



Innowator AGH

AGH UST Innovator

Osiągnięcia naukowców
Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Achievements of researchers
at the AGH University of Science
and Technology in Krakow, Poland



Innowator AGH

AGH UST Innovator



Osiągnięcia naukowców
Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Achievements of researchers
at the AGH University of Science
and Technology in Krakow, Poland

Wydawca

**Dział Informacji i Promocji
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków**

Redakcja

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kąkol
Barbara Jezierska
Weronika Szewczyk

**Autorami tekstów w niniejszej publikacji są pracownicy
naukowi Wydziałów AGH.**

Tłumaczenie

Grzegorz Kłopotowski

Korekta

Katarzyna Czyż
Grzegorz Kłopotowski
Joanna Miciak
Weronika Szewczyk

Fotografie, rysunki

Archiwum jednostek AGH, Paweł Dubert

Projekt graficzny i skład

Jacek Łucki, NBI Media

Druk

NBI Media
www.nbi.com.pl

Dzieło chronione jest w całości i we wszystkich częściach
składowych przepisami prawa autorskiego. Przedruki, reprodukcje,
mikrofilmowanie, przekłady oraz inne sposoby wykorzystania
dozwolone jedynie za zgodą wydawcy.

Copyright by Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie
Kraków 2014

ISBN 978-83-7464-751-9

Publisher

**Team for Information and Promotion
AGH University of Science and Technology in Krakow
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland**

Editors

Professor Zbigniew Kąkol
Barbara Jezierska
Weronika Szewczyk

**All articles in this publication have been supplied by the
researchers and scientists of AGH UST Faculties.**

Translation into English

Grzegorz Kłopotowski

Proofreading and correction

Katarzyna Czyż
Grzegorz Kłopotowski
Joanna Miciak
Weronika Szewczyk

Photographs

AGH UST photo library, Paweł Dubert

Graphic design and typesetting

Jacek Łucki, NBI Media

Print

NBI Media
www.nbi.com.pl

All rights reserved; no part of this publication may be reproduced,
stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means,
electronic, mechanical photocopying, recording, or otherwise, without
the prior permission of the Publishers.

Copyright by the AGH University of Science and Technology
in Krakow
Krakow 2014

ISBN 978-83-7464-751-9

Spis treści

Table of contents

Wstęp

Foreword.....	7
---------------	---

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

Faculty of Mining and Geoengineering.....	11
---	----

Instalacja demonstracyjna do produkcji kruszyw z odpadów powęglowych z płuczek cieczy ciężkich zrealizowana w ramach międzynarodowego projektu MIN-NOVATION Demonstration system for production of aggregates from coal mining waste from heavy liquid coal washers, developed as a part of the international MIN-NOVATION project.....	12
--	----

Proekologiczna technologia utylizacji metanu z kopalń Environmentally-friendly technology for utilization of methane from mines	14
--	----

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

Faculty of Metals Engineering and Industrial Computer Science.....	17
--	----

Nowatorskie nici chirurgiczne Innovative sutures	18
---	----

Nowy stop narzędziowy do pracy w wysokiej temperaturze, w warunkach silnego zużycia tribologicznego i agresywnym korozyjnie środowisku New alloy for tools working at high temperatures, in high tribological wear conditions and in a highly corrosive environment.....	20
---	----

Opracowanie systemu komputerowego do optymalizacji procesów i cykli produkcyjnych przetwórstwa metali Development of a computer system for optimization of production processes and cycles in metal processing	22
---	----

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering.....	25
--	----

System do wielopunktowej rejestracji wewnętrznej aktywności mózgu System for multi-point recording of intrinsic brain activity.....	26
--	----

Zoptymalizowane konstrukcje wysokosprawnych silników: indukcyjnego i synchronicznego z magnesami trwałymi Optimised high-efficiency motor designs: induction and synchronous with permanent magnets	28
--	----

Mikroelektronika z AGH podbija rynki światowe Microelectronics from AGH UST conquers global markets.....	31
---	----

Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji

Faculty of Computer Science, Electronics and Telecommunications 33

Unikatowy system światłowodowego transferu czasu i częstotliwości
Unique system for fiber optic transfer of time and frequency 34

System MITIS
MITIS system 36

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

Faculty of Mechanical Engineering and Robotics 38

Głowica do badania ciągnięć linowych
Head for cable tests 39

Wyniki prac badawczych w zakresie zastosowań cieczy magnetycznych
Results of research in the field of applications for magnetic fluids 41

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection 43

Wykorzystanie minerałów kaolinitowych z polskich złóż do syntezy hybrydowych, organo-mineralnych nanomateriałów o kontrolowanych właściwościach
Use of kaolinite-rich minerals from Polish deposits for the synthesis of hybrid, organo-mineral nanomaterials of controlled properties 44

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

Faculty of Mining Surveying and Environmental Engineering 47

System MSITS
MSITS System 48

Opracowanie uniwersalnych kryteriów statusu troficzności wód powierzchniowych
Developing all-purpose criteria concerning trophic state of surface waters 50

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Faculty of Materials Science and Ceramics 52

Ceramiczne materiały implantacyjne dla medycyny
Ceramic implant materials for medicine 53

Badania nad molekularnymi mechanizmami uzależnień
Research on molecular mechanisms of addiction 55

Wydział Odlewnictwa	
Faculty of Foundry Engineering	57
Nieorganiczne spoiwo odlewnicze nowej generacji modyfikowane nanocząstkami New generation inorganic foundry binder modified by nanoparticles	58
Wydział Metali Nieżelaznych	
Faculty of Non-Ferrous Metals.....	60
CWS – Cykliczne Wyciskanie Spęczające CEC – Cyclic Extrusion Compression	61
Wytwarzanie materiałów o unikalnych własnościach użytkowych metodą konsolidacji plastycznej Production of materials of unique performance characteristics using the plastic consolidation method	63
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu	
Faculty of Drilling, Oil and Gas	65
Metodyka i technologia ratowania podziemnych zabytków turystycznych na przykładzie Kopalni Soli „Wieliczka” Methods and technology for preserving underground historic tourist sites on the example of the Wieliczka Salt Mine.....	66
Zintegrowana metodologia do oceny potencjalnych miejsc podziemnego składowania CO ₂ Integrated evaluation methods of possible underground CO ₂ storage sites	68
Metodyka wykonywania symulacji numerycznych procesu hydraulicznego szczelinowania skał łupkowych Numerical simulations methods of the process of hydraulic fracturing of shale rock	70
Wydział Zarządzania	
Faculty of Management	72
Badania naukowe Wydziału Zarządzania Research at the Faculty of Management.....	73
Wydział Energetyki i Paliw	
Faculty of Energy and Fuels.....	75
Nowe narzędzie w projektowaniu akumulatorów litowych New tool for designing Li-ion batteries	76
Bezałogowe aparaty latające zasilane ogniwami paliwowymi Unmanned aerial vehicles powered by fuel cells	78

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Faculty of Physics and Applied Computer Science..... 80

Udział Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej w odkryciu bozonu Higgsa
Participation of the Faculty of Physics and Applied Computer Science in discovery of Higgs boson..... 81

Nowy metamateriał foniczny o właściwościach izotropowych
New photonic metamaterial with isotropic properties 84

Wydział Matematyki Stosowanej

Faculty of Applied Mathematics..... 86

Badania naukowe Wydziału Matematyki Stosowanej
Research conducted at the Faculty of Applied Mathematics 87

Wydział Humanistyczny

Faculty of Humanities..... 89

Badania nad problemami starzejącego się społeczeństwa
Research into the problems of an ageing population 90

Badania nad sytuacją i systemem wsparcia osób niepełnosprawnych w Polsce
Research into the situation and support system for disabled people in Poland 91

Wstęp

- ▶▶ Współczesny Uniwersytet harmonijnie łączy w sobie prowadzenie nowoczesnych badań naukowych z wysoką jakością kształcenia opartego na nauce. Ta idea humboldtowskiego uniwersytetu rozszerzona o współpracę środowiska naukowego z otoczeniem gospodarczym jest fundamentem naszej działalności.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie aktywnie uczestniczy w budowaniu społeczeństwa opartego na wiedzy i wykorzystywaniu nowoczesnych technologii na rzecz rozwoju i wzrostu gospodarczego. Poprzez rozwijanie podstaw teoretycznych nauki eksplorujemy nowe terytoria z nadzieją na odkrycia, które będą wpływać na kształt cywilizacji.

Odzwierciedleniem wyjątkowego potencjału Akademii Górniczo-Hutniczej jest szeroki zakres prowadzonych badań, których rezultaty pozwalają na opracowywanie innowacyjnych produktów i technologii. Markę AGH tworzą przede wszystkim osiągnięcia w zakresie nowoczesnych technologii informacyjnych, jesteśmy znani jako silny ośrodek w dziedzinie nauk fizycznych i w dziedzinie szeroko rozumianej energetyki, a ponadto warto zaakcentować, że w ostatnich latach w murach naszej uczelni intensywnie rozwijają się m.in. badania związane z nowymi materiałami oraz inżynierią biomedyczną.

Ostatnie sukcesy – takie jak I miejsce wśród polskich szkół wyższych w ilości zgłoszeń patentowych do Europejskiego Urzędu Patentowego, czy też Nagroda Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznana AGH w 2013 r. za szczególną aktywność w dziedzinie promocji wynalazczości na arenie międzynarodowej – są efektem indywidualnej i zespołowej pracy najwyższej klasy specjalistów. To ich osiągnięcia tworzą renomę i prestiż Akademii.

Wyrażamy nadzieję, że niniejsza publikacja, w której prezentujemy najnowsze osiągnięcia badawcze stanowiące „kamienie milowe w nauce”, będzie dla wszystkich czytelników cennym źródłem informacji, a w perspektywie stanie się impulsem do współpracy z krajowymi i zagranicznymi uczelniami, instytucjami naukowymi, przedsiębiorstwami przemysłowymi oraz kluczowymi dla rozwoju nowoczesnej gospodarki firmami.

Foreword

- ▶▶ A contemporary university harmoniously combines modern research with a high quality of education based on science. The idea of a Humboldtian university enriched by collaboration between the scientific environment and the economy constitutes the basis of our activity.

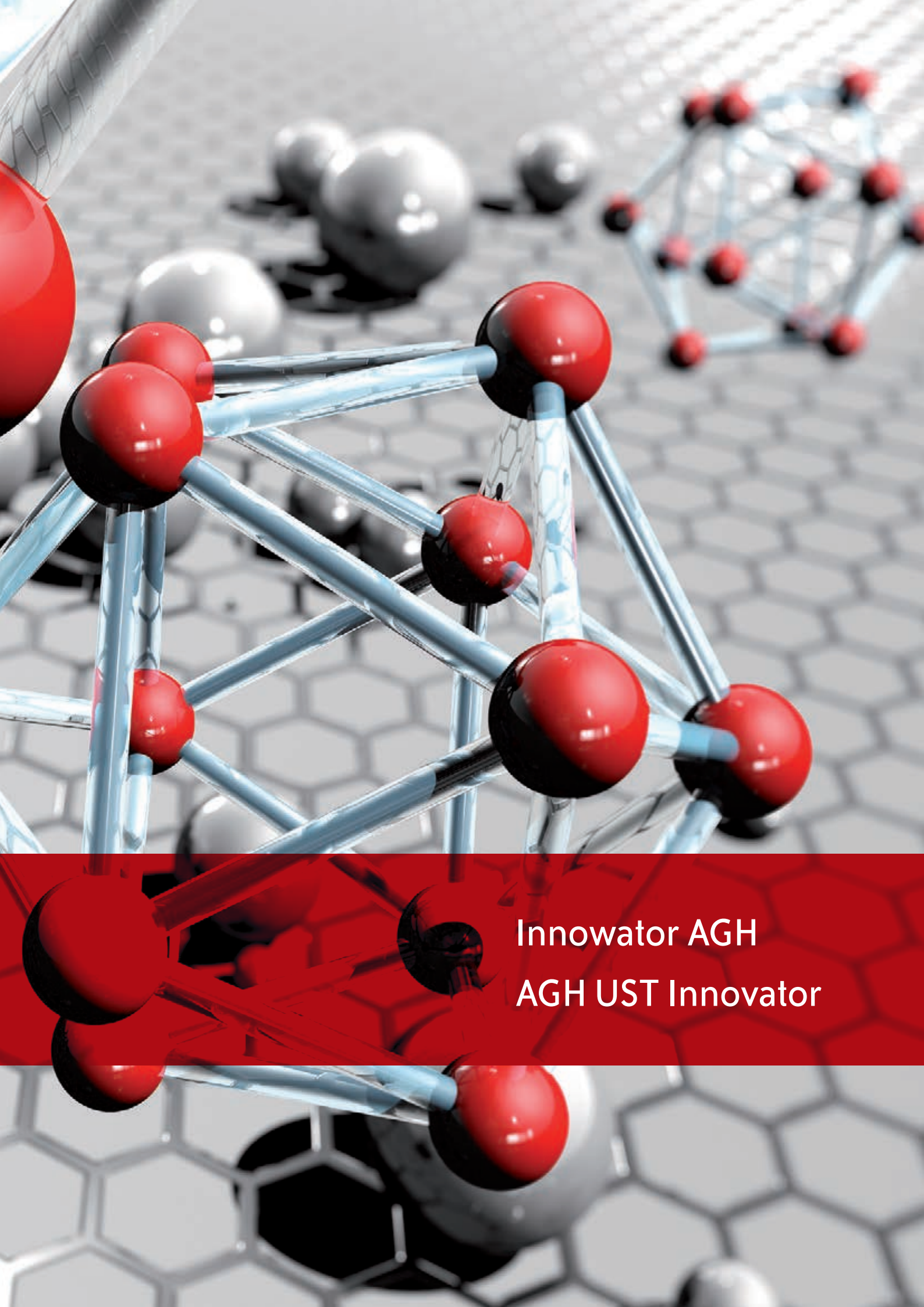
The AGH University of Science and Technology in Krakow takes active part in building a society based on knowledge, while taking advantage of modern technologies for the purpose of economic growth and development. Through the development of the theoretical foundations of science, we explore new territories hoping for discoveries that will have an influence on the shape of civilisation.

A reflection of the unique potential of the AGH University of Science and Technology is a wide scope of conducted research, whose results enable the development of innovative products and technologies. The AGH UST brand is primarily created by means of modern information technologies. We are well known as an important centre in the field of physical sciences, and in the field of power engineering. Moreover, it is worthwhile mentioning that in the recent years, research into new materials and biomedical engineering has been developed extensively.

Recent successes – such as the first place among Polish universities with regard to the number of patent applications in the European Patent Office, and the Prize of the Ministry of Science and Higher Education awarded to AGH UST in 2013 for a particularly active participation in promoting inventiveness on the international arena – are a result of individual and team effort of high-class specialists. It is their achievements that build the recognition and prestige of the university.

We hope that this publication, in which we present the latest research achievements that constitute the “milestones of science”, will be a valuable source of information for all readers, and in consequence, it will become a springboard for collaboration with domestic and international universities, research institutions, industrial enterprises, and companies which are crucial for the development of a modern economy.





Innovator AGH
AGH UST Innovator

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii



Działalność naukowo-badawcza wydziału obejmuje następujące zagadnienia:

- zastosowanie nowoczesnych metod w budownictwie specjalnym i geotechnice,
- opracowanie innowacyjnych technologii w zakresie skutków działalności górniczej w oparciu o badania geotechniczne,
- metodyka diagnostyki środowiska i gospodarki odpadami,
- rozwiązywanie problemów technologicznych i sozologicznych w górnictwie,
- budownictwo i inżynieria środowiska,
- badania wpływu skojarzonych zagrożeń naturalnych na bezpieczeństwo w górnictwie,
- określenie uwarunkowań efektywnej i innowacyjnej eksploatacji złóż,
- problematyka ekonomiki, zarządzania i modelowania procesów w przemyśle.



Faculty of Mining and Geoengineering



The research and development activities cover the following areas:

- use of modern methods in special construction and geotechnical engineering,
- elaboration upon innovative technologies in the field of consequences of mining operations based on geotechnical studies,
- methods of environmental and waste management diagnostics,
- solving technological and sozological problems in the mining industry,
- construction and environmental engineering,
- research on the impact of combined natural hazards on safety in the mining industry,
- determination of constraints for effective and innovative exploitation of deposits,
- problems of economics, management and modelling of processes in industry.

Instalacja demonstracyjna do produkcji kruszyw z odpadów powęglowych z płuczek cieczy ciężkich zrealizowana w ramach międzynarodowego projektu MIN-NOVATION

▶▶ W dobie przykładania większej wagi do surowców mineralnych, a także innowacyjnych rozwiązań, w latach 2011–2013 pod przewodnictwem Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii zrealizowany został międzynarodowy projekt pt. „Sieć innowacji w zarządzaniu odpadami górnictwami i przeróbczymi” (akronim: MIN-NOVATION).

Wśród zadań zrealizowanych w projekcie istotne znaczenie dla gospodarki i środowiska miały cztery pilotażowe instalacje do badania jakości odpadów wydobywczych i ich odzysku. Proces ten pozwala bowiem chronić środowisko, w tym niezagospodarowane złoża kopalin.

Innowacyjna w aspekcie procesu technologicznego instalacja zbudowana została na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH. Przeznaczona jest do otrzymywania mieszanki 4–31,5 mm z odpadów powęglowych pochodzących z płuczek cieczy ciężkich z zakładów przeróbki węgla w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym.

Z wyjściowego odpadu 20–150 (200) mm, dzięki prowadzonemu w kruszarce udarowej M5 selektywnemu i silniejszemu rozdrabnianiu skał słabych (głównie łupków, mułowców i węgla) oraz zabiegom odsiewania drobnej frakcji ziarnowej, usuwany jest materiał drobnziarnisty 0–4 mm, najbardziej zasobny w minerały ilaste i substancję organiczną.

Dzięki temu jako główny produkt otrzymywana jest mieszanka 4–31,5 mm (4–16 mm) o znacznie lepszych parametrach fizykomechanicznych oraz obniżonej zawartości węgla w kruszywie niż materiał wyjściowy. Poprawa właściwości fizykomechanicznych tej mieszanki ma związek przede wszystkim z usunięciem znacznej części węgla do frakcji drobnziarnistej. Wydajność instalacji wynosi min. 0,6 t/h.

Demonstration system for production of aggregates from coal mining waste from heavy liquid coal washers, developed as a part of the international MIN-NOVATION project

▶▶ In a period when more attention is paid to mineral resources and innovative solutions, in the years 2011–2013, an international project “Network of innovations in management of mining and processing waste” (MIN-NOVATION) was performed under the leadership of the Faculty of Mining and Geoengineering.

The tasks performed in the project included four pilot systems for testing the quality of mining waste and its recovery, which was of a particular importance to the economy and the environment. The process enables protecting the environment, including unexploited deposits of minerals.

An innovative system with regard to the technological process was built at the AGH UST Faculty of Mining and Geoengineering. It is intended for obtaining a 4–31.5 mm mix from coal mining waste from heavy liquid washers at coal processing plants in the Upper Silesian Coal Basin.

In an M5 impact crusher, input waste of a grain size equal to 20–150 (200) mm undergoes selective and stronger crushing of weak rocks (mostly shale, mudstone, and coal) and sieving of the fine-grained fraction; as a result, fine-grained material (0–4 mm), which has the highest content of silty minerals and organic matter, is removed.

Consequently, the main product is a mix with the grain size of 4–31.5 mm (4–16 mm), which has much better physico-chemical parameters and a lower content of coal in the aggregate than the input material. In the first place, the improvement of the physico-chemical properties of the mix is related to the removal of significant quantities of coal into the fine-grained fraction. The minimum output of the system is 0.6 t/h.

Uzyskiwana mieszanka 4–31,5 mm (4–16 mm) może być stosowana w budownictwie drogowym, a otrzymywana ubocznie frakcja drobnoziarnista 0–4 mm o podwyższonej zawartości węgla – wykorzystywana jako surowiec niskoenergetyczny (wartość opałowa 4–9 MJ/kg) do zmieszania z miazami węglowymi.

Instalacja jest zlokalizowana w Centralnym Laboratorium Techniki Strzelniczej i Materiałów Wybuchowych AGH w Regulicach. Służy celom badawczo-dydaktycznym. Planuje się jej rozbudowę.

Trzyletnia współpraca w projekcie MIN-NOVATION była istotnym „głosem” w ogólnoeuropejskiej debacie na temat skutecznego zarządzania odpadami wydobywczymi oraz naturalnymi złożami kopalin. Znalazła też odzwierciedlenie w monografii pod redakcją prof. Marka Cały pt. „Mining Waste Management in the Baltic Sea Region. MIN-NOVATION project” wydanej nakładem Wydawnictw AGH w 2013. Konsorcjum kontynuuje tę współpracę w celu rozwiązywania zidentyfikowanych w ramach projektu MIN-NOVATION problemów wpisujących się w europejską strategię surowcową.

The 4–31.5 mm (4–16 mm) mix can be used in the road construction industry, and the by-product, i.e. the fine-grained fraction (0–4 mm) of an increased coal content, can be used as low-energy material (calorific value 4–9 MJ/kg) to be mixed with fine coal.

The system is located at the AGH UST Central Laboratory of Blasting Technology and Explosives in Regulice. It is used for research and educational purposes. There are plans of further development.

Three-year collaboration on the MIN-NOVATION project was an important “statement” in the European debate on the effective management of mining waste and natural mineral deposits. It was presented in a monograph edited by professor Marek Cała “Mining Waste Management in the Baltic Sea Region. MIN-NOVATION Project”, published by the AGH UST Press in 2013. The consortium is continuing the cooperation in order to solve the problems identified during the MIN-NOVATION project, which contributes to the European raw materials strategy.



Instalacja demonstracyjna do produkcji kruszyw z odpadów powęglowych z płuczek ciecży ciężkich
A demonstration system for production of aggregates from coal mining waste from heavy liquid coal washers

Proekologiczna technologia użytkowania metanu z kopalń

▶▶ Zarówno w polskim, jak i w światowym górnictwie największym problemem jest użycie i gospodarcze wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń, gdzie ze względów bezpieczeństwa jego koncentracja w powietrzu jest mniejsza niż wynika to z dolnej granicy wybuchowości mieszaniny powietrzno-metanowej.

Metanowość bezwzględna polskich kopalń węgla kamiennego jest bardzo wysoka i w 2013 r. wynosiła 847,8 mln m³ CH₄, przy czym podziemne odmetanowanie ujmowało 276,6 mln m³ CH₄, a z powietrzem wentylacyjnym z kopalń było odprowadzane do atmosfery 571,21 mln m³ CH₄.

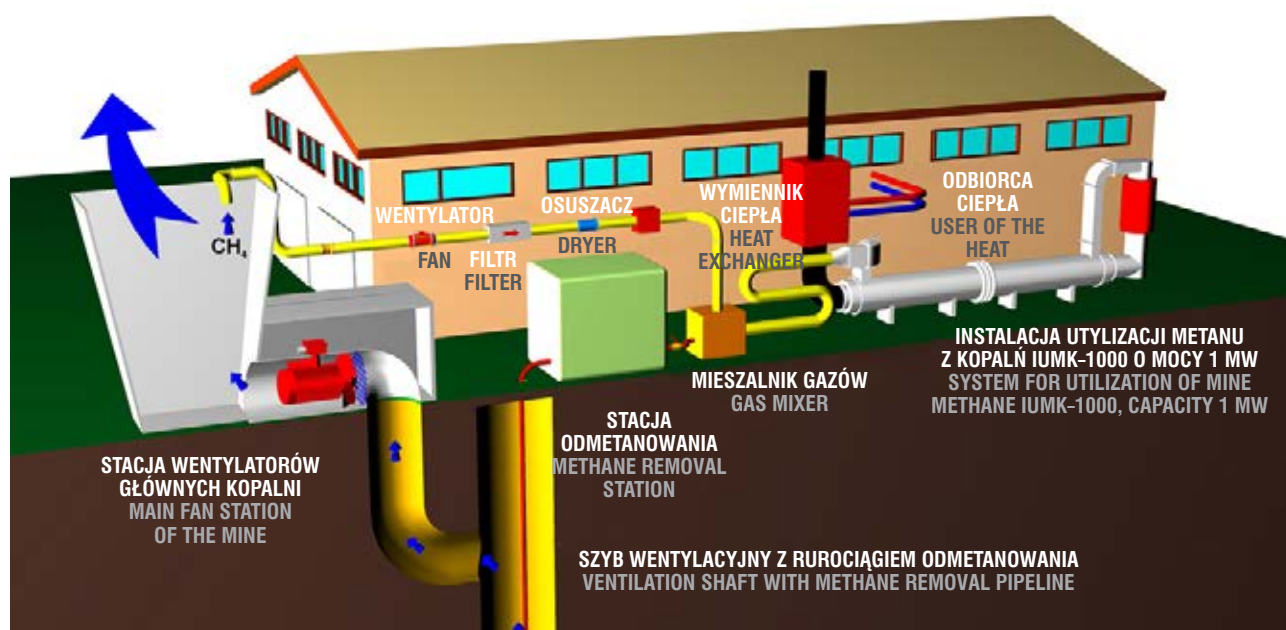
Każdego roku do atmosfery z powietrzem wentylacyjnym kopalń w Polsce emitowane jest ok. 600 mln m³ metanu o wartości około 600 mln zł. Metan jest gazem o potencjale cieplarnianym 21 razy większym niż CO₂.

Environmentally-friendly technology for utilization of methane from mines

▶▶ Both in Poland and worldwide, the largest problem in mining is the utilization and economic use of methane from the ventilation air in mines, where, for safety reasons, its concentration must be lower than the lower explosive limit of the air and methane mixture.

The absolute methane emission in Polish hard coal mines is very high, and in 2013 was equal to 847.8 million cubic meters of CH₄, whereby underground methane removal processes recovered approximately 276.6 million cubic meters of CH₄, and 571.21 million cubic meters of CH₄ were removed into the atmosphere with ventilation air.

Each year, approximately 600 million cubic meters of methane, worth approximately 600 million PLN, are exhausted into the atmosphere with ventilation air. Methane is 21 times more potent as a greenhouse gas than CO₂.



Schemat instalacji użycia metanu z kopalni IUMK-1000
Diagram of IUMK-1000 installation



Instalacja badawcza w skali półtechnicznej o symbolu IUMK-1000
Semi-technical scale research installation IUMK-1000

W celu przeprowadzenia badań przebiegu procesów chemicznych i energetycznych dotyczących katalitycznego utleniania metanu o koncentracji poniżej 1% opracowano i skonstruowano instalację wielkolaboratoryjną oznaczoną symbolem IUMK-1 pozwalającą utylizować metan z powietrza wentylacyjnego kopalń, którą umieszczono w laboratorium Wydziału Chemii Politechniki Wrocławskiej.

Utlenianie metanu w IUMK-1 zachodzi przy temperaturze gazu ok. 350–600°C i koncentracji metanu w powietrzu wynoszącej 0,4–1,0%. Sprawność chemiczna utleniania metanu wynosiła do 97%. W instalacji tej w celu odbioru ciepła z gazów wylotowych został zaprojektowany i zabudowany wymiennik ciepła z gazów wylotowych WC-1 o mocy cieplnej 1 kW.

Kolejnym etapem było zaprojektowanie i wykonanie w skali półtechnicznej instalacji o symbolu IUMK-100 umożliwiającej produkcję do 100 kW ciepła.

W wyniku współpracy i uzgodnień Akademii Górniczo-Hutniczej z Jastrzębską Spółką Węglową SA próby i badania pracy instalacji IUMK-100 przeprowadzono w okresie od 1 maja do 15 lipca 2012 r. w rejonie szybu VI w Kopalni Węgla Kamiennego „Jas-Mos” należącej do Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA.

Przeprowadzone badania laboratoryjne (instalacji IUMK-1) i w skali półtechnicznej (instalacji IUMK-100) wykazały możliwość utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego w przepływowym reaktorze w sposób umożliwiający produkcję ciepła przy zachowaniu warunków autotermiczności i stanowiły podstawowe założenia do opracowania projektu przemysłowej instalacji utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego IUMK-1000.

Instalacja IUMK-1000 będzie utylizowała 40 000 m³/h mieszaniny metanowo-powietrznej o koncentracji metanu od 0,45 do 0,55% (o wartości opałowej 0,15–0,19 MJ/m³) i produkowała do 1000 kW ciepła.

In order to study the chemical and energy processes related to the catalytic oxidation of methane whose concentration is below 1%, a large laboratory system – IUMK-1 – was designed and built, which enables the utilization of methane from the ventilation air exhausted from mines; the system was placed in the laboratory of the Faculty of Chemistry at Wrocław University of Technology.

