dyrektorem Instytutu został prof. Ignacy Malecki, Przewodniczącym Rady Naukowej prof. Witold Wierzbicki, a jego zastępcą prof. Bohdan Stefanowski.

Siedzibą Instytutu (przez pierwszych 5 lat jego istnienia) był Pałac Staszica w Warszawie.
Wkrótce w skład placówki weszły dalsze dwie jednostki organizacyjne:

- Zakład Elektrotechniki Teoretycznej (prof. Paweł Szulkin),
- Pracownia Astronautyczna (prof. Kazimierz Zarankiewicz).

1953

Pierwsze posiedzenie Rady Naukowej IPPT w sali Okrągłego Stołu Pałacu Staszica (30.10.1953 r.).

1954

Pierwsze wnioski o nominacje:

- prof. M. Łuncowi – o przyznanie tytułu profesora zwyczajnego,
- dr. J. Czulakowi – o przyznanie tytułu profesora nadzwyczajnego, Kandydatowi Nauk Technicznych.
- H. Waldenowi – o przyznanie tytułu docenta,
- dr. Cz. Eimerowi – o przyznanie tytułu docenta,
- mgr. A. Kacnerowi – o przyznanie tytułu docenta,
- dr. B. Lewickiemu – o przyznanie tytułu docenta.

Utworzenie Zakładu Analogii (mgr Stefan Czarnecki).

Utworzenie Pracowni Mechaniki Górotworu (prof. Jerzy Litwiniszyn) w Krakowie.

1955

Utworzenie Zakładu Elektrotechniki (dr Maciej Nałęcz).

Utworzenie Pracowni Teorii Konstrukcji (prof. Zbigniew Wasiutyński).

Pierwsza obrona pracy kandydackiej w IPPT – mgr. inż. St. Sławińskiego, jej promotorem był prof. P. Szulkin (13.03.1955 r.).

Obrony prac kandydackich: mgr inż. mgr inż.: L. Filipczyńskiego, J. Mosakowskiego, Z. Olesiaka, J. Seidlera.

1956

Wniosek o przyznanie tytułu profesora nadzwyczajnego – mgr. inż. Stefanowi Manczarskiemu.

1957

Instytutowi zostaje przydzielona część niewykończonego budynku NBP o powierzchni ponad 11 000 m² przy ul. Świętokrzyskiej 21.

Przed przeniesieniem się Instytutu do nowej siedziby jednostki organizacyjne IPPT mieściły się w różnych miejscach w Warszawie, ale także w Krakowie, Gdańsku i Poznaniu:

- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych: Pałac Staszica,
- Zakład Badania Drgań: Pałac Staszica,
- Pracownia Teorii Konstrukcji: Pałac Staszica,
- Zakład Elektroniki, Pracownia Półprzewodnikowych Elementów Magnetycznych: Pałac Staszica, a także w Zakładach Elektroniki i Podstaw Telekomunikacji PW,
- Pracownia Mechaniki Cieczy i Gazów: Instytut Aerodynamiczny PW,
- Zespół Dynamiki Molekularnej: Zakład Fizyki PW,
- Zakład Teorii Łączności (prof. S. Manczarski): PKiN,
- Pracownia Teorii Drgań Mechanicznych: PKiN,
- Pracownia Teorii Sprężystości i Zespół Dynamiki Molekularnej: PKiN,
- Pracownia Zastosowań Izotopów Promieniotwórczych: Zielna 37,
- Pracownia Drgań Cząsteczkowych: Zielna 37,
- Pracownia Analizy Naprężeń: Wawelska 2,
- Pracownia Reologii: Kraków,
- Zakład Metali: Kraków,
- Pracownia Konstrukcji Wstępnie Sprężonych: Kraków,
- Pracownia Teorii Konstrukcji Cienkościennych: Gdańsk,
- Pracownia Fonograficzna: Uniwersytet Poznański.

1958

Rozproszone w Warszawie jednostki organizacyjne Instytutu przenoszą się do nowej siedziby.

Zakład Elektrotechniki odłącza się od IPPT i przenosi się do nowo powstałego Instytutu Automatyki PAN, a pozostała struktura Instytutu przedstawia się następująco:

- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wacław Olszak),
- Zakład Badania Drgań (prof. Ignacy Malecki),
- Zakład Elektroniki (prof. Witold Rosiński),
- Zakład Metali (prof. Aleksander Krupkowski), z siedzibą w Krakowie,
- Zakład Teorii Łączności (doc. Krystyn Bochenek),
- Zakład Analogii (dr Stefan Czarnecki),
- Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Władysław Fiszdon),
- Zakład Badań Izotopowych (prof. Maciej Radwan),
- Zakład Magnetyków (prof. Adam Smoliński),
- Zakład Przemian Energii (mgr Zygfryd Jung),
- Zakład Teorii Konstrukcji Maszyn (prof. Zbigniew Brzoska).

1963

Od Instytutu odłącza się Zakład Analogii – na jego bazie powstaje Instytut Cybernetyki Stosowanej Polskiej Akademii Nauk.