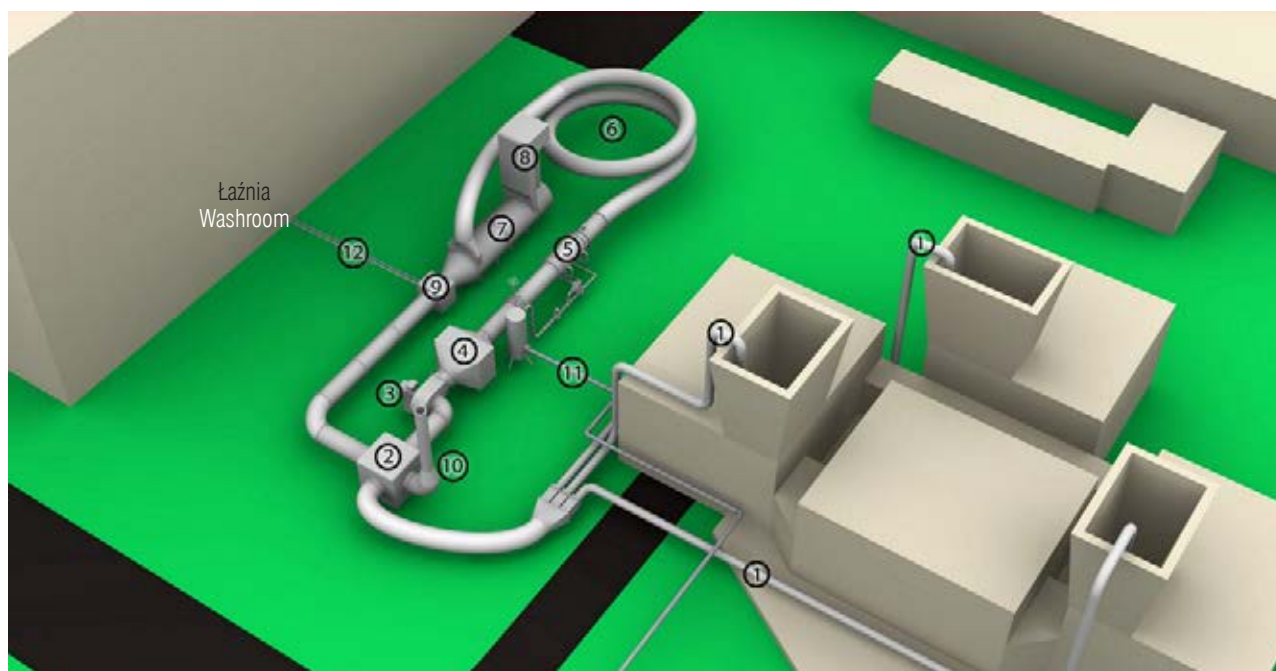
Methane oxidation in the IUMK-1 system takes place at a gas temperature equal to approximately 350–600°C and at a methane concentration in the air equal to 0.4–1.0%. The chemical efficiency of methane oxidation was equal to 97%. In order to collect heat from the exhaust gases in the system, a heat exchanger, WC-1, with a thermal capacity of 1 kW, was designed and built.

Another stage involved designing and building, on a semi-commercial scale, a system designated as IUMK-100, which enables production of up to 100 kW of heat.

As a result of cooperation and consultations between the AGH University of Science and Technology and Jastrzębska Spółka Węglowa SA, tests and studies of the operation of the IUMK-100 system were performed in the period between 1 May and 15 July 2012 in the vicinity of shaft VI of the Underground Coal Mine Jas-Mos, owned by Jastrzębska Spółka Węglowa SA.

The laboratory tests (of the IUMK-1 system) and the tests conducted on the semi-commercial scale (of the IUMK-100 system) demonstrated the possibility to utilize the methane contained in the ventilation air in a flow-through reactor in a way that enables production of heat with the condition of autothermity; they provided the basic assumptions for the development of the design of an industrial system for the utilization of methane from ventilation air, the IUMK-1000 system.

The IUMK-1000 system will utilize 40 thousand cubic meters per hour of methane-air mixture with a methane concentration



Instalacja utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń IUMK-1000:

1 – lutniociągi pobierające powietrze i metan z szybu, 2 – osuszacz powietrza OP-1000, 3 – wentylator W, 4 – filtr powietrza FP-1000, 5 – mieszalnik gazów MG-1000, 6 – system bezpieczeństwa z buforem, 7 – wymiennik gaz-gaz WR-1000, 8 – reaktor RKUM-1000, 9 – wymiennik gaz-woda WC-1000, 10 – komin K, 11 – rurociąg zasilający z odmetanowania kopalni, 12 – węzeł cieplny dostarczania ciepła do łaźni

System for utilization of methane from ventilation air from mines, IUMK-1000:

1 – air tubing lines collecting air and methane from the shaft, 2 – OP-1000 air dryer, 3 – induced-draft fan, 4 – FP-1000 air filter, 5 – MG-1000 gas mixer, 6 – safety system with a buffer, 7 – WR-1000 gas-gas heat exchanger, 8 – RKUM-1000 reactor, 9 – WC-1000 gas-water exchanger, 10 – stack, 11 – supply pipeline from the methane removal system of the mine, 12 – heating centre – heat supply to the washroom

Dla budowy instalacji IUMK-1000 zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (DPB) wynosi 3,5 roku.

Instalacja IUMK-1000 będzie umożliwiała produkcję ciepła w ilości 28 800 GJ (przy założeniu pracy 8000 h/rok) rocznie o wartości 1 008 000 zł (przy założeniu ceny GJ ciepła w wysokości 35 zł).

Wskaźniki opłacalności produkcji ciepła w instalacji IUMK-1000 są korzystniejsze aniżeli przy produkcji ciepła w oparciu o zasoby ciepła geotermalnego lub w kolektorach słonecznych.

Możliwe jest uzyskanie w szybie wentylacyjnym kopalni wystarczającej koncentracji metanu (ok. 0,5%) poprzez odpowiednie ukierunkowanie strumieni metanu w powietrzu wentylacyjnym kopalni, pozyskanie go ze zrobów, a także z podziemnych stacji odmetanowania.

Projekt pt. „Proekologiczna technologia utylizacji metanu z kopalń” został wykonany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka przez Konsorcjum Utylizacji Metanu z Pokładów Węgla, w skład którego weszły uczelnie: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie – lider, Politechnika Wrocławska we Wrocławiu oraz Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

between 0.45% and 0.55% (with a calorific value of 0.15-0.19 MJ/m³) and will produce up to 1,000 kW of heat.

The discounted payback period (DPP) for the construction of the IUMK-1000 system is equal to 3.5 years.

The IUMK-1000 system will enable the production of up to 28,800 GJ of heat a year (assuming 8,000 hours of operation), whose value is equal to 1,008,000 PLN (assuming that the price of 1 GJ of heat is equal to 35 PLN).

The return rate on the production of heat in the IUMK-1000 system is better than that for the production of heat from geothermal sources or in solar systems.

It is possible to achieve a sufficient concentration of methane (approx. 0.5%) in the ventilation shaft by properly directing the streams of methane in the mine's ventilation air, obtaining it from goaf, as well as from underground methane-removal stations.

The project “Environmentally-friendly technology for utilization of methane from mines” was performed as part of the Operational Programme Innovative Economy by the Consortium for Utilization of Methane from Coal Seams, which included the following institutions of higher education: the AGH University of Science and Technology in Krakow – as leader, Wrocław University of Technology, and the Maria Skłodowska-Curie University in Lublin.

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się na opracowywaniu najnowszych technik i technologii z zakresu:

- nauki o materiałach,
- przeróbki plastycznej metali,
- metalurgii ekstrakcyjnej,
- techniki cieplnej,
- komputerowego modelowania procesów metalurgicznych,
- informatyki przemysłowej.



Faculty of Metals Engineering and Industrial Computer Science



The research and development activities of the faculty focus on the development of state-of-the-art techniques and technologies in the field of:

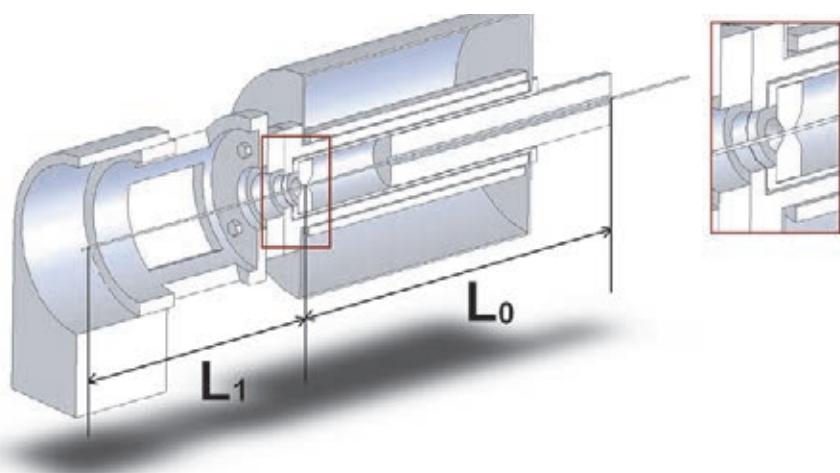
- materials science,
- metal forming,
- extractive metallurgy,
- thermal technologies,
- computer modelling of metallurgical processes,
- industrial computer science.

Nowatorskie nici chirurgiczne

▶▶ Dr inż. Piotr Kustra i prof. dr hab. inż. Andrij Milenin z Katedry Informatyki Stosowanej i Modelowania Wydziału Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej opracowali technologię ciągnięcia w podgrzewanych ciągnadłach cienkich drutów ($\varnothing 0,1 \text{ mm}$) z biogodnych stopów magnezu do zastosowania jako resorbowalne nici chirurgiczne.

Innovative sutures

▶▶ Piotr Kustra, DSc, and professor Andrij Milenin from the Department of Applied Computer Science and Modelling of the Faculty of Metals Engineering and Industrial Computer Science have developed a technology for the drawing of thin wires ($\varnothing 0.1 \text{ mm}$) from biocompatible magnesium alloys through heated drawing dies for use as resorbable sutures.



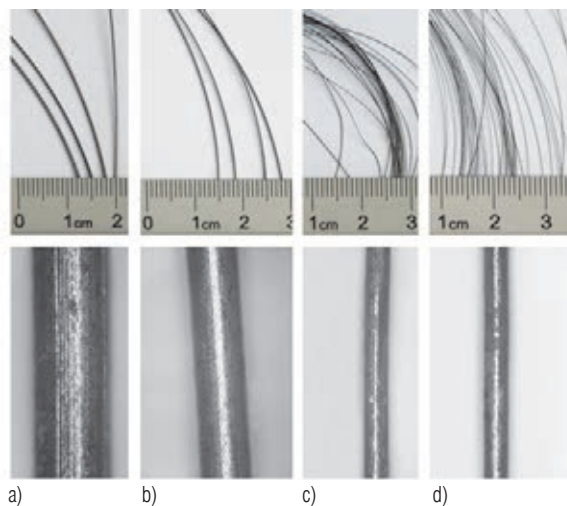
Urządzenie do realizacji procesu ciągnięcia: L_0 – strefa grzewcza, L_1 – strefa chłodzenia
Device for the drawing process: L_0 – heating zone, L_1 – cooling zone

W opracowanej technologii narzędzie – ciągnadło umieszczone jest wewnątrz pieca. Zimny drut wprowadzany jest do strefy grzewczej pieca L_0 , następnie odkształcany jest w ciągnadle nagrzanym do temperatury ok. 350°C , a po odkształceniu chłodzony jest na powietrzu. Przy takich warunkach odkształcenia materiał ulega pełnej rekrytalizacji, co daje możliwość realizacji wieloetapowego procesu ciągnięcia bez kosztownego i czasochłonnego procesu wyżarzania międzyoperacyjnego. Prototypowe urządzenie służące do realizacji procesu ciągnięcia w podgrzewanych ciągnadłach zostało przedstawione schematycznie na rysunku. W urządzeniu tym długość komory wstępnego grzania jest regulowana za pomocą przesuwnej tulei i zależy od prędkości ciągnięcia. Przy takim układzie w materiale po ciągu n może zachodzić dynamiczna rekrytalizacja, a przed ciągiem $n+1$ występuje dodatkowo rekrytalizacja statyczna.

In the developed technology, the tool, i.e. the drawing die, is located inside a furnace. The cold wire is put in the heating zone of the furnace L_0 and then deformed in a drawing die heated up to a temperature of approx. 350°C ; after its deformation, it is cooled in the air. In such deformation conditions, the material undergoes full recrystallization, which enables a multi-stage drawing process without the costly and time-consuming inter-operational heat treatment process. A schematic diagram of the prototype device for the drawing process performed in heated drawing dies is shown in the picture. In this device, the length of the preliminary heating chamber is adjusted with a sliding sleeve and depends on the speed of drawing. This arrangement leads to possible dynamic recrystallization after the drawing n , and before the $n+1$ drawing, there is additional static recrystallization.

W oparciu o opracowaną technologię wykonano proces ciągnięcia bez wyżarzania między operacjami ciągnięcia stopu magnezu MgCa0.8 dla następującego schematu odkształcenia: 1,000 → 0,913 → 0,833 → 0,761 → 0,694 → 0,634 (a) → 0,579 → 0,528 → 0,482 → 0,440 → 0,402 (b) → 0,367 → 0,335 → 0,306 (c) → 0,279 → 0,255 → 0,233 (d) → 0,212 → 0,194 → 0,177 → 0,162 (c) → 0,147 → 0,135 → 0,123 → 0,112 → 0,1 (d).

Based on the developed technology, the drawing process was performed without inter-operational heat treatment on a MgCa0.8 magnesium alloy for the following deformation pattern: 1.000 → 0.913 → 0.833 → 0.761 → 0.694 → 0.634 (a) → 0.579 → 0.528 → 0.482 → 0.440 → 0.402 (b) → 0.367 → 0.335 → 0.306 (c) → 0.279 → 0.255 → 0.233 (d) → 0.212 → 0.194 → 0.177 → 0.162 (c) → 0.147 → 0.135 → 0.123 → 0.112 → 0.1 (d).



Druty ze stopu magnezu MgCa0.8 po procesie ciągnięcia w podgrzewanych ciągnadłach: a) 0,634 mm, b) 0,402 mm, c) 0,162 mm, d) 0,1 mm
Wires from a MgCa0.8 magnesium alloy after the process of drawing in heated drawing dies: a) 0.634 mm, b) 0.402 mm, c) 0.162 mm, d) 0.1 mm



Stanowisko do realizacji procesu ciągnięcia
Installation for the drawing process

Nowy stop narzędziowy do pracy w wysokiej temperaturze, w warunkach silnego zużycia tribologicznego i agresywnym korozyjnie środowisku

▶▶ Przedmiotem wynalazku jest odporny na ścieranie w wysokiej temperaturze (do 1000°C) narzędziowy stop na osnowie niklu, wytwarzany klasyczną technologią, przeznaczony na elementy robocze oprzyrządowania narzędziowego (np. do odlewania ciśnieniowego metali) narażone w czasie eksploatacji na szczególnie intensywne zużycie ścierne, działanie wysokiej temperatury oraz środowisko agresywne korozyjne.

Mikrostrukturę nowego stopu narzędziowego stanowi roztwór stały na osnowie niklu z wydzieleniami fazy γ' [$\text{Ni}_3(\text{AlTa})$], węglkami pierwotnymi o udziale objętościowym 32–35% oraz węglkami wtórnymi. Stop ten cechuje się dobrą odpornością

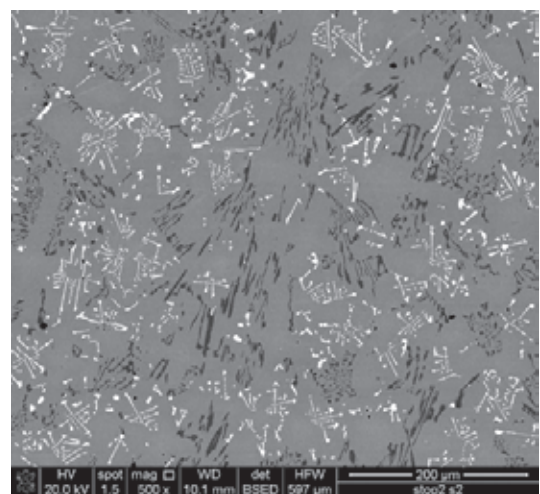


a)

New alloy for tools working at high temperatures, in high tribological wear conditions and in a highly corrosive environment

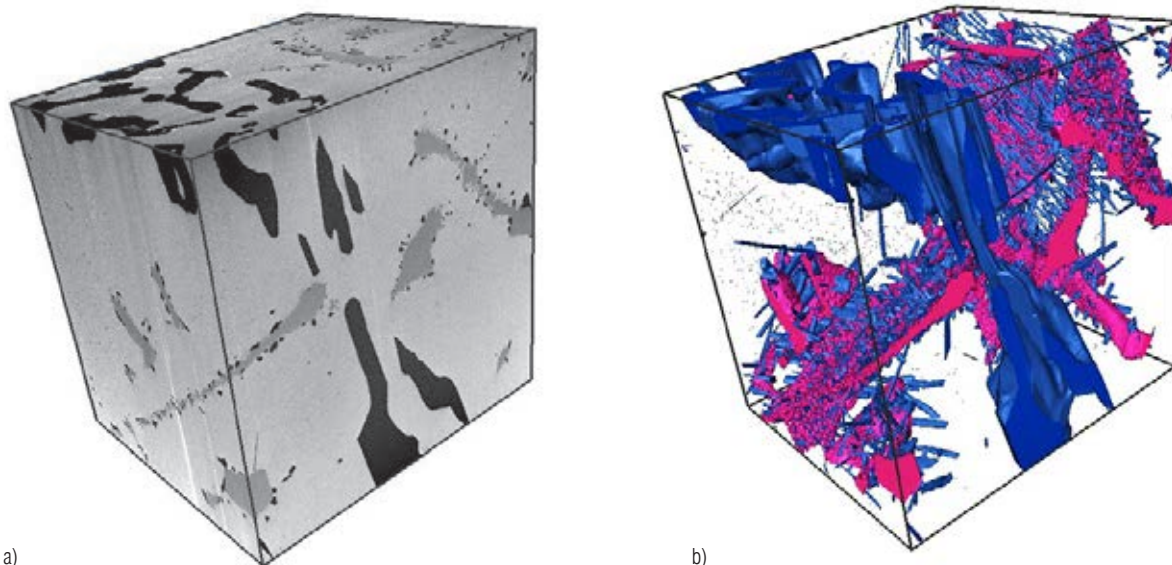
▶▶ The object of the invention is a nickel-based tool alloy that is resistant to abrasion at high temperatures (up to 1000°C). It is made by using standard technology, and is intended for working elements of tools (e.g. for pressure casting of metals) which during operation are exposed to particularly intensive abrasive wear, high temperatures, and a highly corrosive environment.

The microstructure of the new tool alloy is a nickel-based solid solution with γ' [$\text{Ni}_3(\text{AlTa})$] phase precipitates, 32–35% primary carbides and secondary carbides. The alloy is highly resistant to abrasion, and to a highly corrosive environment at high



b)

Mikrostruktury stopu Ni-Ta-Al-C-Cr: a) mikroskop świetlny, b) SEM-BSE
Microstructures of alloy Ni-Ta-Al-C-Cr: a) light microscope, b) SEM-BSE



Rekonstrukcja 3D węglików w stopie Ni-Ta-Al-C-Cr: a) obszar analizy SEM-BSE (1000 przejść – obszar $28 \times 22 \times 22 \mu\text{m}$), b) węgliki pierwotne i wtórne tantalum i chromu
 A 3D reconstruction of carbides in alloy Ni-Ta-Al-C-Cr: a) area of analysis performed with the SEM-BSE microscope (1,000 passages – area of $28 \times 22 \times 22 \mu\text{m}$), b) primary and secondary tantalum and chromium carbides

na ścieranie oraz agresywne korozyjne środowisko w wysokiej temperaturze. Posiada on stabilną mikrostrukturę i nie jest skłonny do pęknięć zmęczeniowych, dzięki czemu wykonane z niego elementy oprzyrządowania odznaczają się dużą trwałością.

Nowy stop jest rozwiązaniem unikatowym. Wypełnia lukę pomiędzy stalami narzędziowymi do pracy na gorąco a spiekami narzędziowymi na osnowie molibdenu i wolframu. Testowany w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych uzyskał bardzo dobre wyniki. Materiał w przyszłości pozwoli m.in. na rozwój odlewnictwa ciśnieniowego stopów miedzi, które nie mogło się rozwijać ze względu na brak materiałów narzędziowych. Opisany stop został zaprojektowany i przebadany przez dr. hab. inż. Piotra Bałę w ramach jego pracy habilitacyjnej opublikowanej nakładem Wydawnictwa AGH w serii „Rozprawy. Monografie” i obronionej 24 czerwca 2013 r. na Wydziale Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej AGH. Dr hab. inż. Piotr Bała za swój stop otrzymał złoty medal na 40. międzynarodowej wystawie „Geneva Innovations 2012” oraz brązowy medal na wystawie „International Warsaw Invention Show” zorganizowanej w Warszawie w 2012 r.

Otrzymane nagrody oraz zainteresowanie ze strony firm produkujących oprzyrządowanie do odlewania ciśnieniowego metali są najlepszą rekomendacją dla tego wynalazku.

temperatures. It has a stable microstructure and is not susceptible to fatigue cracking; as a result, tool elements made from the alloy are very durable.

The new alloy is a unique solution. It fills the gap between tool steels for hot work and sintered molybdenum- and tungsten-based tool materials. It was tested in laboratory and industrial conditions with very good results. The material will enable certain developments in the future, including the development of pressure casting of copper alloys, which has so far faced the problem of lack of tool materials. The alloy described here was designed and tested by Piotr Bała, DSc, as a part of his post-doctoral dissertation, published by the AGH UST Press in the series “Dissertations. Monographs” defended on 24th June, 2013, at the AGH UST Faculty of Metals Engineering and Industrial Computer Science. For his alloy, Dr Bała won the gold medal at the 40th international exhibition “Geneva Innovations 2012”, and the bronze medal at the “International Warsaw Invention Show” in 2012.

The awards and interest on the part of companies that make tools for pressure casting of metals are the best recommendation of the invention.

Opracowanie systemu komputerowego do optymalizacji procesów i cykli produkcyjnych przetwórstwa metali

▶▶ Projekt realizowało konsorcjum w składzie: Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Śląska i Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach, a głównymi wykonawcami z ramienia AGH byli prof. dr hab. inż. Jan Kusiak, prof. dr hab. inż. Maciej Pietrzyk oraz dr inż. Łukasz Rauch.

Motywacją do opracowania tytułowego systemu komputerowego był wynik przeprowadzonej analizy rynkowej, który pokazał, że w sektorze zaawansowanych rozwiązań IT w przemyśle liczba rozwiązań tego typu jest znikoma. Prym wiodą rozwiązania znanych marek, których funkcjonalność sprowadza się zwykle do integracji zewnętrznych programów komputerowych do symulacji numerycznych oraz zaawansowanych narzędzi matematycznych. Rozwiązaniami, które obecnie dominują na rynku są ISight¹ oraz Rescale², który dodatkowo korzysta z architektur komputerowych wysokiej wydajności typu *grid* lub *cloud*. Celem podjętych przez zespół prac było stworzenie rozwiązania, które oferowałoby podobną funkcjonalność oraz możliwość zastosowania w szeroko rozumianej branży przetwórstwa metali.

Opracowany system komputerowy pełni rolę integratora zewnętrznych programów komputerowych do symulacji numerycznych, materiałowej bazy danych oraz biblioteki numerycznej metod optymalizacji. Symulacje numeryczne realizowane są w różnych programach komercyjnych (np. Abaqus, Forge, Marc) oraz programach rozwijanych w Katedrze Informatyki Stosowanej i Modelowania. Wartości naprężeń, odkształceń, temperatur i inne, obliczane za pomocą tych programów, stanowią podstawę modeli w skali mikro oraz nano, które również zostały dołączone do systemu jako odrębne moduły obliczeniowe. Procedury te łączone są ze skalą makro hierarchicznie w sposób w pół sprzężony, co pozwala obliczać własności termomechaniczne w wybranych miejscach

Development of a computer system for optimization of production processes and cycles in metal processing

▶▶ The project was carried out by the consortium composed of AGH UST (coordinator), the Silesian University of Technology, and IMŻ Gliwice. The key members of the AGH UST team were professor Jan Kusiak, professor Maciej Pietrzyk, and Łukasz Rauch, DSc.

An impulse for the development of the computer system was the result of a market analysis which demonstrated that the number of such systems in the sector of advanced industrial IT solutions is very small. The functionality of the leading systems, offered by well-known brands, is usually limited to the integration of external software for numerical simulations and advanced mathematical tools. The most popular systems on the market are ISight¹ and Rescale²; the latter also uses highly efficient computer architectures of the grid or cloud type. The purpose of the project was to develop a solution that would offer a similar functionality, and would be suitable for use in the broadly-defined metal processing industry.

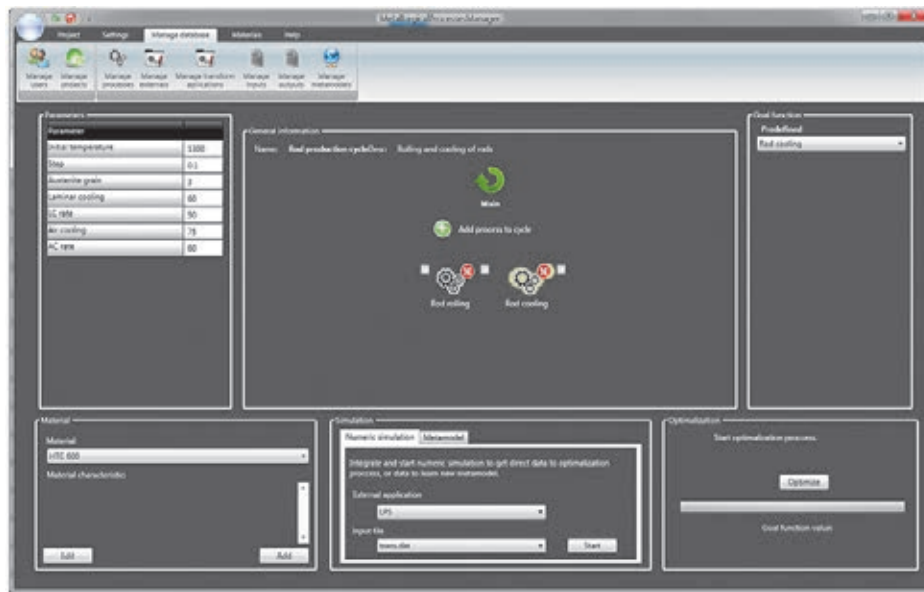
The developed computer system plays the role of an integrator of external software for numerical simulations, a materials database, and a numerical library of optimization methods. Numerical simulations are performed by means of various off-the-shelf software (e.g. Abaqus, Forge, Marc) and by software developed at the Department of Applied Computer Science and Modelling. The values of stresses, deformations, temperatures, etc., which are calculated by this software, are used as a basis for models in the micro- and nano-scale, which are also included in the system as separate calculation modules. The procedures are connected with the macro scale hierarchically in a semi-coupled manner, which enables the calculation of thermomechanical properties in selected locations in the material at any time of

¹ <http://www.3ds.com/products-services/simulia/portfolio/isight-simulia-execution-engine/latest-release>

² <http://www.rescale.com>

¹ <http://www.3ds.com/products-services/simulia/portfolio/isight-simulia-execution-engine/latest-release>

² <http://www.rescale.com>



Graficzny interfejs użytkownika systemu ManuOpti
Graphical User Interface of ManuOpti system

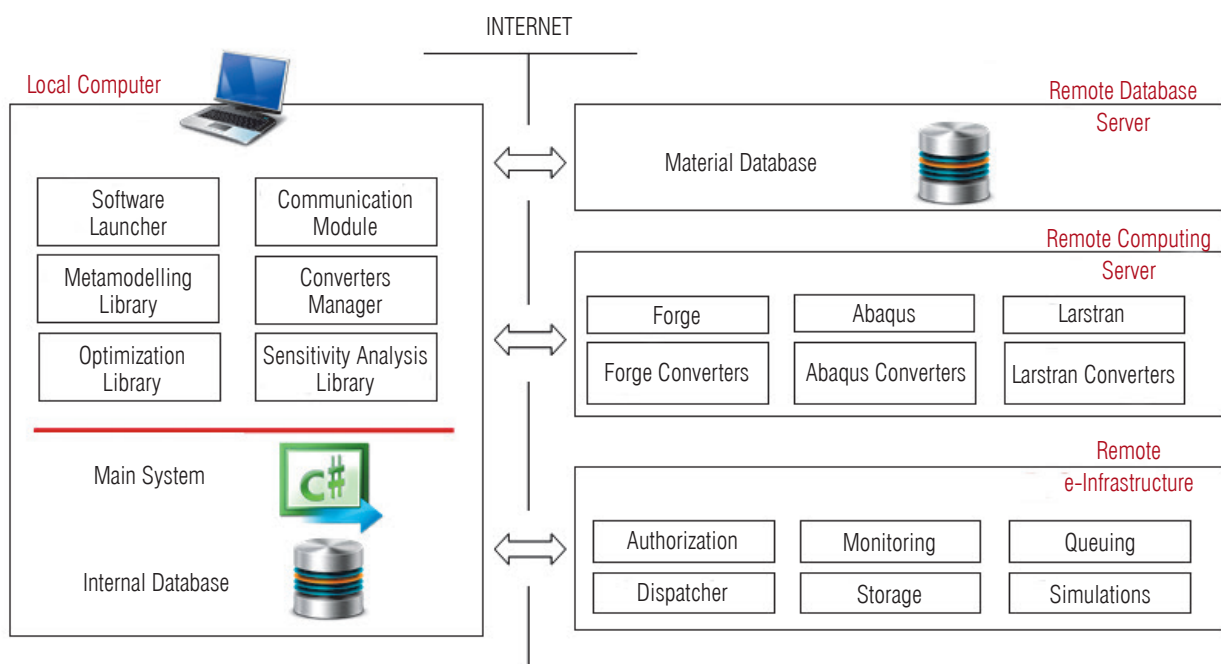


Diagram rozmieszczenia modułów systemu ManuOpti wraz z materiałową bazą danych i zewnętrznymi programami do symulacji numerycznych
Deployment diagram of ManuOpti functional modules with material database and external software for numerical simulations

materiału w dowolnym momencie procesu produkcyjnego. Alternatywnie do kosztownych obliczeniowo konwencjonalnych metod numerycznych zastosowane zostały metamodely, które w systemie ManuOpti tworzone są z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Symulacje połączone są z bazą danych materiałowych, natomiast całość objęta jest numeryczną biblioteką optymalizacji, która zawiera zarówno procedury rozwiązywania problemów jednokryterialnych z wykorzystaniem metod deterministycznych

the production process. As an alternative to expensive conventional numerical methods, metamodels are used, which in the ManuOpti system are created by using artificial neural networks. The simulations are connected with the materials database, and the entire system is covered by a numerical optimizations library which contains both procedures for solving single-criterion problems by using deterministic methods and nature-inspired optimization techniques, as well as advanced multi-criterion al-



oraz inspirowanych naturą technik optymalizacji, jak i zaawansowane algorytmy wielokryterialne. Funkcjonalność systemu została zweryfikowana na podstawie symulacji rzeczywistych procesów przemysłowych oraz badań laboratoryjnych i półprzemysłowych³.

Wartością dodaną systemu ManuOpti jest możliwość integracji programów zewnętrznych działających na różnych systemach operacyjnych – zarówno lokalnie, jak i zdalnie – poprzez klastry obliczeniowe lub bardziej zaawansowane architektury sprzętowe o dużej mocy. Dlatego też system może być wykorzystywany w pracy dydaktycznej, jak również służyć do rozwiązywania realnych problemów przemysłowych z wykorzystaniem dedykowanych centrów badawczych i obliczeniowych, co znacząco poszerza grono jego potencjalnych odbiorców.

gorithms. The functionality of the system has been verified by the simulations of real industrial processes, as well as laboratory and semi-industrial tests³.

The added value of the ManuOpti system is the possibility to integrate external software that works in different operating systems – both locally and remotely – through computational clusters or more advanced high-power hardware architectures. Consequently, the system can be used both in education and for solving real industrial problems with the use of dedicated research and computational centres, which significantly increases the number of potential users.

³ System do optymalizacji procesów i cykli produkcyjnych przetwórstwa metali powstał w ramach realizacji projektu rozwojowego NR07-0006-10 o tym samym tytule, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

³ The system for the optimization of production processes and cycles in metal processing was created within the framework of the development project no. NR07-0006-10 of the same name, which was financed by the National Centre for Research and Development.

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej



Działalność naukowo-badawcza wydziału obejmuje priorytetowe kierunki w obszarach najnowszych technik i technologii z zakresu:

- automatyki i robotyki,
- biocybernetyki i bioinżynierii,
- elektroenergetyki,
- grafiki komputerowej,
- inżynierii oprogramowania,
- systemów pomiarowych,
- sztucznej inteligencji,
- technologii *smart grids*,
- układów scalonych i mikroelektroniki,
- urządzeń i aparatury elektrycznej,
- wytwarzania, przesyłania, przetwarzania i użytkowania energii elektrycznej,
- zastosowań informatyki w energetyce.



Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering



The research and development activities of the faculty cover the priority areas of the latest techniques and technologies in the field of:

- automatics and robotics,
- biocybernetics and bioengineering,
- power engineering,
- computer graphics,
- software engineering,
- measurement systems,
- artificial intelligence,
- smart grid technologies,
- integrated circuits and microelectronics,
- electrical equipment and instruments,
- production, transmission, processing, and using electrical energy,
- application of computer science to power engineering.

System do wielopunktowej rejestracji wewnętrznej aktywności mózgu

- ▶▶ Na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej prowadzone są interdyscyplinarne badania na styku elektroniki i neurobiologii. W Katedrze Metrologii i Elektroniki został skonstruowany system pomiarowy do rejestracji wewnętrznej aktywności elektrycznej mózgu z matrycy mikroelektrod.

System został oparty na specjalnie w tym celu zaprojektowanym układzie scalonym. Opracowane przez naukowców rozwiązanie stosowane jest w badaniach mających na celu znalezienie odpowiedzi na podstawowe pytania dotyczące sposobu przetwarzania i kodowania informacji w systemach neuronowych. Ponadto może on być przydatny w pracach zmierzających do budowy neuroprotezy i neurostimulatorów.

W ramach testów przeprowadzonych we współpracy z Zakładem Neurofizjologii i Chronobiologii Uniwersytetu Jagiellońskiego zarejestrowano potencjały polowe (LFP, ang. *Local Field Potentials*) z dwóch struktur mózgowych szczura, tj. z *Nucleus Incertus* (NI) oraz z hipokampa (zwierzę znajdowało się pod narkozą).

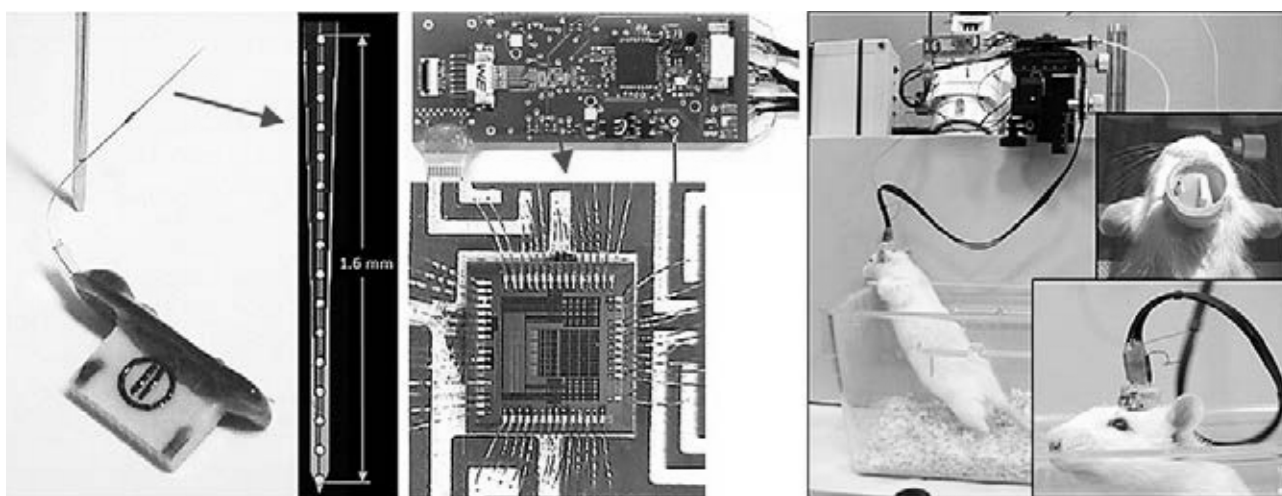
Wstępujące i zstępujące projekcje NI wskazują, że jest on jednym z jąder pnia mózgu wstępującego systemu aktywacji

System for multi-point recording of intrinsic brain activity

- ▶▶ The Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering conducts interdisciplinary research at the borderline of electronics and neuroscience. The Department of Measurement and Electronics has created a new measurement system for recording the intrinsic activity of the brain from a microelectrode matrix.

The system has been based on a specially-designed integrated circuit. The solution designed by the scientists is applied to research which aims at finding answers to fundamental questions concerning the ways of processing and coding information in neuron systems. Moreover, the system can be used in works aiming at the construction of neuroprostheses and neurostimulators.

During tests conducted in collaboration with the Department of Neurophysiology and Chronobiology of the Jagiellonian University, Local Field Potentials (LFP) from two structures of a rat's brain were registered, i.e. from Nucleus Incertus (NI) and from hippocampus (the animal was under anaesthetic). Bottom-up and top-down NI projections indicate that it is one of the brainstem nuclei of the bottom-up activation system, and it takes part in the controlling of food intake, reaction to



System do wielopunktowej rejestracji wewnętrznej aktywności mózgu
System for multi-point recording of internal brain activity

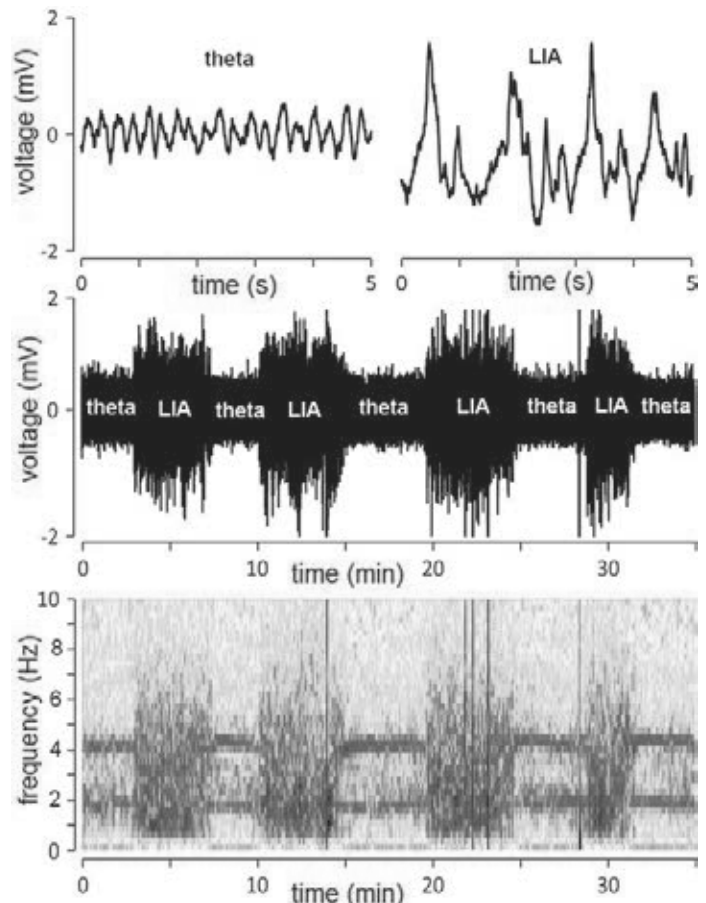
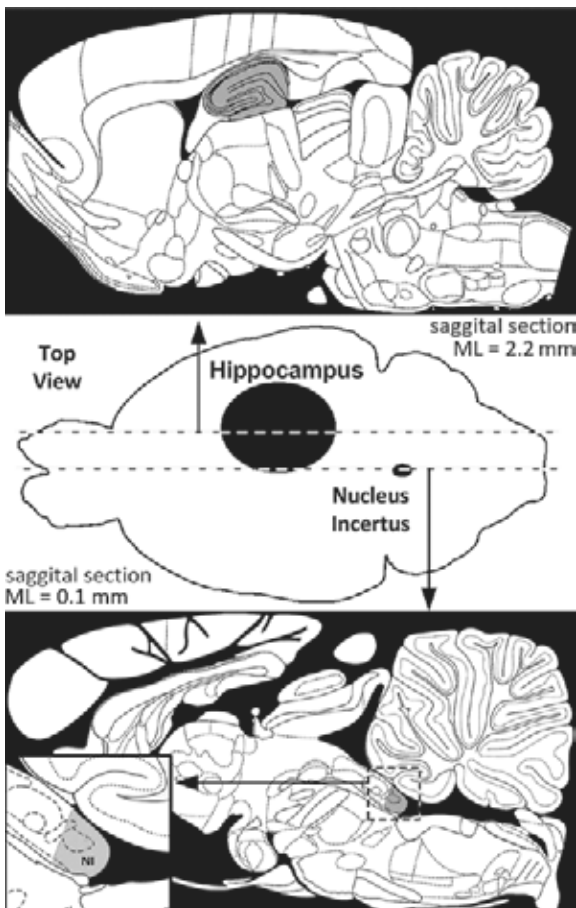
i bierze udział w kontroli pobierania pokarmu, odpowiedzi na stres, wzbudzenia, a także przetwarzaniu sensorycznym i procesach pamięciowych.

Ostatnia z funkcji jest realizowana przez uczestniczenie NI w modulacji i generacji wywołanego przez pień mózgu rytmu theta, na co wskazują wyniki wcześniejszych badań. Pomiary miały na celu zbadanie korelacji między rytmem theta w NI i hipokampie. Czterdziestominutowa rejestracja wykazała występowanie w obu strukturach naprzemiennych stanów podobnych do stanów występujących w fazie snu. Jeden ze stanów (przypominający aktywację mózgowia) charakteryzował się dominacją rytmu theta (≈ 4 Hz), co jest właściwe dla zwierząt znajdujących się pod narkozą uretanową. W drugim ze stanów odnotowano niższą częstotliwość oscylacji połączonych z szybkimi nieregularnymi impulsami. Jest on nazywany *Large Irregular Activity* i prawdopodobnie odpowiada dezaktywacji mózgowia.

stress, excitation, as well as sensory integration and memory processes.

The last function is performed by the participation of NI in the modulation and generation of the theta rhythm by the brainstem, which can be concluded on the basis of preceding tests and research.

The aim of the measurement was to check the correlation between the theta rhythm in NI and in hippocampus. A 40-minute recording showed that alternate states similar to the states existing during the sleep phase occurred in both structures. One of the states (resembling brain activation) was characterised by the domination of the theta rhythm (≈ 4 Hz), which is typical of animals under urethane anaesthesia. In the other state, a lower frequency of oscillations combined with fast, irregular impulses was recorded. It is called Large Irregular Activity, and probably corresponds to brain deactivation.



Rejestracje naprzemiennego występowania rytmu typu theta i dużej nieregularnej aktywności w strukturze Nucleus Incertus
Alternation of theta rhythm and large irregular activity in Nucleus Incertus

Zoptymalizowane konstrukcje wysokosprawnych silników: indukcyjnego i synchronicznego z magnesami trwałymi

►► Wykonawca: prof. Wiesław Jażdżyński,
Katedra Energoelektroniki i Automatyki
Systemów Przetwarzania Energii.

Jednym z głównych osiągnięć pracowników Katedry Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii było opracowanie zoptymalizowanych konstrukcji dwóch silników wysokosprawnych o własnościach potwierdzonych pomiarami na prototypach (projekt ministerialny: N N510 108538 zatwierdzony 22 lutego 2013 r.). Przedmiotem badań były: silnik indukcyjny klatkowy (prototyp Sh 80X-4C/AGH) z odlewaną klatką aluminiową o danych: $U_N = 400$ V, $P_N = 0,55$ kW, $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz oraz silnik synchroniczny z magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim (LSPMSM) i danych: $U_N = 400$ V, $P_N = 0,75$ kW, $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz.

Efektom działań badawczych było opracowanie konstrukcji silnika indukcyjnego Sh 80X-4C/AGH, dla którego zmierzona sprawność wynosiła 82,56%, podczas gdy produkowane seryjnie silniki np. Sh 80-4A (BESEL SA) mają katalogową sprawność 72% (wersji wysokosprawnej nie produkuje się). Silnik Sh 80X-4C/AGH obciążony mocą 0,75 kW miał zmierzoną sprawność 81,7%, a odpowiadający produkowany silnik 3SIE 80-4B (BESEL SA) o danych $U_N = 400$ V, $P_N = 0,75$ kW, $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz, sprzedawany jako wysokosprawny klasy IE3, miał po zmierzeniu sprawność równą 78,97%.

W wyniku prac optymalizacyjnych prototyp silnika LSPMSM uzyskał zmierzoną sprawność o wartości 89,1%. Nawet po obciążeniu mocą 1,1 kW silnik ten pozostawał w klasie sprawności IE4, przy wadze o ok. 20% mniejszej od silnika indukcyjnego 3SIE 80-4B. Pomiar sprawności wszystkich silników odbywał się po nagraniu metodą momentomierza.

Ponieważ silniki indukcyjne zużywają przeszło połowę całej energii elektrycznej produkowanej przez człowieka, nawet niewielka poprawa sprawności tych silników skutkuje poważnymi oszczędnościami energii i poprawą warunków środowiskowych. Stosowanie silników o coraz wyższej sprawności to obowiązkowy wymóg Komisji Europejskiej, zapisany w jej dyrektywach.

Optimised high-efficiency motor designs: induction and synchronous with permanent magnets

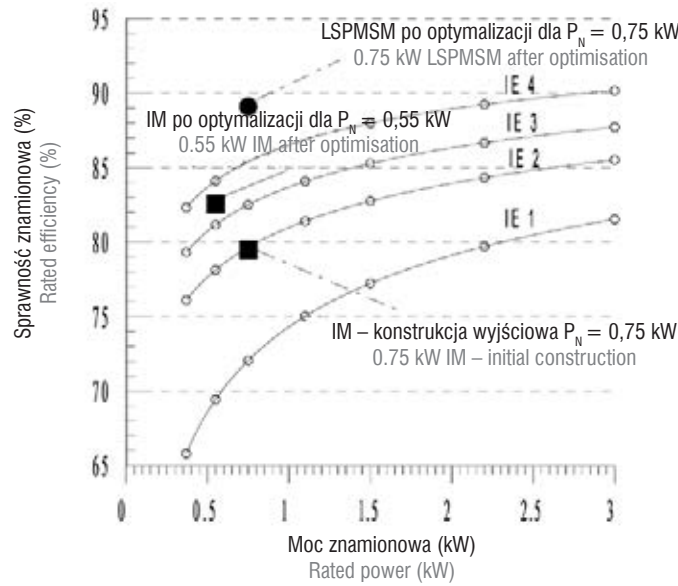
►► Constructor: professor Wiesław Jażdżyński,
Department of Power Electronics and Energy
Control Systems.

One of the key achievements of the researchers of the Department of Power Electronics and Energy Control Systems has been the development of two designs of optimised high-efficiency motors whose characteristics have been confirmed by measurements performed on prototypes (ministerial project: N N510 108538 approved on 22nd February, 2013.) The research area was a squirrel-cage induction motor (prototype Sh 80X-4C/AGH) with a cast aluminium cage of the following characteristics: $U_N = 400$ V, $P_N = 0.55$ kW, $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz, and a line start permanent magnet synchronous machine (LSPMSM) of the following characteristics: $U_N = 400$ V, $P_N = 0.75$ kW, $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz.

The result of the research activity was the development of an induction motor Sh 80X-4C/AGH, for which the measured efficiency was 82.56%, while mass produced motors, for example Sh 80-4A (BESEL SA), have efficiency of 72% (high-efficiency models are not produced). Motor Sh 80X-4C/AGH put under load of 0.75 kW had measured efficiency of 81.7%, while a respective, already produced motor 3SIE 80-4B (BESEL SA) of characteristics $U_N = 400$ V, $P_N = 0.75$ kW, $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz, described as a high-efficiency motor of class IE3, achieved measured efficiency of 78.97%.

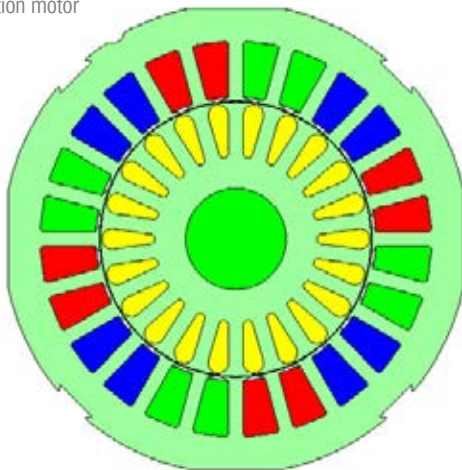
As a result of optimisation changes, the prototype of the motor LSPMSM achieved measured efficiency equal to 89.1%. Even when put under load of 1.1 kW, the motor still remained in efficiency class IE4, while its weight was ca. 20% lower than the induction motor 3SIE 80-4B. The efficiency measurement was performed on warmed-up motors with the use of a torque meter method.

Since induction motors use more than a half of electrical energy produced by people, even a slight improvement of the efficiency of these motors results in considerable savings of energy, and an improvement of environmental conditions. Using motors of higher and higher efficiency is a requirement of the European Commission, written in its directives.

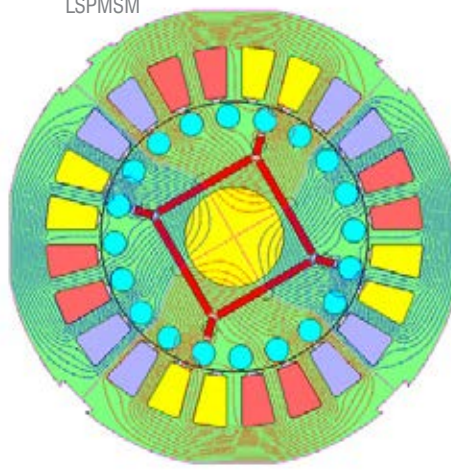


Porównanie sprawności znamionowej opracowanych prototypów z konstrukcją wyjściową silnika indukcyjnego na tle linii granicznych aktualnych klas sprawności
 Comparison of rated efficiency of developed prototypes and initial construction of induction motor with curves of minimum values of current efficiency classes

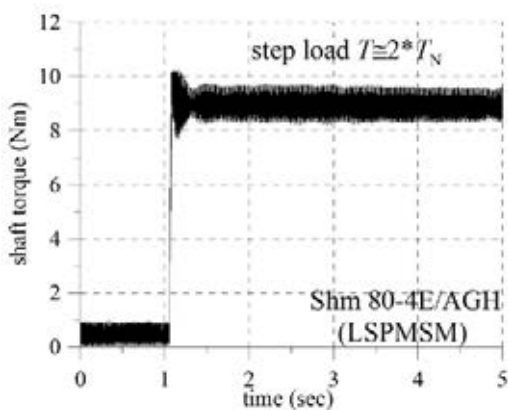
Silnik indukcyjny
 Induction motor



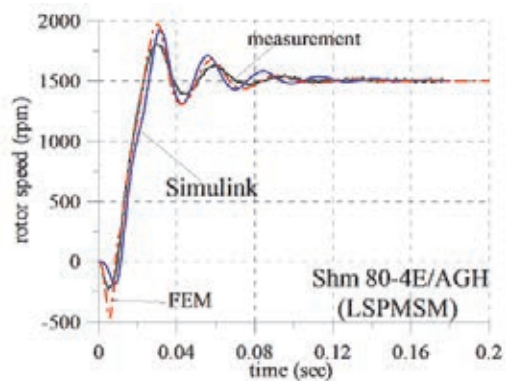
LSPMSM
 LSPMSM



Model połowy – przekroje zoptymalizowanych silników indukcyjnego oraz LSPMSM
 Field model – cross-section of optimised induction motor and LSPMSM



a)



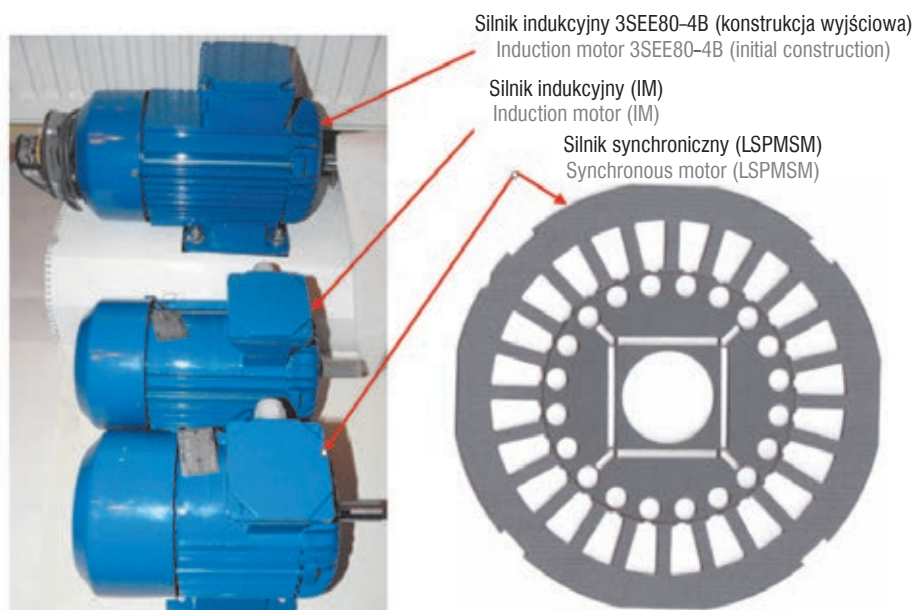
b)

Zachowanie silnika LSPMSM w stanach dynamicznych: a) obciążenie skokowe dwukrotnym momentem znamionowym, b) rozruch swobodny na tle wyników modelu obwodowego (Simulink) oraz polowego (FEM)
 Behaviour of LSPMSM in dynamic states: a) step load with double rated torque, b) free acceleration compared with results for lumped-parameter model (Simulink) and field model (FEM)

		Silnik ECOiPM (Lönne Drive Technology) ECOiPM motor (Lönne Drive Technology)	LSPMSM (AGH) LSPMSM (AGH UST)	
napięcie voltage	[V] [V]	317	380	326
moc znamionowa rated power	[kW] [kW]	0.75	0.75	0.75
prędkość rotational speed	[obr./min] [rpm]	1450	1500	1500
wielkość obudowy frame size		63B	80	80
moment znamionowy rated torque	[Nm] [Nm]	4.94	4.77	4.83
sprawność znamionowa rated efficiency	[%] [%]	89.0	89.1	89.8
współczynnik mocy rated power factor	[%] [%]	93.4	74.6	93.2
prąd znamionowy rated current		1.60	1.69	1.60
moment bezwładności moment of inertia	$\text{kg} \times \text{m}^2$ $\text{kg} \times \text{m}^2$	0.001	0.0015	0.0015
ciężar weight	kG kG	10.5	9.6	9.6

Porównanie wyniku uzyskanego dla silnika LSPMSM z danymi silników z magnesami trwałymi firmy Lönne (plik: <http://old.lonne.com/bilder/filer/cat2010/ECOmf2011.pdf>, str. 18, rozdział: „Technical data of ECOiPM”, tabela dla 1450 MIN-1, kolumna dla 0,75 kW)

Comparison of results obtained for LSPMSM with permanent magnet motors ECOiPM developed by Lönne (file: <http://old.lonne.com/bilder/filer/cat2010/ECOmf2011.pdf>, page 18, section: “Technical data of ECOiPM”, table for 1450 MIN-1, column for 0.75 kW)



Badane silniki – konstrukcja wyjściowa silnika indukcyjnego, prototypy zoptymalizowanych silników indukcyjnego oraz LSPMSM oraz wykrój blach rdzeni LSPMSM
Tested motors – initial construction of induction motor, prototypes of optimised induction motor and LSPMSM, and electrical sheets of LSPMSM

Mikroelektronika z AGH podbija rynki światowe

▶▶ Pracownicy naukowcy z AGH, wykorzystując nanotechnologie do granic możliwości, opracowują nowe produkty i rozwiązania, które stosowane są przez duże firmy o zasięgu międzynarodowym. Przykładem jest wieloletnia współpraca pomiędzy Wydziałem Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej a japońską firmą Rigaku Corporation.

Firma ta specjalizuje się w budowie aparatury dla potrzeb dyfraktometrii i spektrometrii promieniowania X. Produkty Rigaku sprzedawane są na całym świecie i wykorzystywane m.in. do badania materiałów, kontroli jakości produktów, a także w przemyśle motoryzacyjnym, elektronicznym, farmaceutycznym, chemicznym, kryminalistyce itd. Dzięki zaprojektowanym na WEAlilB wielokanałowym układom scalonym powstają nowe generacje ultraszybkich kamer promieniowania X, takich jak np. D/teX Ultra, które zwiększają dokładność wykonywanych pomiarów i jednocześnie pozwalają na znaczące skrócenie czasu ich trwania.

W połowie 2014 r. na rynkach światowych pojawił się nowy produkt będący owocem współpracy AGH z Rigaku. Jest to dwuwymiarowa pikselowa kamera promieniowania X o nazwie HyPix-3000. Jądrym kamery jest 16 specjalizowanych układów scalonych PXD18k zaprojektowanych na WEAlilB, z których każdy zawiera ok. 40 milionów tranzystorów. Kamera HyPix-3000 należy do najszybszych tego typu kamer na świecie, a dodatkowo ma jednocześnie możliwość rejestracji fotonów o ściśle określonej energii i odczytu ciągłego.

Koordynatorem prac badawczych ze strony AGH

Microelectronics from AGH UST conquers global markets

▶▶ Researchers from AGH UST, taking full advantage of nanotechnologies, develop new products and solutions which are later used by large international companies. An example is a long-standing collaboration between the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering, and a Japanese company Rigaku Corporation.

The company specializes in the development of equipment for the needs of diffractometry and X-ray spectrometry. Rigaku's products are sold all over the world and used in material testing, product quality control, as well as in the automotive, electronic, pharmaceutical and chemical industries, crime detection, and others. Thanks to multi-channel integrated circuits designed at the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering, new generations of ultra-fast X-ray cameras are developed, such as D/teX Ultra, which increase the precision of measurement while shortening the measurement time.