1964

Od Instytutu odłącza się Zakład Badań Izotopowych, przeniesiony do Instytutu Badań Jądrowych.

Powstaje Zakład Konstrukcji Prototypów, którego celem jest działalność wdrożeniowa.

1966

Zakład Przemian Energii przenosi się do Komitetu Energetyki PAN.

Od Instytutu odłączają się Zakład Elektroniki i Zakład Magnetyków, tworząc Instytut Technologii Elektronowej PAN.

1968

Działalność w Instytucie rozpoczyna Studium Doktoranckie, jedno z pierwszych w Polskiej Akademii Nauk i w szkolnictwie wyższym. Pierwszym jego Kierownikiem zostaje prof. Czesław Eimer (do roku 1977).

Powstaje Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Henryk Zorski).

1969

Zakład Metali zostaje przeniesiony z Instytutu do Zakładu Podstaw Metalurgii PAN.

Pracownia Mechaniki Górotworu odłącza się od Instytutu, tworząc Zakład Mechaniki Górotworu PAN.

1971

Zakład Konstrukcji Prototypów zostaje przekształcony w Zakład Opracowań Prototypów i Usług Naukowych.

Powstaje Zakład Doświadczalny TECHPAN podejmujący produkcję opracowywanej w Instytucie aparatury naukowej.

Struktura IPPT przedstawia się następująco:

- Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Henryk Zorski),
- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Antoni Sawczuk),
- Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Antoni Sawczuk),
- Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Władysław Fiszdon),
- Zakład Układów Mechanicznych (prof. Stefan Ziemba),
- Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (dr Andrzej Turski),
- Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski),
- Zakład Akustyki Fizycznej (dr hab. Jerzy Wehr),
- Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński),
- Samodzielna Pracownia Pól Odkształceń (prof. Zbigniew Wasiutyński),
- Samodzielna Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski),
- Samodzielna Pracownia Teorii Pól Połączonych (prof. Jerzy Kurlandzki),
- Samodzielna Pracownia Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski),
- Samodzielna Pracownia Atomowych Wzorców Częstotliwościowych (dr Andrzej Chachulski),
- Pracownia Obliczeń Numerycznych (dr hab. Jacek Mączyński),
- Dział Organizacji Nauki i Szkolenia (mgr Alfred Ozga),
- Biblioteka (mgr Aleksandra Królikowska),
- Sekcja Wydawnictw (mgr Barbara Wierzbicka),
- Studium Doktoranckie (prof. Czesław Eimer),
- Zakład Opracowań Prototypów i Usług Naukowych (gospodarstwo pomocnicze) (Halina Pawłowska),
- Zakład Doświadczalny TECHPAN (dyr. mgr Jerzy Szerszeń).

1974

Powstają dwa nowe Zakłady:

- Elektrodynamiki Ośrodków Ciągłych (prof. Jerzy Kurlandzki),
- Aeroakustyki (prof. Stefan Czarnecki),

a także Samodzielne Pracownie:

- Fonetyki Akustycznej (prof. Wiktor Jassem) z siedzibą w Poznaniu (od 1988 r. jako Zakład Fonetyki Akustycznej),
- Teorii i Konsolidacji Termodyfuzji (prof. Włodzimierz Derski) z siedzibą w Poznaniu (którą po 1983 r. przekształcono w Pracownię Mechaniki Ośrodków Porowatych, a następnie w Zakład Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych).

1975

Powstają kolejne nowe Zakłady:

- Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski),
- Problemów Energetyki (doc. Włodzimierz Bojarski).

1976

Powstaje Samodzielna Pracownia Geoakustyki (prof. Wacław Kołtoński).

1977

Powstaje Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. Stanisław Przeździecki).

Zakład Elektrodynamiki Ośrodków Ciągłych zostaje przekształcony w Samodzielną Pracownię Elektrodynamiki Continuum.

1980

Powstaje Zespół Naukowo-Badawczy Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii (prof. Bogumił Staniszewski).

Struktura Instytutu uległa nieznacznym zmianom i składa się z 13 zakładów, 8 samodzielnych pracowni i zespołu naukowo-badawczego:

- Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Marek Sokołowski),
- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wojciech Szczepiński),
- Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Henryk Frąckiewicz),
- Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Henryk Zorski),
- Zakład Układów Mechanicznych (prof. Jan Kaczmarek),
- Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. Stanisław Przeździecki),
- Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski),
- Zakład Akustyki Fizycznej (prof. Szymon Pilecki),
- Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński),
- Zakład Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski),
- Zakład Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski),
- Zakład Aeroakustyki (prof. Stefan Czarnecki),
- Zakład Problemów Energetyki (doc. Włodzimierz Bojarski),
- Pracownia Pól Odkształceń (prof. Andrzej M. Brandt),
- Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski),
- Pracownia Teorii Materiałów Niesprężystych (prof. Piotr Perzyna),
- Pracownia Elektrodynamiki Continuum (doc. Jerzy Kurlandzki),
- Pracownia Atomowych Wzorców Częstotliwości (dr Andrzej Chachulski),

- Pracownia Geoakustyki (prof. Wacław Kołtoński),
- Pracownia Fonetyki Akustycznej z siedzibą w Poznaniu (prof. Wiktor Jassem),
- Pracownia Teorii Konsolidacji i Termodyfuzji z siedzibą w Poznaniu (dr Walenty Dudziak),
- Zespół naukowo-badawczy nr 1: Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii (prof. Bogumił Staniszewski),
- Ośrodek Informatyki (prof. Dominik Rogula),
- Dział Organizacji Nauki i Spraw Pracowniczych (mgr Zofia Mordwiłko),
- Studium Doktoranckie (doc. Jan Andrzej Koenig),
- Dział Planowania i Koordynacji Badań Naukowych (mgr Krzysztof Milewski),
- Biblioteka (mgr Aleksandra Królikowska),
- Dział Wydawnictw (mgr Barbara Wierzbicka),
- Zakład Doświadczalny TECHPAN (dyr. mgr Jerzy Szerszeń).

1985

Wprowadzono funkcjonalne piony w strukturze Instytutu (11 zakładów, 9 samodzielnych pracowni):

- Pion Badań Podstawowych:
  - Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Marek Sokołowski),
  - Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wojciech Szczepiński),
  - Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Witold Gutkowski),
  - Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Henryk Zorski),
  - Zakład Układów Mechanicznych (prof. Jan Kaczmarek),
  - Zakład Akustyki Fizycznej (prof. Szymon Pilecki),
  - Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński),
  - Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski),
  - Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. Eugeniusz Danicki),
  - Zakład Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski),
  - Zakład Aeroakustyki (prof. Zbigniew Wesołowski),
- Samodzielne Pracownie:
  - Pół Odkształceń (prof. Andrzej Marek Brandt),
  - Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski),
  - Teorii Materiałów Niesprężystych (prof. Piotr Perzyna),
  - Elektrodynamiki Continuum (doc. Jerzy Kurlandzki),
  - Atomowych Wzorców Częstotliwości (dr Andrzej Chachulski),
  - Geoakustyki (prof. Wacław Kołtoński),
  - Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski),
  - Obliczeń Numerycznych (prof. Jacek Mączyński),
  - Fonetyki Akustycznej z siedzibą w Poznaniu (prof. Wiktor Jassem),
- Ośrodek Rozwoju Techniki (prof. Jerzy Ranachowski):
  - Zakład Problemów Energetyki (prof. Włodzimierz Bojarski),
  - Pracownia Systemów Adaptacyjnych (doc. Adam Borkowski),
  - Pracownia Zastosowań Ultradźwięków Dużej Mocy (mgr Bolesław Leśniak),
  - Pracownia Technologii Szkła i Ceramiki (prof. Wacław Tuszyński),
  - Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel),
- Zakład Doświadczalny TECHPAN (dyr. mgr Jerzy Szerszeń),
- Dział Szkolenia i Informacji Naukowej,
- Dział Administracji i Księgowości.

Struktura Instytutu podlega zmianom związanym z dostosowaniem i modyfikacjom swojego profilu naukowo-badawczego do kierunków priorytetowych ujętych w dokumentach KBN, IV Wydziału PAN i 5. Programu Ramowego Unii Europejskiej. Dotyczy to programów badawczych w dziedzinach: mechaniki materiałów, nauk informatycznych, bioinżynierii i biomechaniki, transportu i budownictwa energooszczędnego. Zmiany te odzwierciedla struktura organizacyjna Instytutu na 40-lecie jego powstania:

- Ośrodek Mechaniki (dyr. prof. Kazimierz Sobczyk),
- Centrum Akustoelektroniki (dyr. prof. Jerzy Ranachowski),
- Centrum Helio-Ekostruktur (dyr. prof. Wojciech Dzieniszewski),
- Centrum Mechatroniki (dyr. prof. Henryk Frąckiewicz),
- Centrum Fizyki i Matematyki Stosowanej (dyr. prof. Dominik Rogula).

Powołano: Ośrodek Promocji Ekotechnologii EKOPAN z siedzibą w Warszawie przy ul. Bartyckiej 26.

1994

Na bazie zamiejscowych Zakładów IPPT w Poznaniu utworzono Oddział Zamiejscowy IPPT PAN w Poznaniu.

Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych zmienił nazwę na Zakład Wytrzymałości Materiałów (prof. Lech Dietrich).

Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych wchodzi w strukturę organizacyjną Ośrodka Mechaniki i przekształca się w Samodzielną Pracownię Teorii Fal Elektromechanicznych (prof. Eugeniusz Danicki).

Pracownia Metod Ultradźwiękowych w Biologii i Medycynie należąca do Zakładu Ultradźwięków zmienia nazwę na Pracownia Mikroskopii Akustycznej.

1996

Centrum Akustoelektroniki przekształca się Ośrodek Akustoelektroniki.

Powołano Zakład Problemów Eko-Budownictwa (prof. Wojciech Dzieniszewski).

Zakład Technologicznych Zastosowań Laserów przekształca się w Samodzielną Pracownię Technologicznych Zastosowań Laserów.