In the mid-2014s, a new product being the result of collaboration between AGH UST and Rigaku appeared on the international market. It is a two-dimensional X-ray pixel camera called

HyPix-3000. The core element of the camera are 16 single-purpose integrated circuits PXD18k designed at the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering, where each circuit contains 40 million transistors. Camera HyPix-3000 belongs to the fastest cameras of this type in the world, and additionally, it is capable of recording photons of precisely determined energy, as well as continuous reading.



D/teX Ultra zamontowany na ramieniu dyfraktometru
D/teX Ultra module mounted on diffractometer arm

jest prof. dr hab. inż. Paweł Gryboś z Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej.

Projekty *high-tech* w obszarze mikroelektroniki powstałe na WEAIIB podbijają nie tylko rynki światowe, ale także prezentowane są na najbardziej prestiżowych międzynarodowych konferencjach naukowych i przemysłowych. Rezultatem prowadzonych badań są również międzynarodowe wspólne zgłoszenia patentowe (np. WO2012077217A1, WO2012077218A1). Ponadto studenci i doktoranci z AGH regularnie wyjeżdżają na praktyki przemysłowe do Japonii.

The coordinator of the research project at AGH UST is professor Paweł Gryboś from the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering.

High-tech projects in the field of microelectronics accomplished at the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering conquer not only the global markets, but they are also presented at the most prestigious international scientific and industrial conferences. The result of the conducted research projects are also joint patent applications (for example, WO2012077217A1, WO2012077218A1). Furthermore, AGH UST students and doctoral students regularly take part in industrial trainings and apprenticeships in Japan.



Kamera HyPix-3000 zamontowana na ramieniu dyfraktometru
HyPix-3000 camera mounted on diffractometer arm

Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji



Główne kierunki badań prowadzonych na wydziale obejmują zagadnienia:

- rozproszonych i mobilnych systemów komputerowych,
- systemów wysokowydajnych,
- systemów agentowych,
- lingwistyki komputerowej,
- przetwarzania w chmurach obliczeniowych,
- Internetu Przyszłości,
- mikro- i nanoelektroniki,
- przetwarzania sygnałów,
- optoelektroniki cienkowarstwowej i fotowoltaiki,
- techniki mikrofalowej,
- mikrosystemów detekcyjnych,
- magnetycznych układów wielowarstwowych,
- architektury i projektowania sieci telekomunikacyjnych,
- bezpieczeństwa sieci i systemów komputerowych,
- systemów inteligentnego monitoringu.



Faculty of Computer Science, Electronics and Telecommunications



The main areas of research conducted at the faculty cover the following fields:

- distributed and mobile computer systems,
- high efficiency systems,
- agent systems,
- computer linguistics,
- processing in computing clouds,
- Internet of the Future,
- micro- and nanoelectronics,
- signal processing,
- thin-film optoelectronics and photovoltaics,
- microwave techniques,
- detection microsystems,
- multilayer magnetic systems,
- architecture and design of telecommunication networks,
- security of networks and computer systems,
- intelligent monitoring systems.

Unikatowy system światłowodowego transferu czasu i częstotliwości

▶▶ W ramach realizacji prac badawczo-naukowych w dziedzinie transferu sygnałów atomowych wzorców czasu i częstotliwości zespół Laboratorium Transmisji Światłowodowej, Optoelektroniki i Fotoniki Katedry Elektroniki opracował i wdrożył do eksploatacji unikatowe łącze światłowodowe służące do transmisji referencyjnych sygnałów czasu i częstotliwości, wytwarzanych w laboratoriach utrzymujących zegary atomowe o największej precyzji.

Unique system for fiber optic transfer of time and frequency

▶▶ As a part of research and development works in the area of transfer of atomic signals of time and frequency standards, a team from the Laboratory of Fiber Optic Transmission, Optoelectronics, and Photonics at the Department of Electronics developed and implemented a unique fibre optic link for transmission of reference time and frequency signals generated in laboratories that maintain atomic clocks of the highest precision.



Lokalizacja opracowanego na AGH łącza światłowodowego
The location of the fibre optic link developed at AGH UST

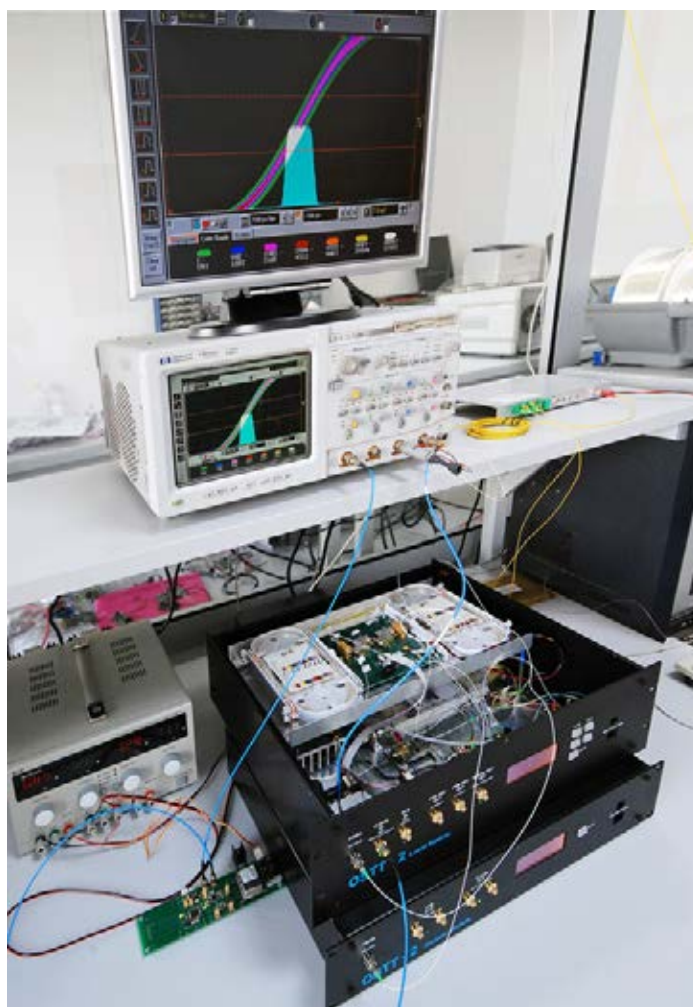
Opracowany system, wykorzystując 420 km światłowodu, połączył najważniejsze w Polsce laboratoria czasu i częstotliwości, zlokalizowane w Głównym Urzędzie Miar (GUM) w Warszawie oraz w Obserwatorium Astrogeodynamicznym Centrum Badań Kosmicznych w Borowcu pod Poznaniem. W łączy tym po raz pierwszy na świecie zastosowano oryginalną, opracowaną przez zespół technikę aktywnej stabilizacji czasu transferu sygnałów czasu i częstotliwości, dzięki czemu uzyskano nieosiągalną wcześniej dokładność przesyłania skali czasu. Obydwa ośrodki otrzymały jedyne w swoim rodzaju narzędzie do porównania i synchronizacji zegarów atomowych.

Ponieważ laboratoria GUM i Obserwatorium Astrogeodynamicznego uczestniczą w międzynarodowym systemie generacji atomowych skal czasu koordynowanym przez Międzynarodowe Biuro Miar i Wag w Sévres pod Paryżem (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM), połączenie tych dwu ośrodków zostało w roku 2013 oficjalnie wprowadzone przez BIPM do międzynarodowego systemu generacji skal czasu. Jest to obecnie jedyne tego typu łącze w skali globalnej, eksploatowane w sposób ciągły i mające istotny wpływ na funkcjonowanie ogólnoświatowego systemu skal czasu. W ten sposób osiągnięcia pracowników Katedry Elektroniki AGH stały się ważną częścią dorobku naukowo-technicznego w dziedzinie wytwarzania międzynarodowych skal czasu i częstotliwości. W ostatnich latach prace zespołu dotyczące tej tematyki opublikowano w szeregu czasopism o zasięgu międzynarodowym, takich jak: „Measurement Science and Technology”, „IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement”, „IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control”, „Metrologia”.

The system, which uses 420 km of fibre optic cables, connected the most important Polish time and frequency laboratories, which are located in the Central Bureau of Measures in Warsaw and in the Astrogeodynamic Observatory of the Space Research Centre in Borowiec near Poznań. It was the first link in the world which used an original technique of active stabilization of the transfer time of time and frequency signals, developed by the team, which enabled achieving a previously unachievable accuracy of the transfer of time scale. Both centres received a unique tool for comparing and synchronizing atomic clocks.

Because the laboratories of the Central Bureau of Measures and the Astrogeodynamic Observatory participate in the international system of generating atomic time scales, which is coordinated by the International Bureau of Weights and Measures (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM), the connection between these two centres was officially entered into the international system of time scale generation in 2013. This is currently the only link of this type on a global scale which is operated continuously, and which has a significant impact on the functioning of the global time scale system. In this manner,

the achievements of the employees of the AGH UST Department of Electronics have become an important part of the scientific and technical achievements in the field of generation of international time and frequency scales. In the recent years, the works of the team in this field have been published in a number of international journals, such as “Measurement Science and Technology”, “IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement”, “IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control”, and “Metrologia”.



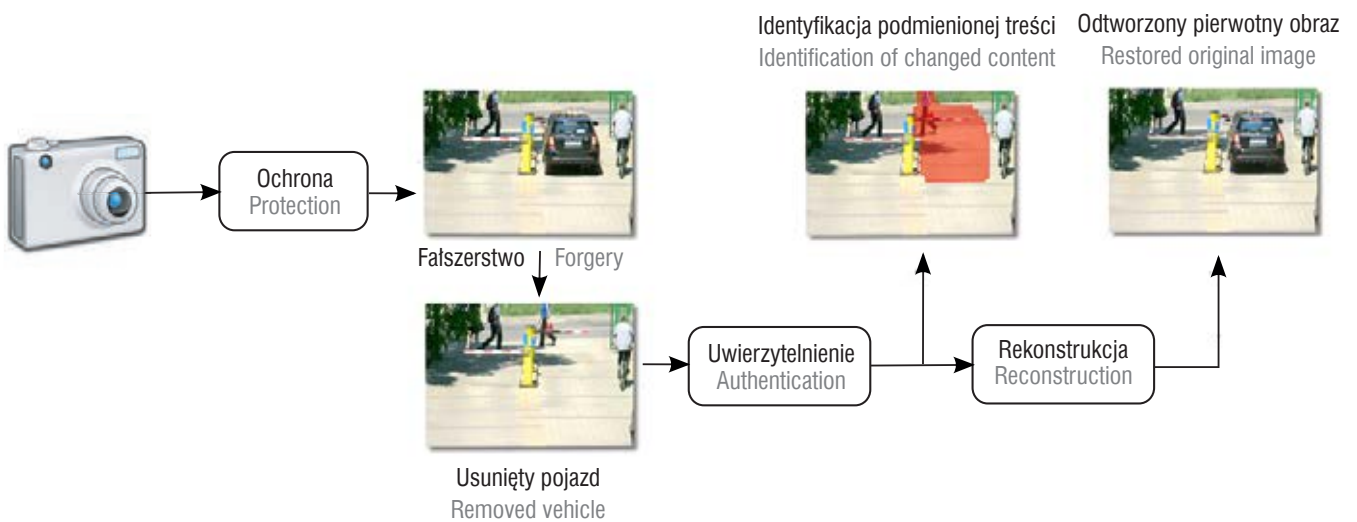
Laboratorium Transmisji Światłowodowej, Optoelektroniki i Fotoniki Katedry Elektroniki
Laboratory of Fibre Optic Transmission, Optoelectronics and Photonics at the Department of Electronics

System MITIS

- ▶▶ System MITIS (ang. *Malicious Image Tampering Identification System*) pozwala na aktywną ochronę obrazów cyfrowych przed fałszowaniem ich treści (dodaniem lub usunięciem elementów obrazu) oraz na rekonstrukcję pierwotnego wyglądu zmienionych obszarów. Do rekonstrukcji oryginalnej treści wystarczy sama zawartość badanego obrazu wraz z informacjami pomocniczymi osadzonymi w obrazie przy użyciu techniki cyfrowych znaków wodnych.

MITIS system

- ▶▶ The MITIS system (Malicious Image Tampering Identification System) enables active protection of digital images against the falsification of their contents (adding or removing the elements of images), and a reconstruction of the original appearance of modified areas. A reconstruction of the original content requires only the analyzed image, together with auxiliary information embedded in the image by means of a digital watermark technique.



Schemat działania opracowanego mechanizmu ochrony zdjęć cyfrowych na przykładzie identyfikacji samochodu usuniętego ze zdjęcia
Diagram of developed mechanism of digital image protection on example of identification of vehicle removed from photograph

Aby umożliwić identyfikację zmian w obrazie oraz rekonstrukcję oryginalnej treści, konieczne jest przygotowanie chronionej wersji zdjęcia. Ochrona może nastąpić automatycznie w momencie naciśnięcia migawki, bądź ręcznie przy użyciu dedykowanej usługi.

Opracowana technika przeznaczona jest do zabezpieczania integralności obrazów zarówno podczas transmisji, jak i archiwizacji. Odbiorcy obrazów zostaną automatycznie powiadomieni w przypadku stwierdzenia podmiany treści przez dedykowany moduł programowy. Moduł ten dokona następnie rekonstrukcji zmienionego zdjęcia oraz wskaże dokładnie miejsca ingerencji. Lokalizacja zmian w obrazie stanowi ważną informację, która może być wykorzystana w procesie śledczym.

Możliwość rekonstrukcji pierwotnego wyglądu obrazu jest jedną z najważniejszych funkcji systemu MITIS. Rekonstrukcja

In order to enable the identification of changes in the image and a reconstruction of the original content, a protected version of the image must be prepared. The protection can be triggered automatically when the shutter is pressed, or manually using a dedicated service.

The technique is intended for protecting the integrity of images during the processes of transmission and archiving. Image recipients are notified automatically about any changes to the contents by a dedicated software module. The module then reconstructs the changed image and indicates precisely the affected locations. The location of the changes in the image is an important forensic clue that can be used in an investigation.

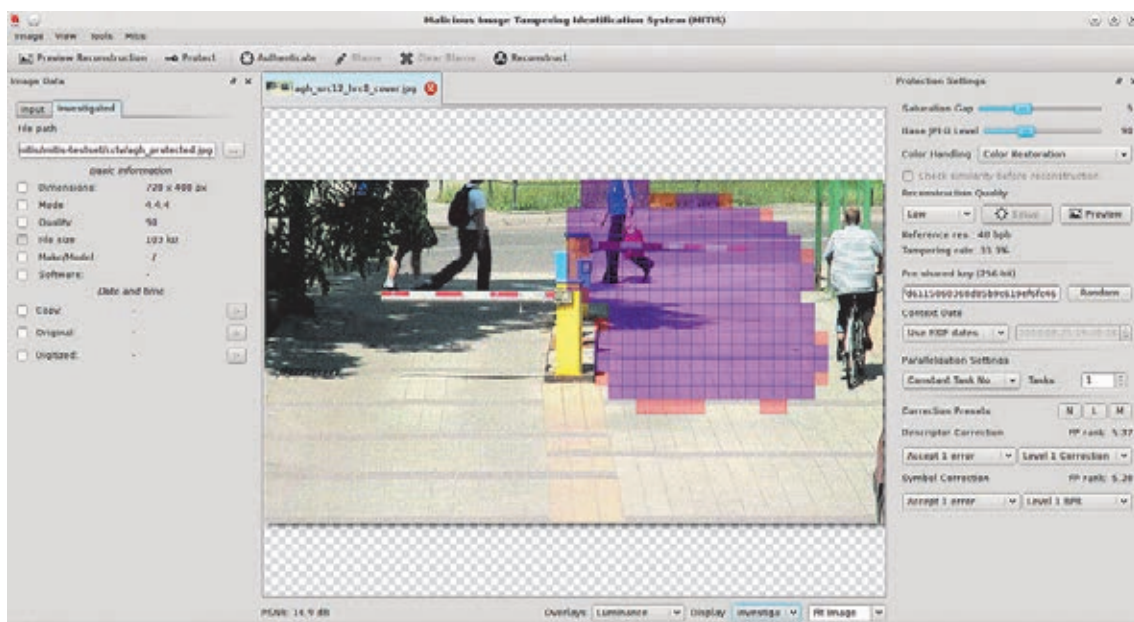
The possibility to reconstruct the original appearance of images is one of the most important functions of the MITIS system.

wykonywana jest wyłącznie w oparciu o zmieniony obraz i jest możliwa nawet do 67% zmienionej treści – dokładna wartość graniczna zależy jednak od przyjętych parametrów wierności rekonstrukcji. System MITIS korzysta z techniki cyfrowego znakowania wodnego do zapisu dodatkowych informacji w obrazie. Odbyna się to przez ledwie zauważalne modyfikacje obrazu mające charakter sztucznego szumu, analogicznego do już obecnego w zdjęciu szumu matrycy aparatu cyfrowego. Więcej informacji na temat działania systemu można znaleźć na stronie: <http://mitis.kt.agh.edu.pl>.

Prace nad systemem MITIS realizował zespół naukowców z Katedry Telekomunikacji AGH pod kierownictwem prof. dr. hab. inż. Andrzeja Dziecha, który tworzyli dr inż. Paweł Korus oraz mgr inż. Jarosław Białas. System powstaje w ramach projektu INSIGMA finansowanego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Do tej pory prototyp systemu MITIS został wyróżniony Srebrną Gwiazdą przez ekspertów podczas Międzynarodowych Targów Technik Policyjnych oraz Wojskowych „Europoltech”, które odbyły się w kwietniu 2013 r. w Warszawie. W listopadzie tego samego roku otrzymał on złoty medal na organizowanych po raz 62. Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik „Brussels Innova” w Brukseli. Opracowanie systemu MITIS w istotny sposób przyczyniło się również do sukcesu AGH, jakim było przyznanie uczelni Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w 2014 r.

The reconstruction is performed only with the use of the tampered image, and is possible even if up to 67% of the content has been affected; however, the exact limit value depends on the adopted fidelity parameters of the reconstruction. The MITIS system uses a digital watermarking technique for embedding additional information in the image. This is done through barely noticeable modifications of the image, which take a form of artificial noise, similar to the noise of the digital camera sensor, which is already present in the image. More information about the way the system works can be found at: <http://mitis.kt.agh.edu.pl>.

Works on the MITIS system were performed by a scientific team from the AGH UST Department of Telecommunications led by professor Andrzej Dziech, whose members included Paweł Korus, DSc, and Jarosław Białas, MSc. The system is being developed within the framework of the INSIGMA project, funded from the Operating Programme Innovative Economy programme. So far, the prototype of the MITIS system has been awarded the Silver Star by experts at the “Europoltech” International Police and Military Techniques Exhibition held in Warsaw in April 2013. In November of the same year, it won the gold medal at the 62nd World Exhibition on Inventions, Research, and New Technologies “Brussels Innova” in Brussels. The development of the MITIS system has also significantly contributed to the success of AGH UST, namely to winning the Award of the Minister of Science and Higher Education in 2014.



Zrzut ekranu graficznego interfejsu użytkownika
Screenshot of graphical user interface

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki



Działalność naukowo-badawcza prowadzona na wydziale związana jest z:

- konstruowaniem i badaniem maszyn na etapach ich projektowania i eksploatacji,
- technologią wytwarzania oraz procesami logistycznymi,
- automatyzacją procesów przemysłowych, metrologią oraz napędami i sterowaniem hydraulicznym,
- automatyzacją górniczych systemów maszynowych; maszynami do eksploatacji i przeróbki surowców mineralnych, robót ziemnych oraz transportu bliskiego,
- mechatroniką, robotyką, diagnostyką maszyn i urządzeń,
- energetyką i ochroną środowiska,
- transportem linowym,
- wibroakustyką i inżynierią dźwięku,
- rozwijaniem podstaw teoretycznych nauki w zakresie wytrzymałości elementów maszyn i konstrukcji.



Faculty of Mechanical Engineering and Robotics



The research and development activities performed at the faculty cover:

- construction and testing of machines at the stages of design and operation,
- production technology and logistics processes,
- automation of industrial processes, metrology, and hydraulic drive and control systems,
- automation of mining machinery systems, machines for exploitation and processing of mineral raw materials, earth works, and handling,
- mechatronics, robotics, diagnostics of machines and equipment,
- power engineering and environmental protection,
- cable transport,
- vibroacoustics and sound engineering,
- development of theoretical bases of science in the area of the strength of elements of machines and structures.

Głowica do badania cięgien linowych

►► Prof. dr hab. inż. Jerzy Kwaśniewski, dr inż. Szymon Molski i dr inż. Tomasz Krakowski z Katedry Transportu Linowego Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki opracowali głowicę do badania cięgien linowych, które są implementowane w nowoczesnych urządzeniach dźwigowych bez maszynowni.

Członkostwo Polski w Unii Europejskiej związane jest z koniecznością przystosowania dźwigów osobowych, szpitalnych, towarowych oraz towarowych małych do europejskich wymagań techniki bezpieczeństwa w celu ochrony osób i ładunku przed zagrożeniami, które mogą występować w czasie eksploatacji (dotyczy to bezpieczeństwa użytkowników, obsługujących i konserwatorów).

W 2000 r. w odpowiedzi na nowe standardy bezpieczeństwa pojawiły się pierwsze informacje o urządzeniu dźwigowym nowej generacji o nazwie „Gen2”. To urządzenie dźwigowe ma w 70% zmniejszoną emisję głośności związaną z pracą napędu (w stosunku do urządzeń dotychczas stosowanych), jest bezpieczne i niezawodne. Podstawowym elementem dźwigu decydującym o jego nowoczesności są opatentowane cięgna nośne, które zastąpiły dotychczas stosowane ciężkie liny stalowe. W dźwigach nowej generacji cięgna linowe z linkami stalowymi mogą być badane wyłącznie z zastosowaniem metody magnetycznej. Dla rozwiązania tego problemu, w wyniku prowadzonych badań naukowych, opracowano głowicę do jednoczesnego badania zespołu cięgien linowych, niezależnie od ich szerokości i rozstawu.

Wykorzystując dostępne techniki komputerowego wspomagania prac inżynierskich oraz możliwości, jakie daje metoda elementów skończonych w analizie rozkładów pola magnetycznego, przeprowadzono szereg symulacji i analiz numerycznych. Celem tych analiz było dobranie odpowiednich

Head for cable tests

►► Professor Jerzy Kwaśniewski, Szymon Molski, DSc, and Tomasz Krakowski, DSc, from the Department of Rope Transport at the Faculty of Mechanical Engineering and Robotics have developed a head for testing cables, which can be used in modern lifting equipment without engine rooms.

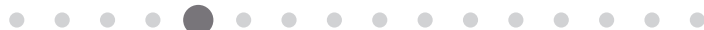
Poland's membership in the European Union requires a modification of passenger, hospital, cargo, and small cargo lifts to meet the requirements pertaining to safety technologies so as to protect people and goods against threats that may occur during their operation (this applies to the safety of users, operators, and maintenance workers).

In 2000, in response to the new safety standards, the first information appeared about the new generation “Gen2” lifting device. This lifting device emits 70% less noise (compared to currently used devices) as a result of the operation of its drive, and it is safe and reliable. The basic element of the new generation lift, which determines its modernity, is patented load-carrying cables which replaced the heavy steel cables that have been used so far. In the new generation lifts, steel cables can be tested only by means of the magnetic method. The conducted research has enabled the solving of this problem thanks to the development of a head for simultaneous testing of a cable assembly, regardless of its width and spacing.

Using the available techniques of computer-aided engineering and the possibilities provided by the finite element method in the analysis of a magnetic field distribution, a number of simulations and numerical analyses were conducted. The purpose of the analyses was to select the proper structural parameters of the equipment to be designed, including the proper dimensions of



Widok segmentowej głowicy pomiarowej
View of segmented measuring head



parametrów konstrukcyjnych projektowanych urządzeń, m.in.: odpowiednich wymiarów magnesów, będących źródłem pola magnetycznego, tak by uzyskać odpowiednio wysoką wartość indukcji magnetycznej (parametr metrologiczny) w badanych linkach stalowych pasów stalowo-poliuretanowych.

Głowica do badań cięgien linowych, chroniona patentem nr 211862, została wdrożona na potrzeby gospodarki, czego przykładem jest umowa pomiędzy Katedrą Transportu Linowego a Urzędem Dozoru Technicznego w Warszawie.

Warto podkreślić, że wyprodukowano egzemplarze prototypowe dla konkretnego nabywcy, dzięki czemu pomysł przeobraził się w innowację. Wynalazek został nagrodzony srebrnym medalem na Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Techniki „Brussels Innova” w Brukseli oraz na XX Giełdzie Wynalazków Nagrodzonych w 2012 r. na Światowych Targach i Wystawach Wynalazczości, która odbyła się w dniach 5–7 lutego 2013 r. w Centrum Nauki Kopernik w Warszawie.

the magnets that constituted the source of the magnetic field so as to achieve a sufficiently high value of magnetic induction (metrological parameter) in the tested steel cables of steel-polyurethane belts.

The head for testing cables, which is protected by patent no. 211862, has been implemented for economic use, as demonstrated by the contract signed between the Department of Rope Transport and the Office of Technical Inspection in Warsaw.

It should be emphasized that prototype devices have been made for a specific customer, which allowed for the idea to be transformed into an innovation. The invention won the silver medal at the World Exhibition on Inventions, Research, and New Technologies “Brussels Innova”, and at the 20th Exchange of Awarded Inventions 2012 at the World Invention Fair and Exhibitions held on 5–7 February, 2013, at the Copernicus Science Centre in Warsaw.

Wyniki prac badawczych w zakresie zastosowań cieczy magnetycznych

- Unikalne właściwości cieczy magnetycznych pozwalają na uzyskanie odwracalnej, niemal natychmiastowej zmiany ich parametrów reologicznych oraz kierunku przepływu na skutek oddziaływania pola magnetycznego. W budowie maszyn ferrociecze znalazły zastosowanie przede wszystkim w konstrukcji uszczelnień, natomiast cieczy magnetoreologiczne stosowane są głównie w tłumikach drgań, hamulcach oraz sprzęgłach.

Zespół pracowników naukowych Katedry Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, zajmujący się projektowaniem, badaniem i wdrażaniem układów uszczelniających, ma szczególne osiągnięcia w zastosowaniu cieczy magnetycznych, potwierdzone uzyskaniem w 2013 r. 10 świadectw patentowych i ogłoszeniem przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej 23 zgłoszeń patentowych.

Podczas wytwarzania skoncentrowanego pola magnetycznego możliwe jest utworzenie bariery uszczelniającej o wyjątkowej skuteczności. Takie bezstykowe uszczelnienia charakteryzują się niemal całkowitym brakiem przecieków i bardzo małymi oporami ruchu. Mogą one być stosowane jako uszczelnienia spoczynkowe i ruchowe. Korzystne jest ich zastosowanie zwłaszcza w warunkach próżni oraz przy dużych prędkościach obrotowych.

Do celów badawczych zbudowano kilka unikatowych stanowisk, które pozwalają na wyznaczanie charakterystyk uszczelnień wałów obrotowych. Prowadzono na

Results of research in the field of applications for magnetic fluids

- The unique characteristics of magnetic fluids enable the obtaining of a reversible and nearly instantaneous change of their rheological parameters and the direction of their flow by using magnetic fields. In the design of machines, ferrofluids are used mostly for building sealing elements, while magnetorheological fluids are used mostly in vibration dampers, brakes, and couplings.

A team of researchers from the Department of Machine Design and Terotechnology at the Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, which designs, tests, and implements sealing systems, has special achievements in the application of magnetic fluids, as confirmed by 10 patents obtained in 2013, and an announcement of 23 patent applications by the Polish Patent Office.

In the course of generating a concentrated magnetic field, it is possible to make a sealing barrier of exceptional effectiveness. Such contactless seals are characterized by a practical lack of leaks and very small resistance to motion. They can be used as static and dynamic seals. It is beneficial to use them most of all in a vacuum, and at high rotational speeds.

For research purposes, a few unique stations have been built that make it possible to determine the characteristics of seals of rotating shafts. The stations have been used, for example, for testing multi-stage seals at rotational speeds of up to 9,000 rpm.



Reometr elektroniczny MCR 301 z możliwością badań w obszarze działania pola magnetycznego
MCR 301 electronic rheometer that enables performing tests in the area of a magnetic field

nich między innymi badania uszczelnień wielostopniowych w zakresie prędkości obrotowej do 9000 obr./min.

Nowatorski charakter – nie tylko w skali kraju – mają badania nad możliwością użycia uszczelnień z cieczą magnetyczną w środowisku wodnym oraz zastosowania cieczy magnetoreologicznych. Oryginalne wyniki uzyskane w tym obszarze badawczym pozwalają oczekiwać wdrożeń dla przemysłu już w nieodległej przyszłości.