Zostają rozwiązane jednostki organizacyjne IPPT w Poznaniu:

- Zakład Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych,
- Zakład Fonetyki Akustycznej.

1997

Centrum Mechatroniki przekształca się w Ośrodek Mechatroniki.

Powołano Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów w strukturze Ośrodka Mechaniki.

1998

Ośrodek Mechaniki zmienia nazwę na Ośrodek Mechaniki i Informatyki Stosowanej.

Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów zmienia nazwę na Zakład Mechaniki i Fizyki Płynów, włączony do struktury Ośrodka Mechaniki i Informatyki Stosowanej.

Rozwiązano Centrum Fizyki i Matematyki Stosowanej.

1999

W strukturze Ośrodka Mechaniki i Informatyki Stosowanej powołano Zakład Metod Komputerowych.

W wyniku rozstrzygnięcia konkursu, decyzją Komitetu Badań Naukowych utworzono w Instytucie Krajowy Punkt Kontaktowy 5. Programu Ramowego Badań, Rozwoju Technicznego i Prezentacji Unii Europejskiej (KPK). Na stanowisko Dyrektora KPK powołano dra inż. Andrzeja Siemaszko.

2000

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości „Nowoczesne Materiały i Konstrukcje" (AMAS – The Center of Excellence for Advanced Materials and Structures) – koordynator: prof. Z. Mróz.

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości „Systemy Ciśnieniowe o Ekstremalnych Warunkach Pracy" (The Center of Excellence for Safety-Critical Pressure Systems) – koordynator: prof. L. Dietrich.

2001

W strukturze Ośrodka Mechaniki i Informatyki Stosowanej powołano Zakład Mechaniki Materiałów.

Profesor Michał Kleiber został powołany na ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

2002

Rok jubileuszowy. Z okazji 50-lecia Instytutu odbyła się uroczysta sesja Rady Naukowej oraz uroczystość uhonorowania medalem pamiątkowym.

W roku jubileuszu struktura Instytutu przedstawiała się następująco:

- Ośrodek Mechaniki i Informatyki Stosowanej (prof. Wojciech Nowacki; p.o. doc. Krzysztof Doliński):
  - Zakład Mechaniki i Fizyki Płynów (doc. Tomasz Kowalewski):
    - Pracownia Metod Matematycznych Mechaniki Płynów (doc. Kazimierz Piechór),
    - Pracownia Przepływów Lepkich i Termicznych (doc. Tomasz Kowalewski),
  - Zakład Metod Komputerowych (prof. Michał Kleiber):
    - Pracownia Metod Obliczeniowych Mechaniki Nieliniowej (doc. Włodzimierz Sosnowski),
    - Pracownia Informatyki Stosowanej (prof. Jan Holnicki-Szulc),
    - Pracownia Metod Numerycznych Optymalizacji (prof. Stefan Jendo),
    - Pracownia Systemów Wizyjnych i Pomiarowych (prof. Mariusz Nieniewski),
    - Zespół Metod Komputerowych Inżynierii Materiałowej (doc. Paweł Dłużewski),
  - Zakład Mechaniki Materiałów (prof. Bogdan Raniecki):
    - Pracownia Niesprężystej Analizy Materiałów (prof. Henryk Petryk),
    - Pracownia Plastyczności Stosowanej (prof. Wojciech Nowacki),
    - Laboratorium Termoplastyczności (doc. Wiera Oliferuk),
    - Pracownia Warstwy Wierzchniej (dr Stanisław Kucharski),
    - Zespół Teorii Materiałów Niesprężystych (doc. Wojciech Dornowski),
- Samodzielna Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Andrzej Ziabicki),
- Samodzielna Pracownia Mechaniki Ośrodków Sprężystych (prof. Józef Ignaczak),
- Samodzielna Pracownia Pół Odkształceń (prof. Janusz Kasperkiewicz),
- Samodzielna Pracownia Fizyki Ośrodków Strukturalnych (prof. Dominik Rogula),
- Samodzielna Pracownia Konstrukcji Niesprężystych (prof. Marek Janas),
- Samodzielna Pracownia Dynamiki Stosowanej (prof. Wanda Szemplińska),
- Samodzielna Pracownia Dynamiki Stochastycznej (prof. Kazimierz Sobczyk),
- Samodzielna Pracownia Teorii Fal Elektromechanicznych (prof. Eugeniusz Danicki),
- Samodzielna Pracownia Metod Wariacyjnych i Biomechaniki (prof. Józef J. Telega),

- Zakład Wytrzymałości Materiałów (prof. Lech Dietrich):
  - Pracownia Mechaniki Plastycznego Płynięcia (prof. Józef Miastkowski),
  - Laboratorium Wytrzymałości (dr Grzegorz Socha),
  - Pracownia Mechaniki Eksperymentalnej (doc. Zbigniew Kowalewski),
  - Pracownia Technologicznych Zastosowań Laserów (doc. Zygmunt Szymański),
- Zakład Sterowania i Dynamiki Układów (prof. Roman Bogacz):
  - Pracownia Pojazdów i Konstrukcji Aktywnych (prof. Roman Bogacz),
  - Pracownia Dynamiki Kontaktu Tocznego (doc. Czesław Bajer),
  - Zespół Aeroelastyczności (prof. Miron Nowak),
  - Zespół Systemów Inteligentnych (prof. Adam Borkowski),
- Zakład Ultradźwięków (prof. Andrzej Nowicki):
  - Pracownia Introskopii Ultradźwiękowej (dr Jerzy Etienne),
  - Pracownia Metod Dopplerowskich (doc. Grażyna Łypacewicz),
  - Pracownia Angiografii Ultradźwiękowej (prof. Tadeusz Powałowski),
  - Pracownia Mikroskopii Akustycznej (dr Jerzy Litniewski),
- Zakład Akustyki Fizycznej (doc. Feliks Rejmund):
  - Pracownia Struktur Materiałowych (doc. Feliks Rejmund),
  - Pracownia Akustoelektroniki (dr Mikołaj Aleksiejuk),
  - Pracownia Analizy Sygnału Emisji Akustycznej (doc. Zbigniew Ranachowski),
  - Zespół do Analizy i Syntezy Mowy (doc. Ryszard Gubrynowicz),
- Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (doc. dr hab. Marek Matczyński):
  - Pracownia Teorii Defektów Strukturalnych (doc. dr hab. Marek Matczyński),
  - Pracownia Ultradźwiękowych Badań Materiałów (prof. Julian Deputat),
  - Pracownia Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola (prof. Jan J. Sławianowski),
- Zakład Problemów Eko-Budownictwa (prof. Wojciech Dzieniszewski):
  - Pracownia Optymalizacji w Budownictwie (prof. Wojciech Marks),
  - Pracownia Modelowania Struktur i Środowiska (prof. Elżbieta Kossecka),
  - Pracownia Akustyki Środowiska (doc. Mirosław Meissner),
  - Zespół Energetyki Słonecznej (prof. Wojciech Dzieniszewski),
- Studium Doktoranckie (prof. Wojciech Marks),
- Dział Wydawnictw (mgr Zofia Krawczyk),
- Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel),
- Biblioteka (dr Bogusława Lewandowska).

Działały Centra Doskonałości:

- Nowoczesne Materiały i Konstrukcje (prof. Zenon Mróz),
- Systemy Ciśnieniowe o Ekstremalnych Warunkach Pracy (prof. Lech Dietrich),
- Modelowanie i Diagnostyka w Biomedycynie Stosowanej (prof. Józef J. Telega),
- Laserowe przetwarzanie i zaawansowane badania materiałów (prof. Lech Dietrich)

oraz

- Krajowy Punkt Kontaktowy (dr Andrzej Siemaszko).

Zespołowi KPK powierzono prowadzenie 6. Programu Ramowego.

2003

Rozpoczęła działalność Sieć Doskonałości AMAS-ISN „Nowoczesne Materiały i Konstrukcje: Mikrostruktury, Modelowanie, Niezawodność, Zastosowania" (International Scientific Network for Advanced Materials and Structures). Koordynator: prof. Wojciech K. Nowacki, zastępcy: doc. Michał Basista i doc. Krzysztof Doliński.

Członkostwo w CAMAT (Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii), IPPT – koordynatorem CZT – Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CAMAT & IZATEM.

2004

IPPT organizatorem XXI International Congress of Theoretical and Applied Mechanics ICTAM 2004.

Rozpoczęła działalność Sieć Doskonałości KMM-NoE „Zaawansowane Materiały Wieloskładnikowe o Podwyższonej Trwałości i Niezawodności" (Knowledge-based Multicomponent Materials for Durable and Safe Performance). Koordynator: prof. Wojciech K. Nowacki, zastępcy: doc. Michał Basista i doc. Krzysztof Doliński.

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości KBN AMAS-bis. Koordynator prof. Wojciech K. Nowacki.

Profesor Michał Kleiber został powołany na ministra Nauki i Informatyzacji.

2006

Rozpoczęcie Narodowego Programu Foresight „Polska 2020". Koordynatorem projektu zostaje IPPT PAN.

Rozpoczęcie budowy nowej siedziby IPPT przy ulicy Pawińskiego (9 listopada – wbicie symbolicznej łopaty).

2008

Utworzenie Konsorcjum Biocentrum Ochota z sześciu instytutów Polskiej Akademii Nauk w celu realizacji dużych zadań badawczych z biologii, medycyny i bioinżynierii przez wykorzystanie potencjału różnych dyscyplin naukowych i wspólnej lokalizacji na Kampusie Ochota. W skład konsorcjum weszły:

- Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej,
- Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN,
- Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. M. Mossakowskiego PAN,
- Instytut Biochemii i Biofizyki PAN,
- Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN oraz
- Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN.

2009

Ostatnie posiedzenie Rady Naukowej IPPT na ul. Świętokrzyskiej 21 (26.03.2009).

IPPT PAN rozpoczyna kolejny etap swojej historii w nowej siedzibie przy ul. Pawińskiego 5B (ukończenie budowy i otrzymanie pozwolenia na użytkowanie budynku – 18.05.2009).