Prowadzone są również prace nad konstrukcją łożysk tarcia płynnego, w których jako środek smarny będzie użyta ciecz magnetyczna. Zasadność rozważań nad zastosowaniem cieczy magnetycznych w łożyskowaniach potwierdzają wyniki badań przeprowadzonych na reometrze elektronicznym MCR 301 i specjalnie zbudowanym unikatowym stanowisku. Opracowano oraz poddano weryfikacji doświadczalnej nowy model zachowania się cieczy magnetoreologicznych. Wykazano, że ciecz magnetoreologiczna poddana ścisłaniu pozwala na uzyskanie znacznych wartości siły reakcji. Ponadto wykazano, że oddziaływanie na ciecz magnetoreologiczną polem magnetycznym, pozwala uzyskać dodatkowe ciśnienie w kierunku działania pola magnetycznego. Zjawiska te jako potencjalne źródło nośności są szczególnie korzystne przy opracowaniu konstrukcji łożysk ślizgowych smarowanych cieczami magnetycznymi, które mogą znaleźć przemysłowe zastosowanie. Przeprowadzone badania mają przełomowe znaczenie dla rozwoju nie tylko polskiej, ale i światowej myśli naukowo-technicznej.

Of an innovative nature, not only on a domestic scale, is research into using magnetic fluid seals in water environments, and into using magnetorheological fluids. The original results obtained in this research area justify expectations concerning industrial implementation in the near future.

Works are also being conducted on designing fluid friction bearings with a magnetic fluid as a lubricant. The validity of the research on the use of magnetic fluids in bearings is confirmed by the results of the tests conducted with the use of the MCR 301 electronic rheometer at a specially designed unique station. A new model of behaviour of magnetorheological fluids has also been developed and verified experimentally. It has been demonstrated that a magnetorheological fluid that is subject to compression produces significant reaction forces. Moreover, it has been demonstrated that by acting with a magnetic field on a magnetorheological fluid, additional pressure in the direction of the action of the magnetic field can be obtained. These phenomena, as potential sources of load bearing ability, are particularly beneficial for the development of designs of sliding bearings lubricated with magnetic fluids, which are suitable for use in industry. The research is of fundamental importance to the development of technologies, not only in Poland, but also worldwide.



Stanowisko do badań wzdłużnych łożysk ślizgowych smarowanych cieczami magnetycznymi
A station for longitudinal tests of sliding bearings lubricated with magnetic fluids

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się na opracowaniu najnowszych technik i technologii w zakresie:

- diagnozowania górniczo-geologicznych warunków eksploatacji złóż i procesów geodynamicznych,
- badań geochemicznych komponentów środowiska,
- gospodarczego wykorzystania odpadów i ich utylizacji w budownictwie,
- oceny przeróbki surowców mineralnych i oceny wpływu zakładów górniczych na środowisko,
- kreowania kierunków badawczych takich jak: aeromineralogia, agromineralogia, kosmomineralogia, biomineralogia i petroarcheologia,
- oceny zasobów energii geotermalnej,
- rozpoznania budowy geologicznej skorupy ziemskiej i wnętrza Ziemi.



Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection



The research and development activities of the faculty focus on the latest techniques and technologies in the field of:

- diagnostics of mining-geological conditions for exploitation of deposits and geodynamic processes,
- geochemical studies of environmental components,
- economic use of waste and its utilization in the construction industry,
- evaluation of the processing of mineral raw materials, and the evaluation of the environmental impact of mining facilities,
- creation of research fields, such as: aeromineralogy, agromineralogy, cosmomineralogy, biomineralogy, and petroarcheology,
- evaluation of geothermal energy resources,
- recognition of the geological structure of the Earth's crust and interior.

Wykorzystanie minerałów kaolinitowych z polskich źródeł do syntezy hybrydowych, organo-mineralnych nanomateriałów o kontrolowanych właściwościach

▶▶ Dr inż. Jakub Matusik jest pracownikiem Katedry Mineralogii, Petrografii i Geochemii Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska. Prowadzone przez niego badania naukowe, finansowane w ramach grantów naukowych przyznawanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2011–2012) oraz Narodowe Centrum Nauki (2011–2014), koncentrują się na syntezie hybrydowych, organiczno-nieorganicznych nanomateriałów na bazie minerałów ilastych z polskich źródeł.

W badaniach wykorzystywane są przede wszystkim minerały kaolinitowe pochodzące ze złóż zlokalizowanych na Dolnym Śląsku: Maria III, Rusko–Jarosów i Dunino. Różnią się one cechami strukturalno-teksturalnymi, które wpływają na ich aktywność chemiczną i podatność na modyfikacje wybranymi związkami organicznymi. Odpowiednio przeprowadzone modyfikacje chemiczne tych minerałów pozwoliły na otrzymanie nowych pochodnych m.in. o morfologii nanorurkowej czy właściwościach sorpcyjnych, a tym samym zdolnych do pochłaniania szkodliwych substancji.

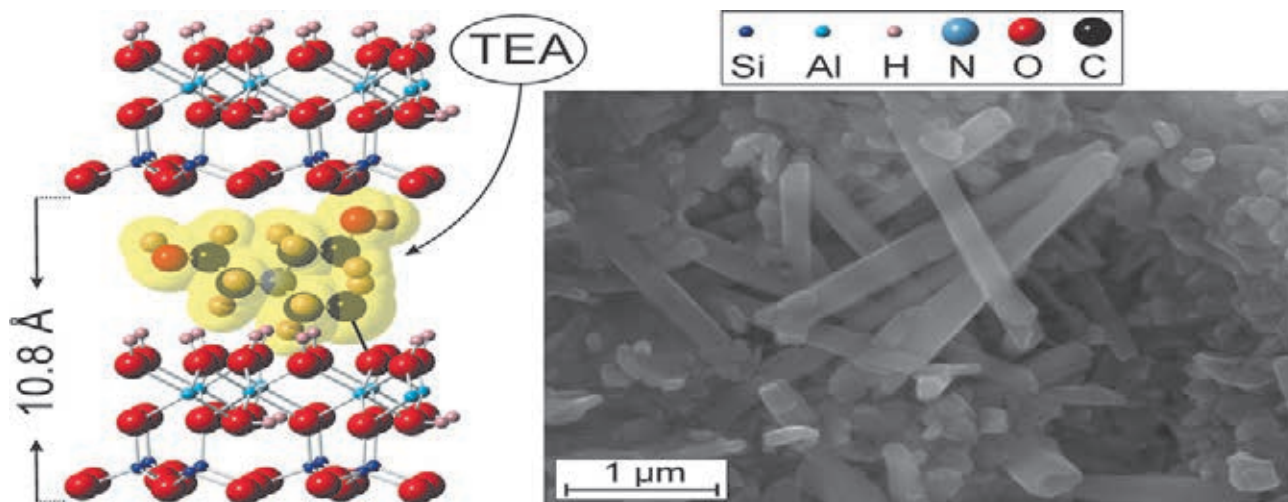
Badania pozwoliły na opracowanie sposobu otrzymywania nanorurek kaolinitowych stanowiących przykład materiału mezo-porowatego oraz scharakteryzowano ich strukturę i teksturę. Modyfikacja chemiczna obejmująca procesy interkalacji i/lub graftingu doprowadziła do rozbicia agregatów ziarnowych, a następnie spowodowała delaminację, czyli wzajemne odseparowanie pakietów budujących strukturę minerału. W konsekwencji nastąpiło „zwinienie” pakietów na poziomie nanometrycznym i uzyskanie nanorurek o średnicach wewnętrznych w zakresie od 25 do 40 nm bez zniszczenia struktury minerału. Nanocząstki te wykorzystano

Use of kaolinite-rich minerals from Polish deposits for the synthesis of hybrid, organo-mineral nanomaterials of controlled properties

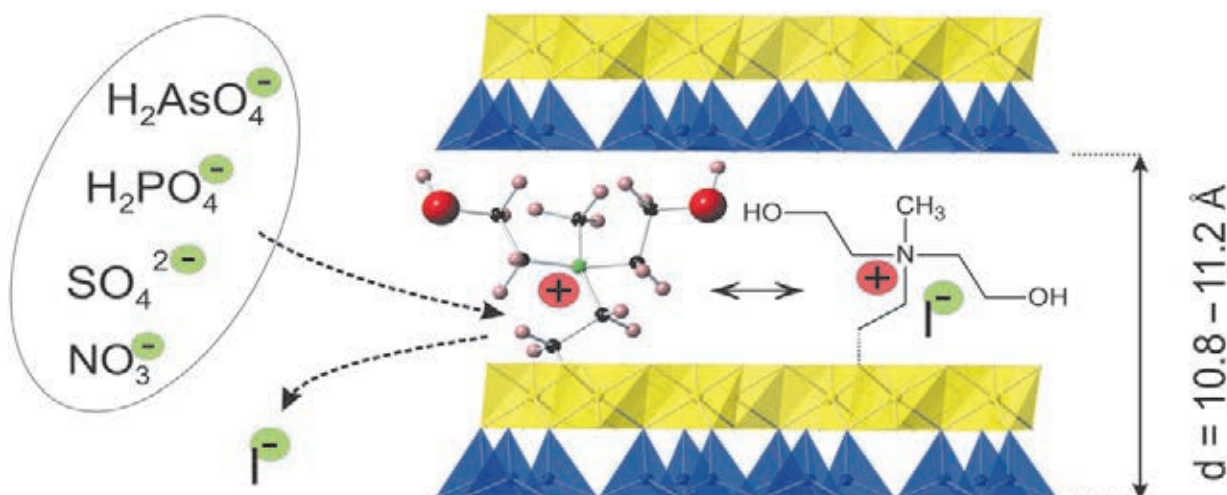
▶▶ Jakub Matusik, DSc, works at the Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry of the Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection. His research, financed within the framework of scientific grants awarded by the Ministry of Science and Higher Education (2011–2012) and the National Science Centre (2011–2014), focus on the synthesis of hybrid, organic-inorganic nanomaterials on the basis of clay minerals from Polish deposits.

The research uses mostly kaolinite-rich materials from deposits located in Lower Silesia: Maria III, Rusko–Jarosów, and Dunino. They have different structural and textural properties which influence their chemical activity and susceptibility to modification with selected organic compounds. Appropriate chemical modifications of those minerals enabled the obtaining of new derivatives, including derivatives of nanotube morphology, and ones of sorptive characteristics, which, consequently, are capable of absorbing harmful substances.

The research has made it possible to develop a method of production of kaolinite nanotubes, which are an example of mesoporous materials, as well as to describe their structure and texture. Chemical modification, which includes the processes of intercalation and/or grafting, has resulted in a breakup of grain aggregates, and then caused delamination, i.e. mutual separation of packets that form the structure of the mineral. As a result, the packages were “rolled up” on the nanometric level, and nanotubes were formed, with inner diameters in the range of 25–40 nm, without destroying the structure of the mineral.



Struktura i morfologia materiału otrzymanego na bazie halozytu o zdolności kompleksowania kationów
Structure and morphology of material based on halloysite capable of complexing cations



Materiał hybrydowy otrzymany na bazie kaolinitu o zdolnościach anionowymiennych
Hybrid material based on kaolinite with anion-exchange properties

z powodzeniem do syntezy biodegradowalnych nanokompozytów o wyraźnie wyższych parametrach mechanicznych w stosunku do wyjściowego polimeru, którym był polilaktyd (PLA).

Minerały z podgrupy kaolinitu, zawierające w swojej strukturze syntetycznie wprowadzone cząsteczki wykazujące zdolność kompleksowania jonów, wykorzystano jako sorbenty do oczyszczania roztworów wodnych z toksycznych i mogących negatywnie wpływać na jakość wód jonów. Ustalono optymalne warunki syntezy dla otrzymywania sorbentów zarówno anionowych, jak i kationowych form pierwiastków, w tym metali ciężkich. Badania umożliwiły poznanie efektywności i mechanizmów immobilizacji dla chromianów, arsenianów, fosforanów, siarczanów oraz azotanów. Dokonano charakterystyki cech strukturalnych oraz teksturalnych otrzymanych materiałów przy wykorzystaniu metod chemicznych i mineralogicznych, głównie: dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD), spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni (FTIR), analizy termicznej (DTA/TG), analizy elementarnej CHNS, spektroskopii ^{13}C CP-MAS NMR,

The nanoparticles were successfully used for the synthesis of biodegradable nanocomposites with clearly better mechanical characteristics compared to the original polymer (polylactid acid, PLA).

Minerals from the kaolinite subgroup, whose structure contains synthetically introduced particles that are capable of ion complexation, have been used as sorbents for the purification of water solutions to remove toxic ions that can have a negative impact on the quality of water. The optimum conditions of synthesis were determined for obtaining both anion and cation sorbents, as well as cation forms of elements, including heavy metals. The research allowed for obtaining knowledge about the effectiveness and the mechanisms of immobilization for chromates, arsenates, phosphates, sulfates, and nitrates. The characteristics of the structural and textural properties of the obtained materials were determined with the use of chemical and mineralogical methods, mostly X-ray diffractometry (XRD), infrared absorption spectroscopy (FTIR), thermal analysis (DTA/TG), elementary

^{27}Al NMR, ^{29}Si NMR, adsorpcji / desorpcji azotu oraz skaningowej (SEM) i transmisyjnej (TEM) mikroskopii elektronowej.

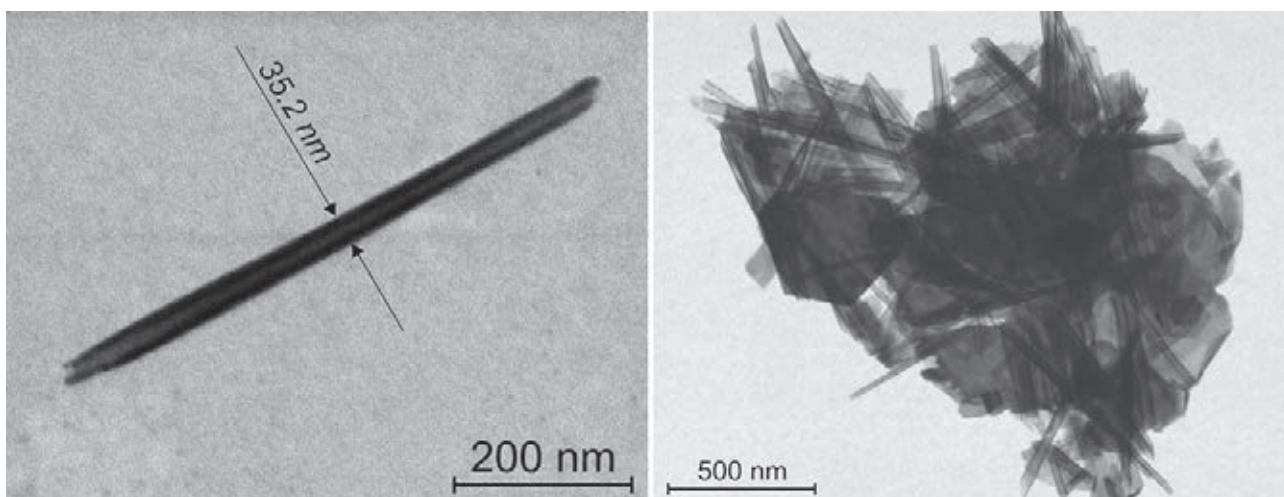
Wyniki badań opublikowane zostały w prestiżowych czasopismach prezentujących tematykę z zakresu mineralogii itów („Applied Clay Science” i „Clays and Clay Minerals”), jak również zagadnienia związane z chemią koloidów i nowymi materiałami („Journal of Colloid and Interface Science”, „Chemical Engineering Journal” i „Journal of Molecular Spectroscopy”).

Dr inż. Jakub Matusik był wielokrotnie nagradzany za swoją działalność badawczą. W 2011 r. otrzymał stypendium dla młodych naukowców przyznane przez MNiSW i tym samym znalazł się w gronie 256 osób z Polski, których osiągnięcia zostały w ten sposób wyróżnione. Dwa lata później odebrał prestiżowe stypendium START wręczane corocznie przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej. W gronie laureatów znalazło się wówczas 127 osób realizujących prace badawcze we wszystkich dziedzinach nauki. Ponadto w latach 2011–2014 dr inż. Jakub Matusik otrzymał cztery Nagrody Rektora AGH za działalność naukową.

analysis CHNS, spectroscopy ^{13}C CP-MAS NMR, ^{27}Al NMR, ^{29}Si NMR, adsorption / desorption of nitrogen, as well as scanning (SEM) and transmission (TEM) electron microscopy.

The results of the research have been published in prestigious journals that present problems related to the mineralogy of clays (“Applied Clay Science” and “Clays and Clay Minerals”), as well as in journals that present problems related to colloid chemistry and new materials (“Journal of Colloid and Interface Science”, “Chemical Engineering Journal”, and “Journal of Molecular Spectroscopy”).

Dr Matusik has received many awards for his achievements. In 2011, he was one of 256 Polish scientists to receive a scholarship for young scientists from the Ministry of Science and Higher Education. Two years later, he received the prestigious START scholarship, awarded each year by the Foundation for Polish Science. In that year, 127 researchers from all fields of science were chosen to receive a scholarship. Moreover, in the years 2011–2014, Dr Matusik won four Awards of the AGH UST Rector for his scientific activity.



Nanorurki kaolinitowe otrzymane na bazie minerałów kaolinitowych z polskich złóż
Kaolinite nanotubes based on kaolinite-rich minerals from Polish deposits

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się na zagadnieniach:

- prognozowania i oceny wpływów eksploatacji górniczej na górotwór, powierzchnię terenu oraz obiekty budowlane i inżynierskie,
- wykorzystania geodezyjnych obserwacji satelitarnych podczas realizacji inwestycji; w ocenie ruchów technogennych i geodynamicznych,
- katastru nieruchomości oraz ewidencji,
- formułowania badań modelowych opisujących stan zanieczyszczenia środowiska,
- badań poziomu antropopresji środowiska naturalnego,
- opracowywania ocen oddziaływania inwestycji na środowisko.



Faculty of Mining Surveying and Environmental Engineering



The research and development activities of the faculty focus on the following areas:

- forecasting and evaluation of the impact of mining exploitation onto the rock mass, the surface of the ground, and building and engineering structures,
- use of surveying satellite observations during construction projects, as well as in the evaluation of technogenic and geodynamic movements,
- real estate cadastre and records,
- formulation of model studies describing the status of environmental pollution,
- studies of the level of anthropopressure on the natural environment,
- elaboration of environmental impact assessments for construction projects.

System MSITS

- ▶▶ System Monitorowania Stanu Infrastruktury Transportu Szynowego – kolejowego (zwany w skrócie MSITS) stanowił jeden z głównych celów rozprawy doktorskiej pt. „System geodezyjnego i diagnostycznego monitorowania stanu infrastruktury transportu szynowego” autorstwa dr. inż. Arkadiusza Kampczyka.

System służy do zbierania i analizowania danych o infrastrukturze transportu szynowego oraz posiada wspólny przepływ informacji między tworzonymi zbiorami danych na poziomie regionalnym spółki PKP PLK SA i na poziomie centralnym. Kluczowym elementem systemu jest możliwość prowadzenia ciągłego monitoringu elementów infrastruktury transportu szynowego – kolejowego w sposób automatyczny i bezdotykowy. Według autora tylko taki sposób gromadzenia informacji gwarantuje prawidłowe funkcjonowanie systemu. Aby takie rozwiązanie było możliwe opracowano bezdotykowy i automatyczny sposób identyfikacji elementów infrastruktury transportu szynowego (eITS), będący elementem składowym MSITS. Rozwiązuje on zagadnienia pozyskiwania danych dla celów



Pojazd pomiarowy GMTZ Plasser & Theurer
– monitoring na najwyższym poziomie
Measurement vehicle Plasser & Theurer GMTZ
– quality monitoring at the highest level

MSITS System

- ▶▶ The System of Monitoring the Condition of Rail Transport Infrastructure (Polish: System Monitorowania Stanu Infrastruktury Transportu Szynowego, MSITS) was one of the main objectives of Arkadiusz Kampczyk's doctoral dissertation "The System of Geodetic and Diagnostic Monitoring of Rail Transportation Infrastructure".

The system is used to collect and analyse information concerning railway infrastructure; it has a joint system of sharing information between data banks at the regional level of PKP PLK SA, and the central level. The key element of the system is the possibility to maintain a continuous automatic and remote monitoring of the elements of rail transport infrastructure. According to the researcher, this method of collecting information is the only way to guarantee a correct operation of the system. To make this solution possible, a remote and automatic way of identifying the elements of rail transport infrastructure (eITS) has been developed. eITS constitutes part of MSITS. It solves the problem of obtaining data for diagnostic, building and geodetic purposes, as well as the Geographic



Monitorowanie urządzeń / konstrukcji towarzyszących transportowi szynowemu
(obrotnica kolejowa w Betriebsbahnhof Schöneweide)
Monitoring the equipment / structures accompanying rail transport
(railway turntable in Betriebsbahnhof Schöneweide)

diagnostycznych, budowlanych, geodezyjnych oraz systemu informacji geograficznej (GIS). Niezawalnymi zaletami modułu jest to, iż sposób identyfikacji eITS pozwala na zdalny odczyt danych z identyfikatorów (będących początkiem lub końcem czterokilometrowego sektora pomiarowego np. linii kolejowej), jak również zapis danych bez konieczności kontaktu optycznego pomiędzy urządzeniem odczytującym, a identyfikatorem. Sposób identyfikacji eITS dostosowano przede wszystkim do dwóch metod pomiarowych: bezpośredniej i pośredniej, stosowanej w pomiarach transportu szynowego. Opracowana metodyka jest rozwiązaniem nowym w transporcie szynowym polskim oraz zagranicznym.

Zaproponowana metoda ciągłego monitoringu stanu infrastruktury, a przede wszystkim przepływu pozyskanych już danych, nie tylko okazała się interesującym przedsięwzięciem, ale również została doceniona, otrzymując nagrody: I miejsce Ministra Gospodarki, I miejsce Prezesa Zarządu PKP SA, wyróżnienie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej oraz gratulacje Prezesa Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT. Sposób identyfikacji eITS doczekał się również zgłoszenia patentowego o nazwie – „Sposób identyfikacji elementów infrastruktury transportu szynowego” (numer zgłoszenia: PL 393050 A1). Współautorami sposobu identyfikacji elementów infrastruktury transportu szynowego byli: dr inż. Arkadiusz Kampczyk, dr hab. inż. Michał Strach oraz prof. Edward Preweda.



Monitorowanie stanu infrastruktury linii tramwajowych
Monitoring the status of tram infrastructure

Information System (GIS). An unquestionable advantage of the module is the fact that the identification method eITS allows a remote reading of information from identifiers (being the beginning or the end of a four-kilometre measurement sector, for example, a railway line), as well as recording the data without optical contact between the reading device and an identifier. In the first place, the identification method eITS was adapted to two ways of carrying out measurement: direct and indirect, used in rail transportation measurement systems. The developed methodology is a new solution in rail transportation systems in Poland and abroad.

The suggested method of a continuous monitoring of infrastructure condition, and primarily, the flow of data obtained through the system, turned out to be not only an interesting project, but it has also been appreciated, and received the following awards:

the First Prize of the Minister of Economy, the First Prize of PKP SA President of the Board, distinction from the Minister of Transport, Construction and Marine Economy, and congratulations from the President of the Polish Federation of Engineering Associations NOT. The identification method eITS has also been submitted for patent application under the name “Method for identifying the elements of rail transport infrastructure” (patent application number: PL 393050 A1). The co-authors of the way of identifying the elements of rail transport infrastructure are Arkadiusz Kampczyk, DSc, professor Michał Strach, and professor Edward Preweda.



Głowica rozjazdowa (Frankfurt nad Menem)
Head of turnouts (Frankfurt on Main)

Opracowanie uniwersalnych kryteriów statusu troficzności wód powierzchniowych

▶▶ Projekt pt. „Opracowanie uniwersalnych kryteriów statusu troficzności wód powierzchniowych w celu zintegrowanej oceny, prognozowania i modelowania ich stanu ekologicznego” był realizowany w ramach Programu Wykonawczego Polsko-Rosyjskiej Współpracy Naukowo-Technicznej na lata 2008–2010.

Tradycyjny monitoring ekologiczny prowadzony jest w oparciu o ok. 50 kryteriów oceny stanu troficzności wód. Do ich podstawowych wad należą: opracowane przez różnych autorów wartości wskaźników troficzności charakteryzujące się bardzo dużym rozrzutem, możliwość ustalenia wiarygodności oceny stanu troficzności wód jedynie przez wykwalifikowanych specjalistów po uwzględnieniu zespołu wielu tradycyjnych wskaźników, kosztowne i pracochłonne działania związane z poborem, transportem, konserwacją oraz obróbką laboratoryjną prób wody, wysokie ceny aparatury pomiarowej stosowanej do oznaczenia tradycyjnych wskaźników eutrofizacji.

Innowacyjność opracowanej metodologii polega na tym, że – w odróżnieniu od istniejących – odzwierciedla ona podstawowe funkcje ekosystemów wodnych, bazuje na minimalnej możliwej, ale wystarczającej do prezentacji istoty zjawiska liczbie pomiarów, a przy tym jest prosta w interpretacji, tania w zastosowaniu i nadaje się do celów aplikacyjnych. Wartość aplikacyjna opracowanej metodologii polega na tym, że:

- stanowi podstawę opracowania regionalnych standardów ekologicznych jakości wód powierzchniowych, z uwzględnieniem ich właściwości morfologicznych, hydrodynamicznych i hydrobiologicznych;
- pozwala na stałą kontrolę stanu ekologicznego wód dowolnych ekosystemów wodnych przy minimalnych nakładach pracy, czasu i kosztów;
- jest bazą do opracowania sposobów zarządzania procesem eutrofizacji i sterowania stanem trofii wód w celu zapobiegania jego negatywnym skutkom;
- pozwala na określenie udziału różnych źródeł substancji biogennych w rozwoju tego procesu;

Developing all-purpose criteria concerning trophic state of surface waters

▶▶ A project entitled “Developing all-purpose criteria concerning the trophic state of surface waters for the purpose of integrated evaluation, forecasting and modelling their ecological status” was accomplished within the framework of the Polish-Russian Executive Programme of Scientific-Technical Collaboration in the years 2008–2010.

Conventional ecological monitoring is conducted on the basis of ca. 50 evaluation criteria of the trophic state of surface waters. Their main disadvantages are: the values of trophic state indexes developed by different authors have a very wide spread, only qualified specialists can determine the reliability of the evaluation of trophic state after a range of many conventional indicators have been taken into account, expensive and time-consuming works connected with the obtaining, transportation, preservation and laboratory processing of water samples, a high cost of measurement equipment used for determining the traditional indexes of eutrophication.

The innovation of the developed methodology means that – contrary to the existing methods – it reflects the basic functions of water ecosystems, is based on a minimum possible and yet sufficient number of measurements required for the presentation of the essence of a phenomenon, is straightforward in interpretation, cheap in application, and can be used in practice. The practical value of the developed methodology lies in the following points:

- it constitutes the basis for the development of regional environmental standards for the quality of surface waters, taking into account their morphological, hydrodynamic and hydrobiological features;
- it enables a constant monitoring of the ecological status of waters in any water ecosystems with a minimum amount of work, time and funds;
- it is the basis for developing the methods of managing the eutrophication process and controlling the trophic state of waters for the purpose of preventing its negative effects;
- it allows to determine the contribution of various sources

- dostarcza wytycznych do oceny oddziaływania na środowisko wodne takich inwestycji, jak np. oczyszczalnie ścieków, budowle wodne i inne konstrukcje hydrotechniczne oraz umożliwia analizę wpływu różnego rodzaju czynności antropogenicznych na stan akwenów wodnych, w których są prowadzone;
- pozwala dokonać oceny efektywności realizowanych przedsięwzięć ochronnych;
- wykorzystywana jest w celu formułowania prognostycznych modeli matematycznych i stanowi ekspresową metodę monitoringu diagnostycznego, badawczego i operacyjnego wód;
- umożliwia optymalny dobór technologii oczyszczania ścieków uzasadnionych z punktu widzenia ekonomicznego i ekologicznego;
- stanowi podstawę systemowego podejścia do zarządzania jakością wód powierzchniowych, przy uwzględnieniu wszystkich źródeł dostarczania substancji zanieczyszczających do odbiorników i ustaleniu dopuszczalnych kwot ich ładunków dla poszczególnych źródeł zanieczyszczeń.

Analiza wyników wstępnych obliczeń wykazała ponadto, że opracowana metodologia – w porównaniu z tradycyjnym sposobem oceny stanu wód – pozwala znacząco skrócić czas potrzebny na przeprowadzenie badań (ok. 50 razy) oraz zredukować związane z nimi koszty (20–30 razy).

- of biogenic substances in the development of the process;
- it provides guidelines for the evaluation of the environmental impact of such developments as sewage treatment plants, water constructions and other hydrotechnical constructions, and it also enables the analysis of the influence of different types of anthropogenic activities on the condition of water reservoirs;
- it allows to evaluate the efficiency of preventive activities and projects;
- it is used for the purpose of formulating prognostic equations, and is a fast method of diagnostic, scientific and operational monitoring of waters;
- it allows to choose the best technology for sewage treatment, justified from the economic and environmental point of view;
- it constitutes the basis for a comprehensive approach to the problem of the quality management of surface waters while taking into account all possible sources of delivering contaminants into reservoirs, and determining maximum acceptable amounts for particular sources of contaminants.