2010

IPPT PAN w wyniku kompleksowej oceny jednostek naukowych przeprowadzonej w Polsce przez Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych (KEJN) otrzymał najwyższą ocenę, kategorię 1.

2013

IPPT PAN w wyniku kompleksowej oceny jednostek naukowych (tzw. parametryzacji) otrzymał najwyższą ocenę. Nazwy kategorii zostały zmienione, Instytut otrzymał kategorię A+ (poziom wiodący).

2014

Profesor Michał Kleiber Wiceprezesem Europejskiej Akademii Nauk i Sztuk.

2015

W IPPT PAN przyznano pierwsze tytuły Mistrza IPPT PAN. Tytuł ten jest najwyższym wyróżnieniem Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk. Otrzymują go osoby, które osiągnęły najwyższy stopień wiedzy i umiejętności w danej dziedzinie nauki i cieszą się swoistym autorytetem dzięki czemu posiadają pozycję, która wyróżnia je spośród ogółu.

Wprowadzono Nagrody Dyrektora jako nową formę nagradzania wyróżniających się pracowników prowadzących badania naukowe.

Zapoczątkowanie serii wydawniczej „Biblioteki Refleksji Naukowej", która jest skierowana do osób zainteresowanych tematyką społecznej roli nauki w dzisiejszym świecie i jej rzeczywistym znaczeniem dla naszej przyszłości.

2016

Utworzono w strukturze Instytutu Samodzielną Pracownię Polimerów i Biomateriałów (prof. Paweł Sajkiewicz), wyodrębnioną z Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych.

Prezydent RP Andrzej Duda odznaczył prof. Michała Kleibera Orderem Orła Białego.

Profesor Henryk Petryk wybrany Sekretarzem Generalnym International Union of Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM).

Tytuł doktora honoris causa Politechniki Śląskiej dla prof. Tadeusza Burczyńskiego za inspirowanie nowych kierunków badań w obszarze nauk obliczeniowych i wdrażanie ich wyników w różnorodnych obszarach nauki i techniki oraz za znaczący wkład w rozwój Politechniki Śląskiej.

W grudniu Komisja Europejska przyznała Instytutowi prawo używania wyróżnienia HR Excellence in Research.

2017

16 października Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ogłosiło wyniki ewaluacji jednostek naukowych przeprowadzonej w Polsce przez Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych (KEJN). IPPT PAN otrzymał ponownie najwyższą kategorię A+, co oznacza, że Instytut utrzymuje najwyższy poziom działalności naukowej.

2018

Od tego roku IPPT PAN uczestniczy w programie Erasmus+ dzięki przyznaniu przez Komisję Europejską „Karty Erasmus dla szkolnictwa wyższego 2014–2020". Erasmus+ to program Unii Europejskiej w dziedzinie edukacji, szkoleń, młodzieży i sportu na lata 2014–2020 o budżecie w wysokości 14,7 mld euro.

Początek realizacji dwuletniego projektu pt. „Międzynarodowa współpraca w zakresie systemów złożonych i nowoczesnych technologii – ITHACA".

Prof. Michał Kleiber odznaczony medalem Polskiego Towarzystwa Informatycznego. Medale są przyznawane osobom szczególnie zasłużonym dla rozwoju polskiej informatyki przez Kapitułę Medalu, złożoną z Członków Honorowych PTI oraz przedstawicieli Głównego Sądu Koleżeńskiego i Głównej Komisji Rewizyjnej.

2019

W styczniu prof. Tadeusz Burczyński został wybrany na Przewodniczącego Rady Dyrektorów Jednostek Naukowych PAN na kadencję 2019–2022 oraz w następstwie tego został również powołany na Członka Prezydium PAN.

Instytut uzyskał uprawnienia do nadawania stopnia doktora w dyscyplinie biocybernetyka i inżynieria biomedyczna.

Profesor Tadeusz Burczyński otrzymał nominację na członka Europejskiej Akademii Nauk i Sztuk.

16 maja w siedzibie Polskiej Akademii Nauk, w Pałacu Staszica podpisano umowę o rozpoczęciu działalności nowej interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej Technologii Informacyjnych i Biomedycznych Instytutów PAN.

IPPT PAN otrzymał wyróżnienie w ogólnopolskim konkursie PROPAN 2019 na „Najbardziej prodoktorancki instytut Polskiej Akademii Nauk".

2020

Profesor Michał Kleiber przewodniczącym Polskiego Komitetu do spraw UNESCO.

KPK PB UE przeniesiony do Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Powstaje Centrum Projektów Badawczych Unii Europejskiej (dr Zygmunt Krasiński).

2021

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN został uznany za „Najbardziej prodoktorancki instytut Polskiej Akademii Nauk".

Profesor Michał Kleiber otrzymał tytuł doktora honoris causa Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej.

Profesor Zbigniew L. Kowalewski laureatem konkursu Ambasador Kongresów Polskich.