The analysis of preliminary calculations has also shown that the developed methodology – in comparison to the conventional evaluation methods of water conditions – allows to shorten the time needed for the examination (ca. 50 times), as well as to reduce the associated costs (20–30 times).

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się na:

- nowych technologiach tworzyw i szkliv ceramicznych,
- projektowaniu nowych tworzyw ceramicznych,
- nowych materiałach i technologiach dla inżynierii biomedycznej,
- surowcach ceramicznych,
- projektowaniu materiałów odpornych na korozję,
- metodach badań własności materiałów,
- otrzymywaniu i badaniach materiałów konstrukcyjnych i powłok,
- analizie chemicznej i strukturalnej materiałów,
- badaniach materiałów budowlanych, termoizolacyjnych i betonów,
- badaniach i syntezach krzemianów i siloksanów.



Faculty of Materials Science and Ceramics



The research and development activities of the faculty focus on the following areas:

- new technologies related to ceramic materials and glazes,
- designing new ceramic materials,
- new materials and technologies for biomedical engineering,
- ceramic raw materials,
- designing corrosion-resistant materials,
- methods of testing the properties of materials,
- production and testing of structural materials and coatings,
- chemical and structural analysis of materials,
- testing of building and thermal insulation materials and concretes,
- studies and syntheses of silicates and siloxanes.

Ceramiczne materiały implantacyjne dla medycyny

▶▶ Na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki zespół pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Anny Ślósarczyk od lat prowadzi badania nad ceramicznymi materiałami implantacyjnymi dla medycyny. Obejmują one projektowanie, otrzymywanie, ocenę fizykochemiczną i biologiczną kościozastępczych preparatów dla ortopedii, chirurgii twarzoczaszki i stomatologii służących do uzupełniania ubytków kostnych powstałych na skutek chorób lub urazów.

W ramach tych badań opracowano szereg materiałów stanowiących monofazową i kompozytową spiekaną bioceramikę fosforanowo-wapniową, a więc otrzymywaną zgodnie z typowymi procesami ceramicznymi obejmującymi formowanie porowatych i gęstych kształtek implantacyjnych oraz różnego rozmiaru granul, a następnie ich wysokotemperaturową obróbkę cieplną. Przedmiotem zainteresowań zespołu są również biomateriały wiązane chemicznie, stanowiące poręczne chirurgicznie, a więc łatwe do przygotowania i aplikacji w warunkach sali operacyjnej, cementy kostne.

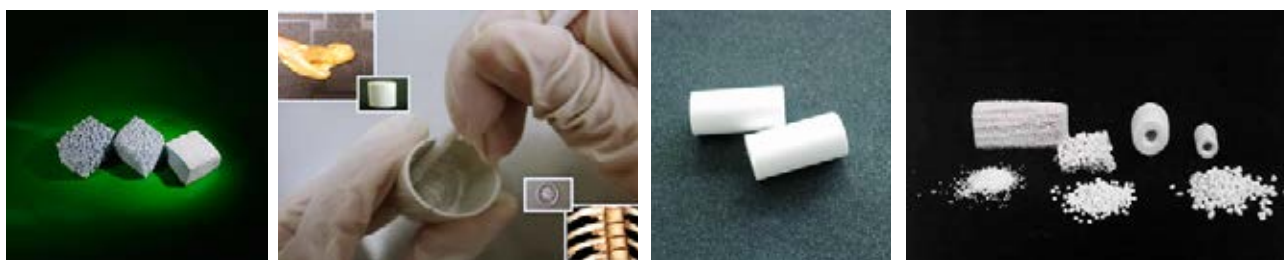
Efektom prac badaczy są 23 patenty, w tym dwa europejskie oraz wdrożenie do produkcji przemysłowej pierwszych w Polsce preparatów implantacyjnych opartych na fosforanach wapnia: hydroksyapatycie (HAp) i fosforanie trójwapniowym (β TCP). Kolejne materiały opracowane w ramach ukończonego z wyróżnieniem w 2013 roku projektu z Programu Operacyjnego Innowacyjna

Ceramic implant materials for medicine

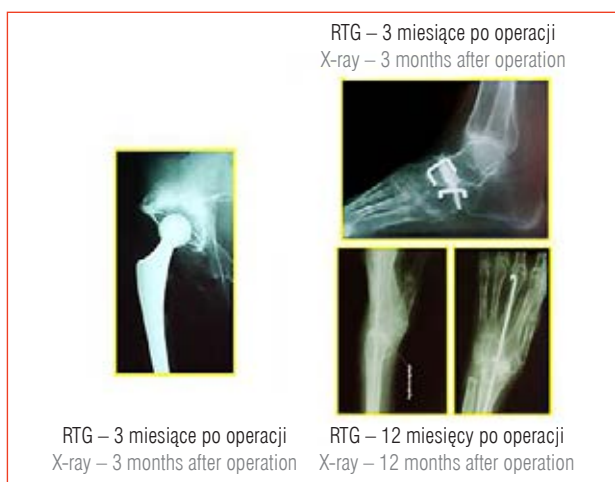
▶▶ At the Faculty of Materials Science and Ceramics, a team led by professor Anna Ślósarczyk has for years conducted research on ceramic implant materials for medicine. The research covers the design, production, and physico-chemical and biological evaluation of bone grafts for orthopedics, craniofacial surgery, and stomatology, used for filling bone defects resulting from diseases or injuries.

As part of the research, a number of materials have been developed; they constitute a monophasic and composite sintered phosphate-calcium bioceramics, i.e. bioceramics produced in accordance with standard ceramic processes that include the formation of porous and dense implant blocks and granules of various sizes, followed by their high-temperature thermal processing. The team is also interested in chemically bonded biomaterials that constitute bone cements that are surgically handy, i.e. easy to prepare and apply in the conditions of operating rooms.

The results of the research are 23 patents, including two European patents and implementation into industrial-scale production of the first Polish implant materials based on calcium phosphates: hydroxyapatite (HAp) and tri-calcium phosphate (β TCP). Other materials developed within the framework of the awarded project, completed in 2013, which was a part of the Innovative Economy Operational Programme



Bioceramika fosforanowo-wapniowa
Calcium-phosphate bioceramics



Zastosowanie bioceramiki HAp- β TCP w ortopedii
Application of HAp- β TCP bioceramics in orthopedics

Gospodarka nr POIG.01.03.01-00-005/09 są w końcowej fazie badań i mają szansę wkrótce na komercjalizację. Zespół realizuje swe interdyscyplinarne badania we współpracy z medycznymi ośrodkami naukowymi, m.in. w Krakowie, Lublinie, Warszawie.

Obecnie przedmiotem jego zainteresowań są materiały dla medycyny, w tym dla inżynierii tkankowej i medycyny regeneracyjnej należące do biomateriałów III generacji.

Za swe badania nad ceramicznymi preparatami do uzupełnień ubytków kostnych naukowcy zostali wielokrotnie uhonorowani Nagrodą Rektora AGH, zaś prof. Anna Ślósarczyk wyróżniona w IV konkursie dla kobiet wynalazców „Wynalazczyni 2011”. W 2013 r. Pani Profesor wraz z zespołem naukowców z Lublina zdobyła również trzy nagrody na Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik „Brussels Innova” w Brukseli – Grand Prix Europe France Inventeurs, złoty medal z wyróżnieniem oraz prestiżową nagrodę Światowej Organizacji Własności Intelektualnej dla kobiety wynalazcy.

no. POIG.01.03.01-00-005/09, are in the final stages of research, and are likely to be commercialized soon. The team conducts its interdisciplinary research in collaboration with medical academic centres, including ones from Krakow, Lublin, and Warsaw.

Currently, the team is focusing on materials for medicine, including materials for tissue engineering and regenerative medicine, which belong to the group of 3rd generation biomaterials.

For their research on ceramic preparations for replacing bone losses, the scientists have received several Awards of the AGH UST Rector, and professor Anna Ślósarczyk was awarded at the 4th competition for female inventors, “Wynalazczyni 2011”. In 2013, together with the team of scientists from Lublin, she also won three awards at the World Exhibition on Inventions, Research, and New Technologies “Brussels Innova” – Grand Prix Europe France Inventeurs, a gold medal with distinction, and a prestigious award of the World Intellectual Property Organization for a female inventor.



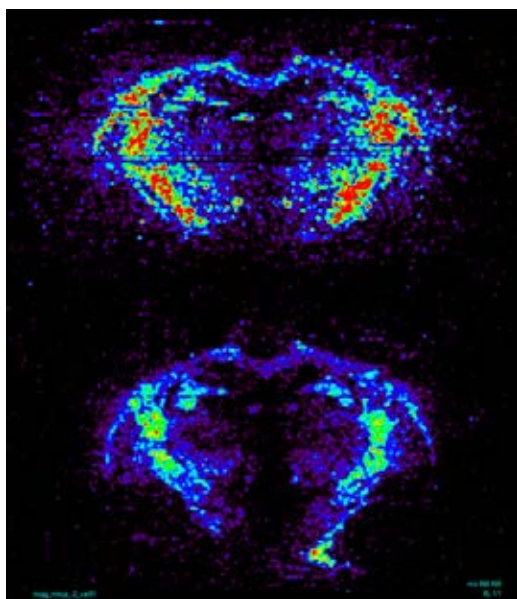
Zastosowanie bioceramiki HAp- β TCP w chirurgii szczękowo-twarzowej
Application of HAp- β TCP bioceramics in maxillofacial surgery

Badania nad molekularnymi mechanizmami uzależnień

- ▶▶ Naukowcy z Katedry Biochemii i Neurobiologii Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki w swojej pracy badawczej zajmują się problemami z pogranicza dyscyplin: chemii, biochemii oraz farmakologii. Odpowiada to obowiązującym na świecie trendom, zgodnie z którymi nauki przyrodnicze, a w szczególności biochemia, są pomostem łączącym zagadnienia z zakresu nanotechnologii, biomateriałów, chemii medycznej i biochemii.

Celem badawczym Katedry jest zrozumienie molekularnych mechanizmów uzależnień oraz ultraczuła identyfikacja endogennych molekuł. Wyniki tych badań stosowane są także w wielu dyscyplinach naukowych, jak m.in. inżynieria materiałowa, diagnostyka nowotworów, analityka.

W ramach działalności naukowej, wspólnie z firmą ERTEC Poland oraz zespołem z Politechniki Wrocławskiej, opracowywane są pionierskie konstrukcje nowych źródeł jonów do spektrometrów masowych oparte na niskotemperaturowej plazmie.



Research on molecular mechanisms of addiction

- ▶▶ In their research work, scientists from the Department of Biochemistry and Neurobiology at the Faculty of Materials Science and Ceramics focus on problems at the boundaries of chemistry, biochemistry, and pharmacology. This is in line with the global trends, according to which natural sciences, in particular biochemistry, are a bridge connecting problems from the field of nanotechnology, biomaterials, medical chemistry, and biochemistry.

The research objective of the Department is to understand the molecular mechanisms of addictions and ultra-sensitive identification of endogenous molecules. The results of the research are also used in many fields of science, such as materials science, cancer diagnostics, and analytics.

The scientific activities, performed together with ERTEC Poland, and a team from Wrocław University of Technology, include the development of pioneering designs of new ion sources for mass spectrometers based on low-temperature plasma.



Analiza molekuł w mózgu metodą obrazowania DESI
An analysis of molecules in the brain using the DESI imaging method



Umożliwiają one szybką identyfikację narkotyków, co otworzyło nowe możliwości współpracy z Poradnią Leczenia Uzależnień Szpitala Specjalistycznego im. Ludwika Rydygiera w Krakowie oraz Instytutem Ekspertyz Sądowych w Krakowie.

Inne techniki stosowane przez naukowców dają możliwość wglądu w strukturę materiałów dla medycyny, np. implantów kostnych czy sztucznych naczyń krwionośnych, pozwalając na ocenę ich powierzchni i ustalenie przyczyn odrzucania przez organizm.

Opracowano także niezwykle prostą metodę generacji metabolitów substancji psychoaktywnych z zastosowaniem mającego właściwości katalityczne ditlenku tytanu oraz przy użyciu procesów elektrochemicznych.

Możliwość przewidywania potencjalnych metabolitów narkotyków może być wykorzystywana w tzw. toksykologii prewencyjnej do ratowania życia pacjentów zatrutych substancjami psychoaktywnymi dostępnymi na nielegalnym rynku.

They enable a quick identification of narcotics, which opened up new opportunities for collaboration with the Substance Abuse Treatment Clinic of the Ludwik Rydygier Specialist Hospital in Krakow, and the Institute of Forensic Research in Krakow.

Other techniques used by the scientists enable the analysis of the structure of materials used in medicine, e.g. bone implants or artificial blood vessels, which enables an evaluation of their surface, and the determination of the causes of their rejection by the body.

A very simple method was also developed for the generation of metabolites of psychoactive substances using electrochemical processes and titanium dioxide, which has catalytic properties.

The ability to anticipate the possible metabolites of narcotics can be used in the so-called preventive toxicology for the purpose of saving the lives of patients poisoned with psychoactive substances purchased on the black market.

Wydział Odlewnictwa



Działalność naukowo-badawcza wydziału obejmuje następujące obszary:

- badania oraz modelowanie numeryczne i fizyczne procesów i odlewów,
- mechanizacja i projektowanie produkcji i transportu w odlewni,
- nowe materiały dla odlewnictwa i ochrona środowiska,
- teoria i praktyka wytapiania żeliwa, staliwa, kompozytów odlewanych,
- żeliwne odlewy cienkościenne,
- badania struktury, właściwości, wad stopów i kompozytów odlewanych,
- stopy wysokowytrzymałe na osnowie metali nieżelaznych,
- zjawiska wysokotemperaturowe w wybranych masach rdzeniowych oraz badania mas samoutwardzalnych dla odlewów staliwnych,
- odlewy precyzyjne i artystyczne,
- wpływ składu i struktury materiałów konstrukcyjnych oraz właściwości fizykochemicznych elektrolitów na przebieg procesów katodowych i anodowych,
- modyfikacja polimerów i mas formierskich przy użyciu nanomateriałów,
- zastosowanie metod spektroskopowych.



Faculty of Foundry Engineering



The research and development activities of the faculty cover the following areas:

- numerical and physical research and modelling of processes and castings,
- mechanization and design of production and transport in foundries,
- new materials for the foundry industry and environmental protection,
- theory and practice of cast iron, cast steel, and cast composites smelting,
- cast iron thin-walled castings,
- testing the structure, properties, and defects of cast alloys and composites,
- high-strength, non-ferrous metal-based alloys,
- high-temperature phenomena in core sand, and tests of self-hardening sand for cast steel castings,
- precision and artistic castings,
- impact of the composition and structure of construction materials and the physico-chemical properties of electrolytes on cathodic and anodic processes,
- modification of polymers and moulding compounds with the use of nanomaterials,
- use of spectroscopic methods.

Nieorganiczne spoiwo odlewnicze nowej generacji modyfikowane nanocząstkami

▶▶ W roku 2013 w Katedrze Tworzyw Formierskich, Technologii Formy i Odlewnictwa Metali Nieżelaznych zostało opracowane nieorganiczne spoiwo odlewnicze nowej generacji. Jego innowacyjność polega na wykorzystaniu nanocząstek wybranych tlenków metali jako modyfikatorów zmieniających cechy fizykochemiczne, technologiczne i użytkowe spoiwa. Badania były realizowane głównie przez mgr inż. Angelikę Kmitę w ramach pracy doktorskiej.

Wytwarzanie dużych i wielkogabarytowych odlewów ze stopów żelaza wymaga stosowania mas formierskich ze spoiwami, które mogą mieć charakter organiczny lub nieorganiczny. Aktualnie zarówno w odlewnictwie krajowym, jak i zagranicznym wykorzystywane są spoiwa z obu grup. Jednak z uwagi na emisję szkodliwych związków węgla, w dyrektywach Unii Europejskiej dąży się do daleko idących ograniczeń w stosowaniu mas ze spoiwami organicznymi. Powinny one być zastąpione spoiwami nieorganicznymi. Wiele ośrodków naukowych prowadzi badania nad nowymi, nieszkodliwymi spoiwami i prace mające na celu udoskonalenie stosowanych dotychczas spoiw nieorganicznych. Do tych ostatnich należy odlewnicze szkło wodne.

Na Wydziale Odlewnictwa opracowano zmodyfikowane nanocząstkami szkło wodne. Do modyfikacji szkła wodnego wykorzystano nanocząstki otrzymywane technologią opracowaną również na Wydziale Odlewnictwa, w Katedrze Chemii i Korozji Metali (patent nr P-369320). Masy formierskie z nowym, modyfikowanym spoiwem posiadają dużo lepsze właściwości wytrzymałościowe, co pozwala na zmniejszenie ilości spoiwa w procesie technologicznym i poprawę wskaźników ekonomicznych produkcji odlewów. Stosując nowe spoiwo – szkło wodne modyfikowane nanocząstkami tlenków metali – osiągnięto również poprawę tzw. wybijałości masy formierskiej, efektem czego jest mniejszy nakład pracy potrzebnej do usunięcia odlewów z formy

New generation inorganic foundry binder modified by nanoparticles

▶▶ In 2013, the Department of Moulding Materials, Mould Technology, and Non-Ferrous Metals Casting developed a new generation inorganic foundry binder. Its innovative nature lies in the use of nanoparticles of selected metal oxides as modifiers that change the physico-chemical, technological, and performance characteristics of the binder. The research was conducted mostly by Angelika Kmita, MSc, as a part of her doctoral dissertation.

Production of large and large-scale casts from iron alloys requires using moulding materials with binders that can be either organic or inorganic. Currently, both in Poland and abroad, binders from both groups are used. However, due to the emission of harmful carbon compounds, the directives of the European Union aim to reduce significantly the use of moulding materials with organic binders and to replace them with inorganic binders. Many scientific centres conduct research on new harmless binders, and works aimed to improve the inorganic binders that are currently in use. The latter type of binders includes moulding liquid glass.

The Faculty of Foundry Engineering developed nanoparticle-modified liquid glass. Liquid glass was modified with nanoparticles produced by means of a technology that was also developed at the Faculty of Foundry Engineering, at the Department of Metal Chemistry and Corrosion (patent no. P-369320). Moulding materials with the new, modified binder have much better strength characteristics, which enables reducing the quantity of the binder in the production process, and improving the economic indicators of foundry production. By using the new binder, i.e. liquid glass modified with nanoparticles of metal oxides, it was also possible to improve the so-called knock-out properties of the moulding material and, consequently, to reduce the amount of work needed to remove

i ich oczyszczenia. Zła wybijalność mas ze szkłem wodnym stanowi główny czynnik szerszego ich rozpowszechnienia we współczesnym odlewnictwie.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, iż nowe spoiwo (szkło wodne modyfikowane nanocząstkami) spełnia wszelkie wymagania Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska, a tym samym wpisuje się w najnowsze kierunki rozwoju technologii mas formierskich i rdzeniowych. Z tego też powodu prognozuje się upowszechnienie jego zastosowania w najbliższej przyszłości. Wykorzystanie nanocząstek do modyfikacji szkła wodnego stanowi innowację w przemyśle odlewniczym na skalę światową.

the cast from the mould, and to clean it. Poor knock-out properties of moulding materials with liquid glass is the main factor affecting their popularity in the foundry industry nowadays.

Of particular importance is the fact that the new binder (liquid glass modified with nanoparticles) meets all the environmental requirements of the European Union, thus contributing to the development of moulding and core materials. This is also why it is expected that it will be commonly used in the near future. The use of nanoparticles for modifying liquid glass is a global-scale innovation in the foundry industry.

Wydział Metali Nieżelaznych



Działalność naukowo-badawcza wydziału skupia się na opracowaniu najnowszych technik i technologii z obszarów:

- wysokowytrzymałych stopów metali lekkich,
- materiałów o strukturze nanokrystalicznej i sub-mikrokrystalicznej,
- materiałów i konstrukcji w systemach transportu energii elektrycznej,
- projektowania i optymalizacji procesów przeróbki plastycznej,
- optymalizacji i wdrażania systemów eksperckich w branży przemysłu lekkiego i ciężkiego,
- ekstrakcji metali z rud oraz metalonośnych materiałów odpadowych,
- recyklingu stopów metali,
- wytwarzania i korozji powłok ochronnych.



Faculty of Non-Ferrous Metals



The research and development activities of the faculty focus on the development of state-of-the-art techniques and technologies in the field of:

- high-strength light metal alloys,
- nano- and sub-microcrystalline structure materials,
- materials and structures in electrical energy transport systems,
- design and optimization of plastic processing,
- optimization and implementation of expert systems in the light and heavy industry sectors,
- extraction of metals from ores and metal-bearing waste materials,
- recycling of metal alloys,
- production and corrosion of protective coatings.

CWS – Cykliczne Wyciskanie Spęczające

►► Innowacyjna metoda wytwarzania materiałów o strukturze sub-
-mikrokryształicznej i nanokryształicznej.

Nowoczesne materiały inżynierskie są podstawą współczesnej gospodarki. Ciągły rozwój inżynierii materiałowej w obszarze metali następuje zarówno dzięki tworzeniu i modyfikowaniu istniejących stopów metali, jak również opracowywaniu bądź rozwijaniu nowych, alternatywnych możliwości ich produkcji. W szczególności, w ostatnich latach światowe trendy badawcze koncentrują się na pracach nad wytwarzaniem metali i stopów o silnie rozdrobnionym ziarnie, nawet do rozmiarów nanometrycznych (średnica ziarna poniżej 100 nm). Jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu jest odkształcanie metali metodami intensywnych odkształceń plastycznych (*Severe Plastic Deformation*, SPD), które charakteryzują się cyklicznością odkształcenia oraz zachowaniem wyjściowego kształtu materiału.

Oryginalną metodą SPD, opracowaną na Wydziale Metali Nieżelaznych, unikalną w skali światowej, jest metoda przeróbki plastycznej – Cykliczne Wyciskanie Spęczające (CWS). Należy ona do obszaru metod pozwalających przy wykorzystaniu dużych odkształceń plastycznych uzyskać efekt silnego rozdrobnienia ziarna bez zmiany wymiarów / geometrii materiału wyjściowego. Nielimitowana ilość cykli procesu, a tym samym zadawanego całkowitego odkształcenia, pozwala w kontrolowany sposób sterować strukturą materiału. W ramach badań opracowano podstawy teoretyczne, a także zaprojektowano i zbudowano prasę do prowadzenia procesu CWS. Przetwarzane tą metodą stopy metali charakteryzują się sub-mikronową strukturą oraz znacznie wyższymi własnościami mechanicznymi w porównaniu do konwencjonalnie otrzymanych odpowiedników. Zastosowanie procesu CWS nie ogranicza się tylko do materiałów litych – wykorzystanie jako wsad materiałów proszkowych pozwala na ich



Pięciocylinndrowa prasa hydrauliczna CWS z pulpitem sterowniczym
CEC hydraulic press with control panel

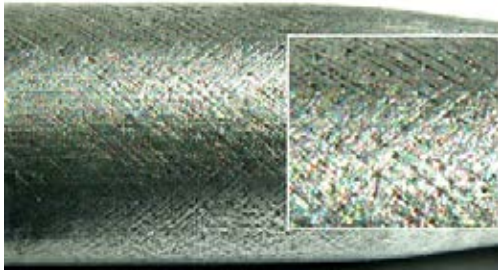
CEC – Cyclic Extrusion Compression

►► An innovative method for the production of materials with sub-microcrystalline and nano-crystalline structures.

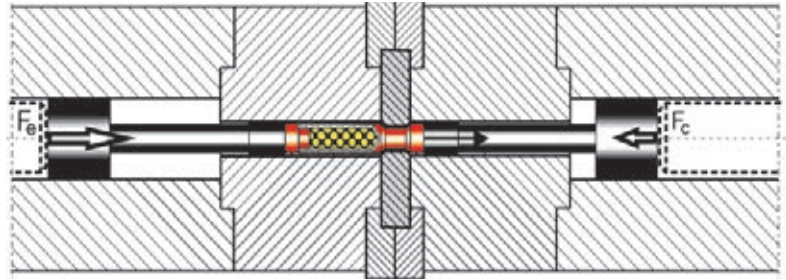
Modern engineering materials are the foundation of contemporary economy. Continuous development of materials science in the field of metals is possible thanks to the creation and modification of existing metal alloys, and the elaboration or development of new, alternative metal alloy production technologies. In particular, in recent years, there has been a worldwide trend to focus on the production of metals and alloys of highly fragmented grains, even to nanometric sizes (grain diameter below 100 nm). One of the ways to achieve this is to deform metals using the Severe Plastic Deformation methods (SPD), which are characterized by the cyclical nature of deformation, and by the preservation of the original shape of the material.

An original SPD method developed at the Faculty of Non-Ferrous Metals, which is unique globally, is a plastic processing method referred to as Cyclic Extrusion Compression (CEC). This method enables using large plastic deformations to achieve a high fragmentation of the grain without changing the dimensions / geometry of the input material. The unlimited number of cycles in the process and, consequently, of the total deformation, makes it possible to change the structure of the material in a controlled manner. The conducted research has resulted in the elaboration of the theoretical foundation, and in the design and

construction of a press for the CEC process. Metal alloys processed with the use of this method have a sub-micron structure, and are of much better mechanical characteristics compared to their counterparts produced by means of conventional methods. The use of the CEC process is not limited to solid materials; the use of powders as an input material enables their plastic consolidation and the obtaining of macroscopically



Pasma ścinania w stopie aluminium poddanym procesowi CWS
Shear bands in aluminium alloy after CEC processing



Układ narzędzi podczas konsolidacji proszków srebra przeznaczonych na styki elektryczne
Tools configuration during consolidation of silver powders designed for electrical contacts

konsolidację plastyczną i uzyskanie makroskopowo trwałego produktu. Przetwarzanie stopów w formie proszków umożliwia wytworzenie unikalnych w składzie chemicznym produktów, co w połączeniu z dużym rozdrobieniem struktury prowadzi do uzyskania nowych, znacznie ulepszonych własności użytkowych. Przykładem mogą być tu prowadzone badania nad nowej generacji materiałami na bazie srebra przeznaczonymi na styki elektryczne do pracy w trudnych warunkach.

Duże odkształcenia plastyczne są ciągle rozwijającą się dziedziną wiedzy, która stawia nowe wyzwania współczesnej inżynierii materiałowej. Prowadzone badania podstawowe i aplikacyjne nad techniką CWS stały się bazą do poznania wpływu dużych deformacji na formowanie się i ewolucję struktury materiału, pasm ścinania czy też efektywności rozdrobnienia ziarna metali i stopów. Zastosowanie metody CWS w przemyśle metali nieżelaznych oraz metalurgii proszków wnosi nowe możliwości wytwarzania metali i stopów o unikatowych właściwościach.

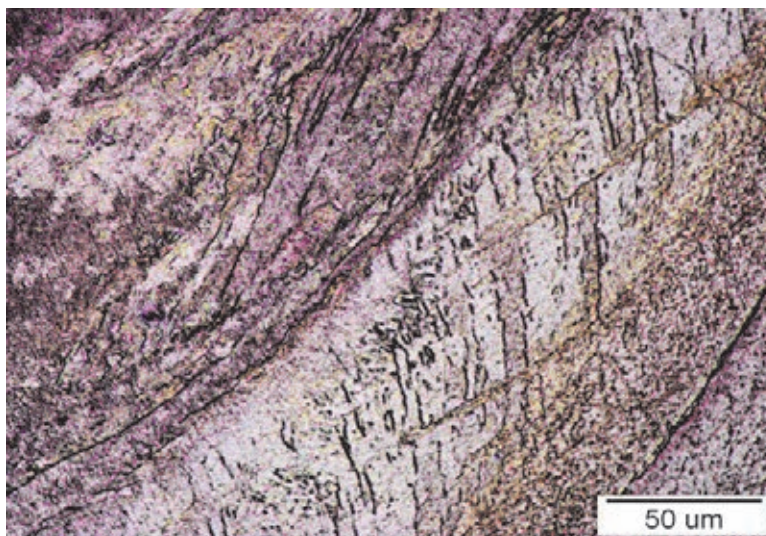
durable products. Processing alloys in the form of powders enables the making of products of a unique chemical composition which, given the high fragmentation of their structure, leads to new, significantly improved performance characteristics. An example is the research on a new generation of silver-based materials intended to be used in electrical contacts for operation in difficult conditions.

High plastic deformations are a new field of science which constitutes a new challenge to the contemporary materials science. The basic and applied research that is conducted on the



Przygotowanie materiału wsadowego do procesu CWS
Preparation of powder charge for CEC processing

CEC technology has become a basis for learning about the impact of large deformations on the formation and evolution of the structure of materials, shear banding, and the effectiveness of deformation of metal and alloy grains. The use of the CEC method in the non-ferrous metals industry and powder metallurgy creates new possibilities for making metals and alloys of unique properties.



Struktura proszków srebra przetwarzanych techniką CWS
Structure of silver-based powders processed by CEC technology

Wytwarzanie materiałów o unikalnych właściwościach użytkowych metodą konsolidacji plastycznej

- Konstrukcyjne materiały metaliczne są podstawą współczesnego przemysłu transportowego oraz lotniczego. Zmniejszenie wagi przy jednoczesnym zachowaniu bądź zwiększeniu funkcjonalności danego komponentu odbywa się z reguły poprzez modyfikację jego konstrukcji, bądź zmianę czy też modyfikację struktury materiału prowadzącą do zwiększenia sztywności i wytrzymałości.