Profesor Michał A. Glinicki laureatem Konkursu o Nagrodę Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii za prace dyplomowe, rozprawy doktorskie oraz publikacje w dziedzinach architektury i budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa w edycji 2020 roku w kategorii: publikacje krajowe.

2022

W wyniku ewaluacji przeprowadzonej przez MEiN Instytutowi przyznano (na lata 2022–2026) poniższe kategorie oraz uprawnienia do nadawania stopnia doktora i doktora habilitowanego oraz prawo do kontynuacji prowadzenia kształcenia studentów i prowadzenia szkół doktorskich w dyscyplinach:

- inżynieria mechaniczna – kat. A+,
- inżynieria materiałowa – kat. A,
- informatyka techniczna i telekomunikacja – kat. A,
- inżynieria biomedyczna (najmłodsza dyscyplina w instytucie) – kat. B+.

Organizacja (po przerwie związanej z pandemią) przez IPPT PAN pięciu dużych międzynarodowych konferencji:

- Wspólna konferencja CMM–SolMech 2022, obejmującą 24. Międzynarodową Konferencję Metod Komputerowych w Mechanice (CMM) oraz 42. Konferencję Mechaniki Ciała Stałego (SolMech), Świnoujście,
- IUTAM Symposium on Enhancing Material Performance by Exploiting Instabilities and Damage Evolution, Warszawa,
- 1st International Workshop on Advanced Materials for Medicine and Environment (IWAMME 2022), Warszawa,
- 7th European Conference on Structural Control (EACS 2022), Warszawa,
- 19th International Conference on Experimental Mechanics (ICEM 2022), Kraków.

Podczas konferencji ICEM 2022, na Walnym Zebraniu European Society for Experimental Mechanics odbyły się wybory nowych władz, w wyniku których prof. Zbigniew L. Kowalewski został wybrany Prezydentem tej organizacji na trzyletnią kadencję.

2023

Profesor Tadeusz Burczyński został wybrany na Przewodniczącego Rady Dyrektorów Jednostek Naukowych PAN na nową kadencję oraz w związku z tym powołany na Członka Prezydium PAN.

2023 rok jubileuszu 70-lecia IPPT PAN. W roku jubileuszu 7-lecia IPPT PAN struktura Instytutu przedstawiała się następująco:

- Zakład Biosystemów i Miękkiej Materii (prof. dr hab. Tomasz Lipniacki):
  - Pracownia Modelowania w Biologii i Medycynie (prof. dr hab. Tomasz Lipniacki),
  - Pracownia Fizyki Płynów Złożonych (prof. dr hab. Maria Ekiel-Jeżewska),
  - Laboratorium Bio i Mikro-Przepływów (dr Sławomir Błoński),
- Zakład Informatyki i Nauk Obliczeniowych (dr hab. inż. Piotr Kowalczyk):
  - Pracownia Metod Komputerowych Inżynierii Materiałowej (prof. dr hab. inż. Paweł Dłużewski),
  - Pracownia Metod Obliczeniowych Mechaniki Nieliniowej (prof. dr hab. inż. Jerzy Rojek),
  - Zespół Badawczy Neuroinformatyki (prof. dr hab. Janusz Szczepański),
  - Zespól Inteligencji i Inżynierii Obliczeniowej (prof. dr hab. inż. Tadeusz Burczyński),
  - Zespół Komputerowych Analiz Zaawansowanych Konstrukcji (prof. dr hab. inż. Krzysztof Wiśniewski),
- Zakład Mechaniki Doświadczalnej (prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski):
  - Pracownia Badań Nieniszczących (prof. dr hab. inż. Zbigniew Ranachowski),
  - Pracownia Pól Odkształceń (prof. dr hab. inż. Michał Glinicki),
  - Pracownia Technologicznych Zastosowań Laserów (dr hab. inż. Tomasz Mościcki),
  - Pracownia Termomechaniki Stosowanej (prof. dr hab. inż. Elżbieta Pieczyska),
  - Pracownia Wytrzymałości Materiałów (prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski),
  - Laboratorium Badań Materiałów i Konstrukcji (dr Mateusz Kopeć),
  - Laboratorium Elektroniki Profesjonalnej (dr Marcin Lewandowski),
- Zakład Mechaniki Materiałów (prof. dr hab. inż. Henryk Petryk):
  - Pracownia Mikromechaniki Materiałów (prof. dr hab. inż. Henryk Petryk),
  - Pracownia Warstwy Wierzchniej (dr hab. inż. Stanisław Kucharski),
  - Pracownia Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych (prof. dr hab. inż. Michał Basista),
  - Laboratorium Mikro-i Nanomechaniki (prof. dr hab. inż. Henryk Petryk),
  - Laboratorium Termoplastyczności (dr Michał Maj),
  - Zespół Modelowania Materiałów (prof. dr hab. inż. Stanisław Stupkiewicz),
- Zakład Technologii Inteligentnych (dr hab. inż. Łukasz Jankowski):
  - Pracownia Inżynierii Bezpieczeństwa (dr hab. inż. Łukasz Jankowski),
  - Pracownia Sterowania i Dynamiki Układów (prof. dr hab. inż. Czesław Bajer),
  - Zespół Systemów Inteligentnych (dr Jacek Szklarski),
- Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur (prof. dr hab. Michał Giersig):
  - Pracownia Fizyki Polimerów (dr hab. inż. Zdzisław Nowak),
  - Pracownia Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola (dr hab. inż. dr hab. Wasyl Kowalczuk),
  - Zespół Badawczy Akustoelektronika (prof. dr hab. inż. Piotr Kiełczyński),
  - Zespół Badawczy Nanomateriałów do Zastosowań w Elektronice i Biomedycynie (prof. dr hab. Michał Giersig),