Szczególną rolę odgrywają w tym obszarze nowoczesne stopy aluminium oraz magnezu. Badania prowadzone w laboratoriach na całym świecie dowodzą, iż istnieją jeszcze znaczne pokłady możliwości poprawy ich właściwości użytkowych. Dodatkowym atutem jest fakt, że materiały metaliczne można wielokrotnie poddawać procesowi recyklingu bez większych szkód dla środowiska naturalnego.

Rozwijana od lat na Wydziale Metali Nieżelaznych metoda konsolidacji plastycznej z pominięciem topienia jest przykładem innowacyjnego podejścia do wytwarzania unikalnych we właściwościach materiałów konstrukcyjnych. Pozwala ona na uzyskanie profili o bardzo dobrych właściwościach mechanicznych przy użyciu surowca w postaci rozdrobnionych form metali, takich jak proszki, płatki, wióra bądź po prostu złom. Dodatkowo użycie jako materiału wsadowego do procesu konsolidacji plastycznej niewielkich wymiarowo cząstek stwarza możliwość zastosowania

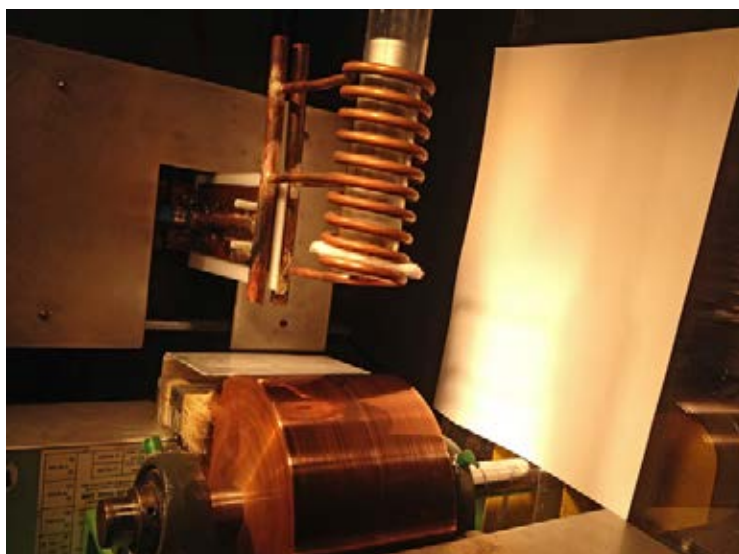
Production of materials of unique performance characteristics using the plastic consolidation method

- Structural metallic materials are of key importance to the contemporary transport and aviation industries. The reduction of weight with a simultaneous preservation or improvement of functionality of components is usually achieved by modifying their structure, or by changing or modifying the structure of the material to increase its rigidity and strength.

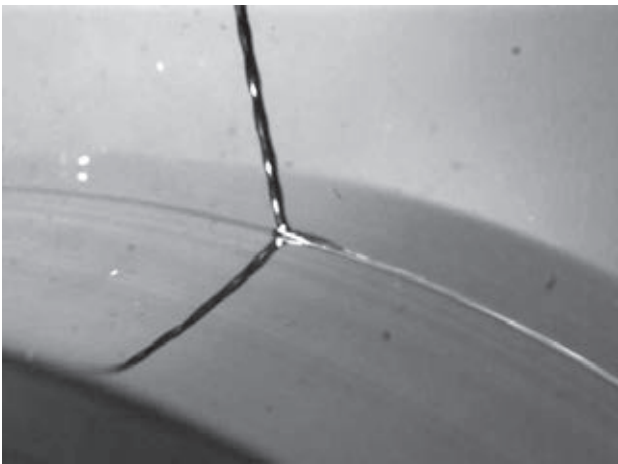
Of a particular importance in this area are aluminum and magnesium alloys. Research conducted worldwide has demonstrated that there are still significant opportunities for the improvement of their performance characteristics. An additional advantage is the fact that metallic materials can be recycled many times without any significant harm to the natural environment.

The method of plastic consolidation without melting, which for years has been developed at the Faculty of Non-Ferrous Metals, is an example of an innovative approach to the production of structural materials of unique characteristics.

It enables the making of shapes of very good mechanical properties using raw materials in the form of fragmented metals, such as powders, flakes, chips, or simply scrap metal. Also, using small particles as an input material in the plastic consolidation process enables the use of fast crystallization or mechanical synthesis in the course of the production of structural materials. In particular, fast crystalliza-



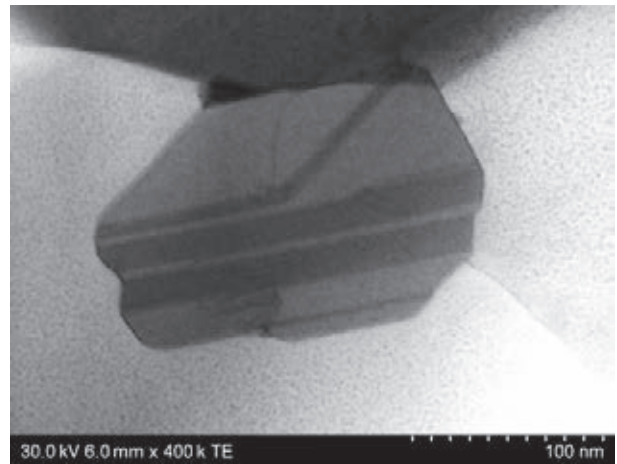
Stanowisko do szybkiej krystalizacji stopów metali lekkich
Apparatus for rapid solidification of light metal alloys



Krystalizacja cienkiej strugi ciekłego metalu w kontakcie z miedzianym bębniem
Crystallization of thin stream of liquid metal on copper cylinder

szybkiej krystalizacji lub mechanicznej syntezy podczas produkcji materiałów konstrukcyjnych. W szczególności szybka krystalizacja posiada znaczny potencjał do poprawy własności materiałów poprzez ujednorodnienie oraz rozdrobnienie struktury do poziomu sub-mikronowego. Przykładem mogą być wysokokrzemowe stopy o zwiększonej sztywności i odporności na ścieranie, stopy aluminium i magnezu o wysokich własnościach mechanicznych lub stabilne cieplnie materiały do pracy w podwyższonych temperaturach.

Obecnie duży nacisk w badaniach kładziony jest na zastosowanie powyższej metody w procesie recyklingu. Daje ona możliwość praktycznie bezstratnego przetwarzania złomów metali bez konieczności topienia bądź używania szkodliwych dla środowiska soli.



Nanometryczne wydzielanie fazy międzymetalicznej w szybko-krystalizowanym stopie aluminium
Nanometric-sized particle in rapidly solidified aluminium alloy

tion has demonstrated significant potential for the improvement of characteristics of materials by making their structure uniform and fragmented to the sub-micron level. Examples are high silicon content aluminium alloys of increased rigidity and resistance to abrasion, aluminium and magnesium alloys of excellent mechanical properties, and thermally stable materials for use in elevated temperatures.

Currently, high emphasis in research is placed on the application of the described method in the recycling process. It enables practically loss-free processing of scrap metal without the need to melt it, or to use salts that are harmful to the environment.

Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się na opracowaniu najnowszych technik i technologii z zakresu:

- projektowania otworów wiertniczych,
- optymalizacji parametrów technologii wiercenia,
- płuczek i zaczynów uszczelniających,
- geofizyki wiertniczej,
- eksploatacji złóż ropy naftowej i gazu ziemnego,
- projektowania systemów przesyłowych gazu,
- sekwestracji dwutlenku węgla,
- gospodarki odpadami wydobywczymi,
- monitoringu środowiska,
- udostępniania wód podziemnych.



Faculty of Drilling, Oil and Gas



The research and development activities of the faculty focus on the development of state-of-the-art techniques and technologies in the field of:

- design of boreholes,
- optimization of drilling technology parameters,
- drilling fluids and sealing slurries,
- drilling geophysics,
- exploitation of oil and natural gas deposits,
- design of gas transmission systems,
- carbon dioxide sequestration,
- mining waste management,
- environmental monitoring,
- access to underground waters.

Metodyka i technologia ratowania podziemnych zabytków turystycznych na przykładzie Kopalni Soli „Wieliczka”

►► W Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii dokonano pilotażowego opracowania i wdrażania zaczynów uszczelniających nowej generacji o zwiększonej trwałości (tzw. zaczynów geopolimerowych) sporządzanych na bazie dodatków hydraulicznych oraz puzolanowych.

Dodatki te w postaci popiołów lotnych powstają ze spalania bądź to węgla kamiennego bądź brunatnego w kotłach fluidalnych w temperaturze ok. 850°C z równoczesnym odsiarczaniem gazów. Powstałe popioły różnią się od tradycyjnych popiołów krzemionkowych. Celem prowadzonych badań naukowych było określenie wpływu powierzchni właściwej oraz składu ziarnowego popiołów fluidalnych i najnowszych superplastyfikatorów na właściwości zaczynów służących do uszczelniania ośrodka gruntowego oraz masywu skalnego metodami iniekcji otworowej, do prac geoinżynieryjnych oraz cementowania kolumn rur okładzinowych w otworach wiertniczych.

Opracowane receptury zaczynów uszczelniających mają na celu:

- wyeliminowanie lub zminimalizowanie fizycznych nieciągłości górotworu;
- zmianę właściwości fizyko mechanicznych ośrodka gruntowego i masywu skalnego, a zwłaszcza zmniejszenie przepuszczalności (porowatości) i zwiększenie ich zwięzłości;
- zlikwidowanie bądź zmniejszenie dopływu wód gruntowych i złożowych do wyrobisk górniczych oraz wykopów budowlanych.

Przeprowadzone badania wykazały, że popioły fluidalne zawierają aktywną puzolanę występującą w formie zdehydratowanych minerałów ilastych oraz aktywne składniki aktywujące proces hydratacji tych popiołów, jakimi są tlenki i węglany.

Wykonane badania pozwoliły na opracowanie założeń technologicznych do wytwarzania nowej generacji zaczynów, wykorzystujących surowiec odpadowy. Ilość tych popiołów fluidalnych szacuje się w Polsce na około 2 mln ton, a ich dotychczasowe

Methods and technology for preserving underground historic tourist sites on the example of the Wieliczka Salt Mine

►► At the Department of Drilling and Geoengineering, a team of scientists has been developing and implementing a pilot programme of new generation sealing slurries of an extended lifespan (the so-called geopolimer slurries) that are based on hydraulic and pozzolanic additives.

The additives, in the form of fly ash, are produced as a result of the combustion of hard or brown coal in fluidized-bed boilers at a temperature of approx. 850°C, with the simultaneous desulphurization of gases. The ashes are different from traditional siliceous ashes. The purpose of the research was to determine the impact of the specific surface area and grain composition of fly ash and the most recently developed super-plasticizers on the characteristics of slurries intended for sealing ground and rock mass using hole injection methods, for geoengineering works, and for cementing casing pipes in boreholes.

The recipes of the sealing slurries that have been developed are intended to:

- eliminate or minimize the physical discontinuities of rock mass;
- change the physico-chemical properties of ground and rock mass, in particular, to reduce their permeability (porosity), and to increase their cohesion;
- eliminate or reduce the access of ground water and formation water to mining headings and construction excavations.

The research has demonstrated that ash from fluidized-bed boilers contain active pozzolan in the form of dehydrated silt minerals, as well as components that activate the process of the hydration of the ash, such as oxides and carbides.

The research also enabled the elaboration of the technological assumptions for the production of new generation slurries using waste materials. The quantity of ash from fluidized-bed boilers produced in Poland is estimated at approximately 2 million tons, and the rate of their current utilization is less than twenty per cent. An analysis of foreign and domes-

wykorzystanie wynosi kilkanaście procent. Z analizy literatury zagranicznej jak i krajowej wynika, że tego typu badania nie były prowadzone, a jeżeli były, to nie zostały opublikowane. Opracowane zaczyny uszczelniające były wykorzystane w celu zabezpieczenia Kopalni Soli „Wieliczka” (KSW) przed zagrożeniem wodnym polegającym na niekontrolowanym wdarciu się wody np. do poprzeczni „Mina”, które niemal nie doprowadziło do zatopienia tego unikatowego światowego zabytku wpisanego na I listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego UNESCO. Dzięki wdrożonym dwóm licencjom udzielonym KSW związanym z patentami dotyczącymi nowoczesnej technologii zwanej iniekcją rurociągową i opracowaniu oryginalnego zaczynu uszczelniającego doprowadzono do odbudowy filara bezpieczeństwa i zamknięcia dopływu wody w poprzeczni „Mina”. Podobne prace zabezpieczające zaprojektowano i wykonano w podłużni „Gussmann” i „Kokocice”, dzięki czemu zabezpieczono istniejące w ich końcówkach tamy wodne oraz ograniczono zasięg KSW od strony zachodniej o ponad 300 m. Wdrożenie powyższych technologii doprowadziło do znacznego poprawienia bezpieczeństwa KSW i przyniosło znaczące efekty finansowe szacowane na ponad milion zł.

tic literature indicates that either such research has not been conducted, or its results have not been published. The sealing slurries that were developed have been used for the protection of the Wieliczka Salt Mine against the uncontrolled penetration of water into spaces, such as the “Mina” corridor, which nearly resulted in the flooding of this unique historic monument placed on the 1st UNESCO’s World Heritage List. Thanks to two licenses granted to the Wieliczka Salt Mine, related to a modern technology called pipeline injection, and the development of a unique sealing slurry, the safety pillar has been rebuilt, and the access of water to the “Mina” corridor has been closed. Similar protection works have been designed and performed at the “Gussmann” and “Kokocice” levels in Wieliczka, which secured the water dams present at their ends, and limited the outreach of the mine by over 300 m. The implementation of the described technologies significantly improved the safety of the Wieliczka Salt Mine, and brought measurable financial savings of over one million PLN.

Zintegrowana metodologia do oceny potencjalnych miejsc podziemnego składowania CO₂

- ▶▶ Jednym z osiągnięć Katedry Inżynierii Gazowniczej jest zrealizowany projekt „Characterization of European CO₂ storage – SITECHAR” (Seventh Framework Programme, Theme 5 – Energy, ENERGY.2010.5.2-1: CCS – storage site characterization, Collaborative Project – GA no. 256705).

SITECHAR to europejski projekt badawczy, którego tematyka obejmowała zagadnienia związane ze składowaniem CO₂. Projekt realizowany był w latach 2011–2013 przez międzynarodowe konsorcjum, w skład którego wchodziło szesnastu partnerów z dziesięciu krajów UE, łącząc instytucje naukowo-badawcze z przemysłem, jak również z sektorem konsultingowym.

Partnerami projektu były instytucje posiadające niezbędną wiedzę i zaplecze naukowo-badawcze z dziedziny geologii, geochemii, symulacji przepływu, geomechaniki, matematyki stosowanej, ekonomii, socjologii i komunikacji.

Partnerzy konsorcjum SITECHAR:

- Dania: GEUS,
- Francja: IFP Energies nouvelles – koordynator,
- Niemcy: GFZ, UfU,
- Włochy: ENEL, OGS, UniRoma1-CERI,
- Holandia: ECN, TNO,
- Norwegia: Statoil, SINTEF-PR,
- Polska: Akademia Górniczo-Hutnicza, Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA,
- Szwecja: Vattenfall,
- Wielka Brytania: Imperial College London, NERC, rząd Szkocji,
- W prace zaangażowane jest również Szkockie Centrum CCS (Scottish Carbon Capture and Storage, SCCS).

Celem projektu SITECHAR było wypracowanie metodologii przygotowywania wniosków o pozwolenie na składowanie CO₂, obejmującej gromadzenie danych technicznych i ekonomicznych oraz uzyskiwanie akceptacji społecznej, a więc wszystkie te działania, które muszą podjąć firmy starające się o zgodę na składowanie CO₂ pod ziemią.

Program naukowy projektu SITECHAR ukierunkowany był na badanie potencjalnych składowisk CO₂ i ich charakterystykę. W pięciu

Integrated evaluation methods of possible underground CO₂ storage sites

- ▶▶ One of the achievements of the Department of Natural Gas Engineering is the project “Characterization of European CO₂ storage – SITECHAR” (Seventh Framework Programme, Theme 5 – Energy, ENERGY.2010.5.2-1: CCS – storage site characterization, Collaborative Project – GA no. 256705).

SITECHAR is a European research project focusing on matters related to CO₂ storage. The project was carried out in the years 2011–2013 by an international consortium of sixteen partners from ten EU countries, and it was a joint effort of research institutions, industry, and the consulting sector.

The partners of the project were institutions that had the necessary knowledge and research facilities in the field of geology, geochemistry, flow simulation, geomechanics, applied mathematics, economics, sociology, and communications.

SITECHAR consortium partners:

- Denmark: GEUS,
- France: IFP Energies nouvelles – coordinator,
- Germany: GFZ, UfU,
- Italy: ENEL, OGS, UniRoma1-CERI,
- Netherlands: ECN, TNO,
- Norway: Statoil, SINTEF-PR,
- Poland: AGH University of Science and Technology, Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA,
- Sweden: Vattenfall,
- United Kingdom: Imperial College London, NERC, the government of Scotland,
- The works also involved the Scottish Carbon Capture and Storage centre (SCCS).

The objective of the SITECHAR project was to develop methods for the preparation of applications for permits for storage of CO₂, which included the gathering of technical and economic data and obtaining public acceptance, i.e. all the actions that must be taken by businesses applying for permits for underground CO₂ storage.

The scientific programme of the SITECHAR project focused on studying potential CO₂ storage sites and their characteristics. Works were performed in five different parts of Europe with the

różnych częściach Europy prowadzono prace mające na celu ocenę przydatności wytypowanych do składowania CO₂ struktur geologicznych. Na podstawie otrzymanych wyników powołany zespół stworzył ogólną metodologię do oceny potencjalnych miejsc składowania.

Metodologia ta będzie przeznaczona do dalszego wykorzystania przez operatorów składowiska i organy nadzorujące. Projekt realizowano niezależnie od decyzji w sprawie składowania CO₂ w wytypowanych lokalizacjach.

Podczas realizacji projektu SITECHAR AGH była odpowiedzialna za kwestie związane z bezpieczeństwem składowania CO₂, modelowaniem procesów zatlaczania CO₂ do złoża gazu i ocenę migracji CO₂ poza warstwy wodonośne oraz wykonanie projektów rekonstrukcji otworów.

Dodatkowo pracownicy nauki uczelni dostarczyli zestaw danych niezbędnych do pełnej integracji modelu złożowego z modelem geomechanicznym. W celu scharakteryzowania złoża zlokalizowanego w południowej części Morza Adriatyckiego AGH przeprowadziła badania laboratoryjne właściwości petrofizycznych na rdzeniach pochodzących z wychodni warstwy uszczelniającej strukturę złożową w rejonie Vieste – Peschici (półwysep Gargano). Przebadano następujące właściwości: porowatość, nasycenie wodą nieredukowalną, ciśnienie przebicia, przepuszczalność oraz dodatkowo wybrane właściwości mechaniczne.



Stanowisko do pomiaru mikroprzepuszczalności
Pulse-decay permeameter



Stanowisko do badań reakcyjności skał z CO₂
CO₂ – rock reactivity apparatus

aim to evaluate the suitability of the geological structures that were identified for the storage of CO₂. Based on the results of the studies, the team developed a general methodology of the evaluation of possible storage sites.

The methodology will be used by the operators of storage sites and supervising bodies. The project was carried out regardless of possible decisions allowing for the storage of CO₂ in the selected sites.

During the SITECHAR project, AGH UST was responsible for issues related to the safety of CO₂ storage, modelling the process of pumping CO₂ into gas deposits, the evaluation of the migration of CO₂ outside aquifers, and the preparation of designs for the reconstruction of openings.

The researchers of AGH UST also provided a set of data required for a full integration of the deposit model with the geomechanical model. In order to determine the characteristics of the deposit located in the southern part of the Adriatic Sea, AGH UST performed the laboratory tests of petrophysical characteristics on the cores from the outcrop of the layer that sealed the deposit structure in the area of Vieste – Peschici (Gargano Peninsula). The following characteristics were studied: porosity, saturation with irreducible water, puncture pressure, permeability, as well as certain selected mechanical properties.



Stanowisko do hydratacji siarkowodoru
Hydrogen sulfide hydration laboratory apparatus



Stanowisko do badania przepływów w ośrodkach porowatych
Laboratory apparatus for testing fluid flow in porous media

Metodyka wykonywania symulacji numerycznych procesu hydraulicznego szczelinowania skał łupkowych

▶▶ Do osiągnięć Katedry Inżynierii Naftowej należy projekt w ramach 3PRGN INNOTECH pt. „Modelowanie procesu udostępniania gazu ziemnego zalegającego w łupkach na wybranych obszarach objętych koncesjami PGNiG SA”.

Procesy zachodzące w złożach niekonwencjonalnych podczas eksploatacji znacząco odbiegają od mechanizmów mających miejsce w złożach konwencjonalnych. Modelowanie komputerowe złóż jest najdokładniejszą znaną metodą oceny zasobów geologicznych i wydobywanych.

Symulacja komputerowa polega na stworzeniu wirtualnego modelu złoża (zwanego modelem symulacyjnym) naśladującego złożę rzeczywiste przy pomocy wyspecjalizowanego programu komputerowego (zwanego symulatorem złożowym). Symulacja złóż niekonwencjonalnych wymaga specjalnego podejścia ze względu na to, iż mechanizmy akumulacji i przepływów są inne niż w złożach konwencjonalnych, co wymaga specjalnych modeli matematycznych i numerycznych. Ze względu na specyfikę złóż niekonwencjonalnych w modelowaniu zabiegu szczelinowania hydraulicznego coraz szersze zastosowanie znajdują będą modele trójwymiarowe umożliwiające uwzględnienie odmiennej budowy takich złóż.

W ramach realizowanych zadań opracowano modele symulacyjne zabiegu szczelinowania oraz późniejszej produkcji umożliwiające projektowanie oraz analizę wpływu zabiegu na możliwe do uzyskania wydatki gazu, a także optymalizację systemu eksploatacyjnego. Oba procesy zostały zintegrowane, tworząc spójny model procesu udostępnienia gazu z łupków.

Model szczelinowania hydraulicznego został opracowany na podstawie danych z pomiarów geofizycznych oraz danych technologicznych z rzeczywistego zabiegu przeprowadzonego w odwiercie horyzontalnym. Na podstawie wyników symulacji oraz pomiarów zdarzeń mikrosejsmicznych zdefiniowano uszczegółowioną strefę SRV oddającą zmienność właściwości hydrodynamicznych w strefie oddziaływania zabiegu szczelinowania.

Eksploatacja niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego niesie ze sobą wiele wyzwań, z których jednym z najistotniejszych jest osiągnięcie ekonomicznej opłacalności takiego wydobycia.

Numerical simulations methods of the process of hydraulic fracturing of shale rock

▶▶ The achievements of the Department of Oil Engineering include a project performed as a part of 3PRGN INNOTECH titled “Modelling the process of gaining accessibility to natural gas in shales in some selected areas covered by licenses held by PGNiG SA.”

The processes taking place in unconventional deposits during their exploitations are very different from the mechanisms in conventional deposits. So far the computer modelling of deposits is the most accurate method of the evaluation of geological and exploited resources.

The computer simulation consists in the creation of a virtual model of a deposit (called a simulation model) that resembles the actual deposit, using special software (called a deposit simulator). The simulation of unconventional deposits requires a special approach due to the fact that the accumulation and flow mechanisms are different from those in conventional deposits, which requires special mathematical and numerical models. Due to the unique characteristics of unconventional deposits, the modelling of the hydraulic fracturing procedure will more and more often use three-dimensional models that enable the consideration of a different structure of such deposits.

As a part of the project, simulation models were developed for the fracturing procedure and further production, which enabled designing and analyzing the impact of the procedure on a possible gas output and the optimization of the exploitation system. Both processes were combined and formed a cohesive model of the process of gaining accessibility to shale gas.

The hydraulic fracturing model was developed based on data from geophysical measurements and the technological data obtained from the actual procedures performed in horizontal wells. Based on the results of the simulation and the measured microseismic events, a detailed SRV zone was defined to reflect the variability of the hydrodynamic properties in the zone affected by the fracturing procedure.

The exploitation of unconventional deposits of natural gas leads to many challenges, one of the most important of which is the economical rationale of such exploitation. A comprehensive evaluation of projects involving exploration, recognition, and the

Kompleksowa ocena projektów poszukiwania, rozpoznania i eksploatacji niekonwencjonalnych zasobów gazu ziemnego wymaga integracji w tym procesie oraz analizy wielu czynników geologicznych, technicznych, ekonomicznych, rynkowych i społecznych. W pracy wykonano analizę efektywności ekonomicznej eksploatacji gazu z łupków w oparciu o wyniki symulacji numerycznych. Przeanalizowano również wpływ na efektywność ekonomiczną planowanych zmian w obciążeniach fiskalnych wydobycia węglowodorów.

exploitation of unconventional natural gas resources must be integrated in this process, and requires an analysis of many geological, economic, market, and social factors. The project involved an analysis of the cost efficiency of exploitation of shale gas based on the results of numerical simulations. The impact on the cost efficiency of the planned changes in the fiscal burden of hydrocarbon exploitation was also analyzed.



Stanowisko do badań procesów wypierania ropy naftowej
Laboratory apparatus for testing oil displacement processes



Stanowisko do badań ciśnienia kapilarnego i oporności płynów złożonych
Laboratory apparatus for testing capillary pressure and reservoir fluid resistivity

Wydział Zarządzania



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się na następujących zagadnieniach:

- edukacja menadżerska w Polsce i jej przeobrażenia w kontekście zmian gospodarczych i społecznych,
- znaczenie funkcji personalnej w procesie budowania stabilnego i inspirującego środowiska pracy,
- instrumenty ekonomiczne, finansowe i środowiskowe w równoważeniu gospodarki,
- nowe problemy marketingowe i produkcyjne w strukturach sieciowych,
- zarządzanie przedsiębiorstwami w warunkach gospodarki globalnej,
- problemy obliczeniowe w optymalizacji łańcuchów dostaw,
- zaawansowane metody i algorytmy komputerowego przetwarzania danych w zarządzaniu i technice,
- metody ekonometryczne analizy zjawisk i procesów gospodarczych,
- rynki finansowe jako podstawowy segment gospodarki i źródło stabilizacji działalności podmiotów gospodarczych.



Faculty of Management



The research and development activities of the faculty focus on the following areas:

- management education in Poland and its transformation in the context of economic and social changes,
- importance of the personnel function in the process of development of a stable and inspiring work environment,
- economic, financial, and environmental instruments in sustainable economy,
- new marketing and production problems in network structures,
- business management in global economy conditions,
- computational problems in the optimization of supply chains,
- advanced methods and algorithms of computer data processing in management and technology,
- econometric methods of the analysis of economic phenomena and processes,
- financial markets as the primary segment of the economy and a source of the stabilization of businesses.

Badania naukowe Wydziału Zarządzania

►► Zarządzanie, ekonomia, informatyka i ekonometria oraz inżynieria produkcji to główne obszary zainteresowań badawczych pracowników naukowych Wydziału Zarządzania w 2013 r. Cechą charakterystyczną zespołów realizujących proponowane tematy jest interdyscyplinarność łącząca wąskie dyscypliny naukowych zainteresowań ich członków, a zarazem ich ogólne przygotowanie techniczne, ekonomiczne i humanistyczne.

Podejmowane tematy badawcze mają dwójaki charakter. Po pierwsze, poprzez kompleksowe ujęcie systemowe zmierzają do rozwiązania teoretycznych aspektów związanych z ekonomizacją i optymalizacją procesów ekonomicznych, technicznych i społecznych zachodzących w skali mikro i makro. Z drugiej strony tematy te mają swoje bezpośrednie odniesienie do praktyki, pozwalają bowiem na weryfikację tworzonych teorii i modeli dla konkretnych zastosowań w gospodarce. Ponadto są one ściśle powiązane z rozwojem dyscyplin naukowych oraz z zapotrzebowaniem społecznym. Ich tematyka jest spójna z priorytetowymi kierunkami badawczymi oraz regionalnymi i krajowymi programami rozwojowymi.

Na szczególną uwagę zasługują badania prowadzone przez dwóch naukowców zatrudnionych na Wydziale Zarządzania AGH – prof. dr. hab. inż. Tadeusza Sawika i prof. dr. hab. inż. Henryka Gurgula.

Specyfika badań prowadzonych w 2013 r. przez prof. Tadeusza Sawika polegała na zidentyfikowaniu nowych problemów decyzyjnych i określeniu nowego podejścia do zarządzania ryzykiem w sieciach dostaw produktów wysokiej technologii, zagrożonych przerwaniem przepływów materiałowych, spowodowanymi np. przez naturalne katastrofy, strajki, kryzysy ekonomiczne, zamierzone ataki terrorystyczne itp. Ponadto uczony proponuje nowe podejście do doboru zabezpieczeń systemowych i zarządzania ryzykiem w systemach informatycznych zagrożonych cyberatakami. Prace autorstwa prof. Sawika były publikowane w prestiżowych periodykach z listy filadelfijskiej takich jak: „International Journal of Production Research”, „International Journal of Logistics Systems and Management”, „Omega. The International Journal of Management Science” oraz „Decision Support Systems”. Część z nich znalazła się na światowych listach top 25 z zakresu nauk decyzyjnych oraz zostały uznane

Research at the Faculty of Management

►► Management, economics, information technology, econometrics, and production engineering were the main research areas of the scientists of the Faculty of Management in 2013. A characteristic feature of the teams implementing the subjects is their interdisciplinarity combining the narrow scientific fields of interest to their members with their general background of technology, economics, and humanities.