- Zakład Ultradźwięków (prof. dr hab. inż. Jerzy Litniewski):
  - Pracownia Biomechaniki (dr hab. inż. Barbara Gambin),
  - Pracownia Introskopii Ultradźwiękowej (dr hab. inż. Janusz Wójcik),
  - Pracownia Mikroskopii Akustycznej (dr hab. inż. Jerzy Litniewski),
- Samodzielna Pracownia Polimerów i Biomateriałów (prof. dr hab. inż. Paweł Sajkiewicz),
- Szkoła Doktorska IPPT PAN (prof. dr hab. inż. Tomasz Szolc),
- Szkoła Doktorska TIB Instytutów PAN (dr hab. inż. Bartłomiej Błachowski),
- Biblioteka (dr Bogusława Lewandowska),
- Dział Wydawnictw (mgr Bogna Matuszewska-Munk),
- Dział Zarządzania i Koordynacji Badań Naukowych (mgr Monika Milewska),
- Centrum Komercjalizacji i Rozwoju Technologii (mgr Cweti Czyżycka),
- Centrum Usług Laboratoryjnych (Łukasz Cichacki),
- Centrum Projektów Badawczych Unii Europejskiej (dr Zygmunt Krasiński),
- Biuro Współpracy z Zagranicą (Joanna Małachowska-Tymkiewicz),
- Dział Zamówień Publicznych (mgr Agnieszka Miłosz-Warcholińska),
- Biuro Spraw Pracowniczych (mgr Agnieszka Milczarek),
- Biuro Płacowe (Teresa Wiśniewska),
- Biuro Finansowo-Księgowe (mgr Emilia Lankiewicz),
- Biuro Administracyjne (lic. Aneta Ciesielska),
- Kancelaria (Wiktoria Warcholińska),
- Dział Sieci Komputerowej (mgr inż. Piotr Putek),
- Biuro Gospodarczo-Techniczne (Łukasz Cichacki).

Spis treści

Wstęp

Geneza IPPT PAN 2

Założyciele IPPT PAN 6

Siedziby Instytutu 12

Instytucje naukowe powstałe z IPPT PAN 16

Dyrektorzy i Przewodniczący Rady Naukowej IPPT PAN 18

Jednostki badawcze IPPT PAN 24

Misja, profil naukowy i osiagniecia IPPT PAN 34

- Zakład Biosystemów i Miękkiej Materii 38
- Zakład Informatyki i Nauk Obliczeniowych 46
- Zakład Mechaniki Doświadczalnej 54
- Zakład Mechaniki Materiałów 60
- Zakład Technologii Inteligentnych 70
- Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur 76
- Zakład Ultradźwięków 80
- Samodzielna Pracownia Polimerów i Biomateriałów 88

Kształcenie i promocja kadr naukowych w IPPT PAN 94

Ważne funkcje państwowe, laureaci nagród i wyróżnień naukowych z IPPT PAN 100

Krajowy Punkt Kontaktowy i Centrum Projektów Badawczych Unii Europejskiej 104

Konsorcjum Biocentrum Ochota 116

Wydawnictwa 120

Kalendarium IPPT PAN 126

Copyright © 2023 by Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa

Praca zbiorowa pod redakcją prof. Tadeusza Burczyńskiego

ISBN 978-83-65550-46-0 / eISBN 978-83-65550-47-7

Projekt graficzny, okładka, skład i łamanie: Eliza Jezierska
Korekta: Dział Wydawnictw

W publikacji wykorzystano fotografie z archiwum IPPT PAN
oraz z baz Pexels i Unsplash

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk
A. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa
tel.: 22 826 60 20, e-mail: wydawnictwo@ippt.pan.pl

Druk i oprawa: EXDRUK, Rysia 6, 87-800 Włocławek

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk to przede wszystkim zespół naukowców i wysokiej klasy specjalistów, którzy chcą służyć nauce i społeczeństwu. Tworzymy jeden z największych instytutów technicznych Polskiej Akademii Nauk i dążąc do mocnych, rozpoznawalnych osiągnięć naukowych, pragniemy inicjować, zacieśniać i umacniać efektywną współpracę pomiędzy najambitniejszymi przedstawicielami różnych gałęzi gospodarki a naszymi przedstawicielami i wybitnymi naukowcami z obszarów nauk technicznych.

Instytut Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk

Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa
tel. 22 826 12 81, fax 22 826 98 15
www.ippt.pan.pl

ISBN 978-83-65550-46-0