The researched subjects are twofold. First of all, by way of a comprehensive system of presentation, they aim at solving theoretical aspects related to the economisation and optimisation of economic, technical and social processes that occur on both a micro and macro scale. Second of all, the subjects directly relate to practice, as they allow one to verify the theories and models being created for specific applications in economy. Furthermore, they are also closely connected with the development of some scientific disciplines and social demand. Their topics are consistent with priority research areas, as well as regional and national development programmes.

Particularly noteworthy is the research conducted by two scientists employed at the AGH UST Faculty of Management – professor Tadeusz Sawik, and professor Henryk Gurgul.

The characteristic feature of the research conducted in 2013 by professor Tadeusz Sawik consisted in the identification of new decision-making problems, and the determination of a new approach to risk management in the supply networks of high-tech products being at risk of interruptions in material flows caused by, for example, natural disasters, strikes, economic crises, planned terrorist acts, etc. Additionally, the researcher suggests a new approach to choosing system protection and risk management solutions of IT systems being at risk of cyber-attacks. Papers written by professor Sawik were published in a number of prestigious periodicals from the ISI Master Journal List, such as “International Journal of Production Research”, “International Journal of Logistics Systems and Management”, “Omega. The International Journal of Management Science”, and “Decision Support Systems”. Some of the papers were placed on the world top 25 lists in the field of decision-making sciences, and were acknowledged by the Department of Information Management of the National University

przez Department of Information Management Narodowego Uniwersytetu Tajwanu w Tajpeju jako wzorcowe z zakresu *cybersecurity management*.

Z kolei badania naukowe prof. Henryka Gurgula w 2013 koncentrowały się wokół bardzo istotnej problematyki dotyczącej nietypowych, słabo zbadanych w literaturze światowej czynników wzrostu gospodarczego, takich jak wolność polityczna i ekonomiczna, globalizacja, nierówności społeczne i regionalne. W literaturze krajowej te czynniki wzrostu gospodarki Polski w okresie transformacji nie były dotąd (poza nielicznymi próbami) analizowane za pomocą metod ilościowych. M.in. za pomocą niestandardowych metod ekonometrycznych przeanalizowano wpływ niestabilności politycznej na wzrost gospodarczy krajów środkowoeuropejskich w okresie transformacji, ze szczególnym uwzględnieniem Polski.

of Taiwan in Taipei as the exemplary publications concerning cybersecurity management.

On the other hand, the research conducted by professor Henryk Gurgul in 2013 focused on very important issues related to unusual economic growth drivers that are not well known in world literature, such as political and economic liberty, globalisation, social and regional inequality. These economic growth drivers in the transition period in Poland have not been analysed by qualitative methods in the national literature so far (except for a few attempts). For instance, by means of non-standard econometric methods, the impact of political instability on the economic growth of Central European countries in the period of transition has been analysed, with a particular emphasis on Poland.

Wydział Energetyki i Paliw



Działalność naukowo-badawcza wydziału obejmuje prace teoretyczne, eksperymentalne i wdrożeniowe w zakresie:

- konwersji energii,
- technologii zgazowania i pirolizy węgla,
- energetyki jądrowej i synergii węglowo-jądrowej,
- technologii paliw i biopaliw oraz dystrybucji paliw gazowych,
- maszyn przepływowych i energetycznych,
- ogniw paliwowych i akumulatorów litowych,
- odnawialnych źródeł energii,
- planowania i modelowania w branży energetycznej,
- adsorpcji i katalizy w procesach przemysłowych i ochrony środowiska,
- analityki środowiskowej.



Faculty of Energy and Fuels



The research and development activities of the faculty cover theoretical, experimental, and implementation work in the following areas:

- energy conversion,
- coal gasification and pyrolysis technology,
- nuclear energy and coal-nuclear synergy,
- technology of fuels and biofuels, and distribution of gaseous fuels,
- industrial and power engineering machines,
- fuel cells and lithium batteries,
- renewable sources of energy,
- planning and modelling in the power industry,
- adsorption and catalysis in industrial processes and environmental protection,
- environmental analytics.

Nowe narzędzie w projektowaniu akumulatorów litowych

- Opracowany przez prof. dr hab. inż. Janinę Molendę elektronowy model procesu interkalacji pozwala przewidywać i projektować właściwości użytkowe interkalowanych materiałów elektrodowych dla odwracalnych ogniw litowych i sodowych.

W zaproponowanym modelu zmiana siły elektromotorycznej ogniwa $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{MO}_2$ ($M = \text{Mn, Fe, Co, Ni}$), dla którego potencjał anody jest stały (stała koncentracja jonów litu w elektrolicie), odpowiada zmianie potencjału chemicznego elektronów (zmianie położenia poziomu Fermiego) w materiale katodowym. Zmiana potencjału chemicznego jonów litu w interkalowanej strukturze jest niewielka – rzędu $k_B T$ ($k_B T$ w temperaturze pokojowej wynosi $\sim 0,025$ eV) i jest znacznie mniejsza od zmiany potencjału chemicznego elektronów, która może być rzędu szerokości pasma, tj. 1 eV i więcej⁴. Wprowadzane do materiału katodowego w procesie interkalacji elektrony (wraz z równoważną ilością jonów litu) zajmują dostępne stany elektronowe przy poziomie Fermiego i podnoszą go w sposób zależny od funkcji gęstości stanów. Wysoka gęstość stanów przy poziomie Fermiego w materiale katodowym prowadzi do słabej, korzystnej z punktu aplikacyjnego zależności zmian potencjału katody ze składem x_{Li} , natomiast istnienie nieciągłej funkcji gęstości stanów powoduje, że krzywa rozładowania wykazuje niekorzystny z punktu aplikacyjnego, schodkowy charakter. Dodatkowo lokalizacja stanów elektronowych towarzysząca nieciągłej funkcji gęstości stanów stanowi ograniczenie kinetyczne procesu interkalacji litu, co obniża gęstość prądu czerpanego z ogniwa i nie pozwala wykorzystać teoretycznej pojemności materiału katodowego.

Zaproponowana przez prof. Janinę Molendę metoda badań potencjału związku Li_xMO_2 poprzez pomiar siły elektromotorycznej ogniwa $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{MO}_2$ jest doskonałym narzędziem eksperymentalnym fizyki ciała stałego, pozwalającym na bezpośrednią obserwację zmian położenia poziomu Fermiego w tych układach w funkcji zawartości litu. W ramach grantu Maestro (2013) „Nowe narzędzie w projektowaniu funkcjonalnych materiałów dla ogniw typu Li-ion”, jednoznacznie udokumentowano, iż szeroko dyskutowany w literaturze światowej schodkowy charakter krzywej rozładowania w układzie $\text{Na}_x\text{CoO}_{2-y}$ – sugero-

New tool for designing Li-ion batteries

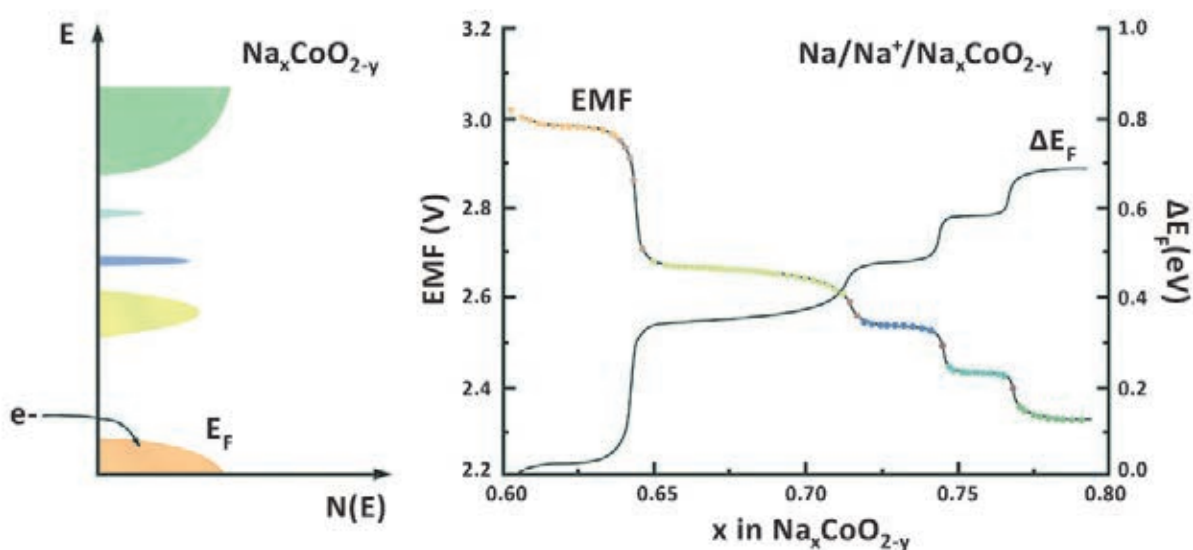
- An electronic model of the intercalation process, designed by professor Janina Molenda, allows to predict and design the performance of intercalated electrode materials for reversible lithium and sodium cells.

In the proposed model, the change of the electromotive force of the cell $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{MO}_2$ ($M = \text{Mn, Fe, Co, Ni}$), for which the anode potential does not change (the concentration of lithium ions in electrolyte is constant), corresponds to the change of electron chemical potential (change of the Fermi level) in the cathode material. The change of the chemical potential of lithium ions in the intercalated structure is small – of the order of $k_B T$ ($k_B T$ in room temperature equals ~ 0.025 eV), and it is significantly smaller in comparison to the change of the chemical potential of electrons, which may be of the order of the bandwidth, i.e. 1 eV or more⁴. Electrons introduced into the cathode material during the intercalation process (together with the equivalent amount of lithium ions) occupy available electron states at the Fermi level and raise it in a way dependent on the density of states function. A high density of the states at the Fermi level in the cathode material leads to a weak, beneficial from the usability point of view, dependence of changes of the cathode potential with the composition x_{Li} , while the existence of a discontinuous function of density of states creates a situation where the discharge curve exhibits a step-like character, non-beneficial from the usability point of view. Additionally, the localization of electronic states accompanying the discontinuous function of density of states constitutes a kinetic restriction of the process of lithium intercalation, which lowers the density of the current obtained from the cell, and does not allow to make use of the theoretical capacity of the cathode material.

The method developed by professor Janina Molenda involving the examination of the Li_xMO_2 potential by means of measuring the electromotive force of the cell $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{MO}_2$, is an excellent experimental tool in solid-state physics which allows for a direct observation of changes of the Fermi level in these systems in relation to the content of lithium. Within the framework of the research grant Maestro (2013) “A new tool in designing functional materials for Li-ion cells”, it has been unequivocally

wany jako wynik uporządkowania w podsieci sodu – ma naturę *stricte* elektronową, która wynika z anomalnej wypikowanej gęstości stanów przy poziomie Fermiego, wywołanej niestechiometrią tlenową. Odkrycie to ma charakter uniwersalny i posiada ogromne znaczenie dla projektowania i poszukiwania nowych materiałów elektrodowych dla ogniw Li-ion i Na-ion.

evidenced that the widely discussed in world literature step-like character of the discharge curve in the system $\text{Na}_x\text{CoO}_{2-y}$ – understood as a result of an arrangement in a sodium sublattice – is of a strictly electronic nature, which results from an anomalous, peak-like density of states at the Fermi level, caused by oxygen nonstoichiometry. This discovery has a universal character and is of great importance for designing and searching for new electrode materials for Li-ion and Na-ion batteries.



Elektronowy model akumulatora $\text{Na}/\text{Na}^+/\text{Na}_x\text{CoO}_2$
Electronic model of $\text{Na}/\text{Na}^+/\text{Na}_x\text{CoO}_2$ battery

⁴ J. Molenda, D. Baster, M. Molenda, K. Świerczek, J. Tobola: *Anomaly in electronic structure of $\text{Na}_x\text{CoO}_{2-y}$ cathode as a source of its step-like discharge curve*, „Physical Chemistry Chemical Physics”, 2014, nr 16 (28), s. 14 845–14 857.

⁴ J. Molenda, D. Baster, M. Molenda, K. Świerczek, J. Tobola: *Anomaly in electronic structure of $\text{Na}_x\text{CoO}_{2-y}$ cathode as a source of its step-like discharge curve*, „Physical Chemistry Chemical Physics”, 2014, no. 16 (28), pp. 14 845–14 857.

Bezzałogowe aparaty latające zasilane ogniwami paliwowymi

▶▶ W latach 2010–2013 konsorcjum założone przez: Politechnikę Rzeszowską (Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa), Instytut Energetyki Oddział Ceramiki CEREL, Lotnicze Zakłady Produkcyjno-Naprawcze „Aero-Kros” Sp. z o.o. i Akademię Górniczo-Hutniczą realizowało projekt rozwojowy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: 0085/T00/2010/11 pt. „Napędy małej mocy do zasilania bezzałogowych aparatów latających z wykorzystaniem ogniw paliwowych”. Koordynatorem całości prac prowadzonych na Wydziale Energetyki i Paliw w Krakowie była dr inż. Magdalena Dudek.

Główni wykonawcy to: Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej (projekt płatowca), Lotnicze Zakłady Produkcyjno-Naprawcze „Aero-Kros” Sp. z o.o. (wykonanie płatowca) oraz Wydział Energetyki i Paliw AGH (opracowanie generatora energii elektrycznej na bazie niskotemperaturowych ogniw paliwowych PEMFC – *polimer exchange membrane fuel cell* – do zasilania bezzałogowego aparatu latającego). W wyniku prac nad projektem powstał prototyp małego samolotu bezzałogowego, którego cechą wyróżniającą był elektryczny układ napędowy ze stosem ogniw paliwowych. Zastosowano stos polimerowych ogniw paliwowych o mocy ok. 300 W, zasilanych wodorem ze źródła chemicznego (wodorki nieodwracalne). Głównymi zaletami takiego napędu są jego cicha praca, zmniejszenie generowanych wibracji, brak emisji szkodliwych spalin, a także niska temperatura pracy, która powoduje, że jest on trudno wykrywalny przez detektory promieniowania podczerwonego. Należy podkreślić, że ogniwa paliwowe mogą być stosowane w lotnictwie jako główne jednostki napędowe do zasilania silników elektrycznych lub jako pomocnicze urządzenia zasilające (APU – *Auxiliary Power Unit*). Zespół głównych wykonawców (prof. Piotr Tomczyk, dr inż. Magdalena Dudek, mgr inż. Bartłomiej Lis) z Wydziału Energetyki i Paliw AGH w Krakowie opracował założenia technologiczne dotyczące projektowania, konstrukcji stosów ogniw paliwowych PEMFC oraz

Unmanned aerial vehicles powered by fuel cells

▶▶ In the years 2010–2013, a consortium established by Rzeszow University of Technology (Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics), the Institute of Power Engineering Ceramic Department CEREL, the Production and Repair Aviation Company “Aero-Kros” LLC, and the AGH University of Science and Technology (Faculty of Energy and Fuels) accomplished a development project of the National Centre for Research and Development no. 0085/T00/2010/11, entitled “Low-power drives using fuel cells for unmanned aerial vehicles”. The coordinator of the project works conducted at the Faculty of Energy and Fuels in Krakow was Magdalena Dudek, DSc.

The main contractors of the project were the Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics at Rzeszow University of Technology (airframe project), the Production and Repair Aviation Company “Aero-Kros” LLC (airframe construction), and the AGH UST Faculty of Energy and Fuels (the development of an electric generator based on low-temperature fuel cells PEMFC (polymer exchange membrane fuel cells) for powering the unmanned aerial vehicle). The result of the project was a prototype of a small unmanned vehicle, whose predominant feature was a power transmission system with a pile of fuel cells. The designers used a pile of polymeric fuel cells with a power of 300 W, supplied by hydrogen from a chemical source (non-reversible hydrides). The main advantages of this type of drive are its silent operation, smaller vibrations, a lack of harmful fumes, as well as a low temperature of operation, which makes the aircraft hardly visible to infrared radiation. It is worthwhile emphasizing that fuel cells can be used in aviation as the main power units for electric engines, as well as Auxiliary Power Units (APU). The team of key constructors (professor Piotr Tomczyk, Magdalena Dudek, DSc, Bartłomiej Lis, MSc) from the AGH UST Faculty of Energy and Fuels in Krakow developed technological assumptions concerning the design, the construction of piles of fuel cells PEMFC, and the hybrid power units made of piles of fuel cells PEMFC and auxiliary batteries, dedicated to



Prototyp bezpilotowego aparatu latającego zasilanego jednostką napędową zawierającą ogniwa paliwowe
A prototype of an unmanned aerial vehicle powered by a unit containing fuel cells

hybrydowych jednostek napędowych złożonych ze stosu ogniwi paliwowych PEMFC i baterii wspomagających, dedykowanych do zasilania bezpośrednio silników elektrycznych małej mocy w bezpilotowych statkach powietrznych. Opracowano nowoczesne rozwiązania dotyczące budowy i konstrukcji stosów ogniwi paliwowych PEMFC o mocy od 300 W do 1 kW, a także wykonano prototypowe generatory energii elektrycznej z ogniwami paliwowymi wyposażone w układy monitoringu parametrów pracy oraz akwizycji danych. Ponadto opracowano prototypowe generatory energii elektrycznej z ogniwami paliwowymi do zasilania pomocniczych urządzeń w statkach powietrznych.

Prof. Piotr Tomczyk, dr inż. Magdalena Dudek i ich współpracownicy w pracy pt. „Wykorzystanie ogniwi paliwowych do napędu bezpilotowych aparatów latających”⁵, opublikowanej w „Journal of Aeronautica Integra”, zaprezentowali także możliwości rozwojowe technologii ogniwi paliwowych dla zastosowań w bezałogowych statkach powietrznych.

Z kolei w pracy „Hybrid fuel cell – battery system as a main power unit for small unmanned aerial vehicles (UAV)”⁶, zamieszczonej w „International Journal of Electrochemical Science”, naukowcy przedstawili wytyczne dotyczące metodyki badań parametrów elektrochemicznych i elektrycznych, które określają niezawodność pracy jednostek zasilających z ogniwami paliwowymi.

⁵ M. Dudek, P. Tomczyk i inni: *Wykorzystanie ogniwi paliwowych do napędu bezpilotowych aparatów latających*, „Journal of Aeronautica Integra”, 2012, nr 1, s. 33–39.

⁶ M. Dudek, P. Tomczyk i inni: *Hybrid fuel cell – battery system as a main power unit for small unmanned aerial vehicles (UAV)*, „International Journal of Electrochemical Science”, 2013, vol. 8, s. 8442–8463.

low-power engines in unmanned aerial vehicles. They developed modern solutions concerning the design and construction of piles of fuel cells PEMFC with a power of 300 W up to 1 kW, and also constructed prototype power generators with fuel cells equipped with the systems of monitoring operation parameters and data acquisition. Furthermore, prototype power generators with fuel cells for powering auxiliary devices in aerial vehicles were developed.

Professor Piotr Tomczyk, Magdalena Dudek, DSc, and their team, in a paper entitled “Fuel cell technology for UAV”⁵, published in “Journal of Aeronautica Integra”, presented the development possibilities of fuel cell technologies for unmanned aerial vehicles.

Additionally, in a paper entitled “Hybrid fuel cell – battery system as a main power unit for small unmanned aerial vehicles (UAV)”⁶, published in “International Journal of Electrochemical Science”, the scientists presented guidelines for the methodology of testing electrochemical and electrical parameters which determine the operational reliability of units powered by fuel cells.

⁵ M. Dudek, P. Tomczyk et al.: *Fuel cell technology for UAV*, „Journal of Aeronautica Integra”, 2012, no. 1, pp. 33–39.

⁶ M. Dudek, P. Tomczyk et al.: *Hybrid fuel cell – battery system as a main power unit for small unmanned aerial vehicles (UAV)*, “International Journal of Electrochemical Science”, 2013, vol. 8, pp. 8442–8463.

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej



W ramach działalności naukowo-badawczej wydziału mieści się:

- fizyka materii skondensowanej,
- fizyka wysokich energii, w tym rozwój detektorów i elektroniki na potrzeby wielkich eksperymentów,
- fizyka medyczna i biofizyka,
- nowoczesne zastosowania fizyki jądrowej, w tym badanie materiałów funkcjonalnych oraz badanie dynamiki silnie oddziaływujących układów,
- fizyka środowiska: dynamika obiegu węgla oraz zmiany klimatyczne (efekt cieplarniany),
- informatyka stosowana, numeryczne symulacje zjawisk, biometria oraz programowanie urządzeń.



Faculty of Physics and Applied Computer Science



The research and development activities of the faculty cover:

- condensed matter physics,
- high energy physics, including the development of detectors and electronics for large experiments,
- medical physics and biophysics,
- modern applications of nuclear physics, including research on functional materials, and testing the dynamics of strongly influencing systems,
- environmental physics: carbon cycle dynamics and climatic changes (the greenhouse effect),
- applied computer science, numerical simulations of phenomena, biometry and programming of equipment.

Udział Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej w odkryciu bozonu Higgsa

- Katedra Oddziaływań i Detekcji Cząstek Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej uczestniczy w eksperymencie ATLAS na akceleratorze LHC w CERN. Eksperyment ten w 2012 roku ogłosił odkrycie bozonu Higgsa, cząstki poszukiwanej od 30 lat, mającej fundamentalne znaczenie w Modelu Standardowym oddziaływań. Pole Higgsa, którego sygnałem jest istnienie tej cząstki, potwierdza mechanizm nadawania cząstkom elementarnym masy.

Pierwsza praca zespołu eksperymentu ATLAS podsumowująca wyniki tych badań pt. „Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC” ukazała się w 2012 r. w czasopiśmie „Physics Letters” (vol. 716) i do chwili obecnej (stan na czerwiec 2014 r.) doczekała się rekordowej liczby 1445 cytowań. W grudniu 2012 r., w najbardziej prestiżowym w dziedzinie fizyki czasopiśmie „Science”, nastąpiło

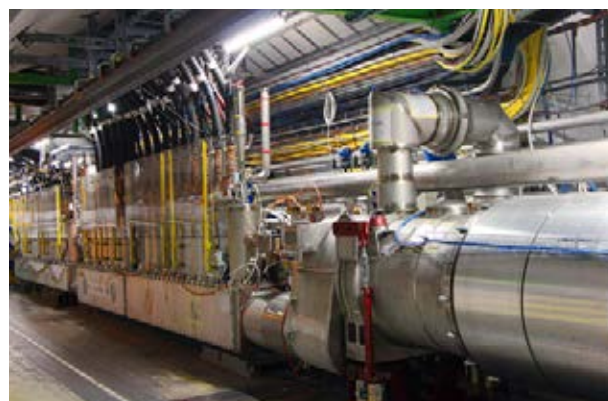


Fragment akceleratora LHC w miejscu wstrzykiwania do jego jonowodu wiązki protonów z mniejszego akceleratora SPS w punkcie nr 8.
Proton injection point from SPS accelerator into LHC in access point no. 8.
View of LHC tunnel

Participation of the Faculty of Physics and Applied Computer Science in discovery of Higgs boson

- The Department of Particle Interaction and Detection Techniques at the Faculty of Physics and Applied Computer Science takes part in the ATLAS experiment at the CERN Large Hadron Collider. In 2012, the experiment researchers announced the discovery of the Higgs boson, a particle sought for 30 years, which is of fundamental importance in the Standard Model of interactions. The Higgs field, which is indicated by the existence of the particle, confirms the mechanism of giving mass to elementary particles.

The first paper of the ATLAS experiment team summarising the results of the research, entitled “Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC” was published in 2012 in the magazine “Physics Letters” (vol. 716), and until now (as of June 2014) it has been quoted a record number of 1,445 times. In December 2012, the discovery was officially announced in the magazine “Science”,



Główne zasilanie magnesów nadprzewodnikowych poprzez nadprzewodzące przepusty ceramiczne w sektorze 6 akceleratora LHC
Main superconducting magnet supply port. High temperature ceramic superconducting current lids. View of installations at no. 6 access point into LHC

oficjalne ogłoszenie odkrycia („A Particle Consistent with the Higgs Boson Observed with the ATLAS Detector at the Large Hadron Collider”, „Science”, vol. 338, s. 1576–1582). Zespół z WFIS, jako członek współpracy ATLAS, uczestniczył aktywnie w tych badaniach od momentu zawiązania się tej współpracy, tj. od roku 1992, z racji czego naukowcy z AGH są współautorami wszystkich 313 publikacji tego eksperymentu, które w latach 2010–2014 ukazały się w czasopiśmie z listy filadelfijskiej.

O randze odkrycia świadczy przyznanie Paulowi Higgswi i François Englertowi Nagrody Nobla w 2013 r. z następującym uzasadnieniem: „za teoretyczne odkrycie mechanizmu, który pomaga nam zrozumieć pochodzenie masy cząstek subatomowych, co zostało niedawno potwierdzone dzięki odkryciu postulowanej cząstki elementarnej podczas eksperymentów ATLAS i CMS przeprowadzonych w Wielkim Zderzaczach Hadronów (LHC) w CERN”.

Fascynujące wyniki uzyskał również drugi z eksperymentów na akceleratorze LHC w CERN, w którym uczestniczy zespół z Katedry Oddziaływań i Detekcji Cząstek z WFIS. Krytonim tego eksperymentu to LHCb, a zasadniczym jego celem jest badanie stopnia łamania symetrii parzystości kombinowanej CP. Badania te mają na celu poszukiwanie tzw. „Nowej Fizyki”, jak to się obecnie określa w fizyce cząstek elementarnych i wyjaśnienie głębszej asymetrii pomiędzy ilością materii i antymaterii we Wszechświecie.

the most prestigious magazine in the field of Physics (“A Particle Consistent with the Higgs Boson Observed with the ATLAS Detector at the Large Hadron Collider”, “Science”, vol. 338, pp. 1576–1582). The team of the Faculty of Physics and Applied Computer Science, as a member of the ATLAS experiment, took active part in the research from the point of establishing collaboration, i.e. from 1992, hence the researchers of AGH UST are co-authors of all 313 publications of the experiment results, which in the years 2010–2014 were published in the magazines belonging to the ISI Master Journal List.

The importance of the discovery was confirmed by awarding the 2013 Nobel Prize in Physics to Paul Higgs and François Englert “for the theoretical discovery of a mechanism that contributes to our understanding of the origin of mass of subatomic particles, and which recently was confirmed through the discovery of the predicted fundamental particle, by the ATLAS and CMS experiments at CERN’s Large Hadron Collider (LHC).”

Fascinating results were also obtained from the second experiment at CERN’s Large Hadron Collider, which was participated in by the team from the Department of Particle Interaction and Detection Techniques at the Faculty of Physics and Applied Computer Science. The name of the experiment is LHCb, and its primary aim is research into measuring the parameters of the combined CP-symmetry violation. The experiment aims at searching for the so-called “New Physics”, as it is currently described in Elemen-



Łuk akceleratora LHC w sektorze 3–4
Arc of LHC accelerator in sector 3–4 of the machine

Warto podkreślić, że samo odkrycie cząstki Higgsa jest dopiero początkiem drogi. Krakowskie zespoły aktywnie uczestniczą w dalszej analizie materiału doświadczalnego zebranego w eksperymentach ATLAS i LHCb. Długoterminowy, bo opracowany do roku 2030, program badań prowadzonych w oparciu o akcelerator LHC przewiduje modernizację akceleratora w celu zwiększenia świetlności i energii zderzeń, oraz modernizację aparatury detekcyjnej eksperymentów ATLAS i LHCb, co pozwoli znacząco zwiększyć potencjał odkrywczy obu eksperymentów. Prace projektowe i badawczo-rozwojowe w zakresie detektorów i elektroniki odczytu dla kolejnych generacji tych eksperymentów są prowadzone przez zespoły z Katedry Oddziaływań i Detekcji Cząstek z WFiIS.

tary Particle Physics, and explaining a significant asymmetry between the amounts of matter and antimatter in the universe.

It is worthwhile emphasizing that the discovery of the Higgs particle is only the beginning of the path. The Krakow's teams participate actively in a further analysis of the material gathered during the ATLAS and LHCb experiments. A long-term research programme, scheduled until the year 2030, is based on the Large Hadron Collider and assumes a modernisation of the accelerator in order to increase its luminosity and bunch collision rate, as well as a modernisation of the detection equipment of the ATLAS and LHCb experiments, which will allow to increase significantly the discovery potential of both projects. Engineering, and research and development works in the area of detectors and digital read-out for the subsequent generations of these experiments are conducted by the teams from the Department of Particle Interaction and Detection Techniques at the Faculty of Physics and Applied Computer Science.



Globe – miejsce popularyzacji osiągnięć CERN i akceleratora LHC
Globe – CERN multimedia promotion center for visitors

Nowy metamateriał fotoniczny o właściwościach izotropowych

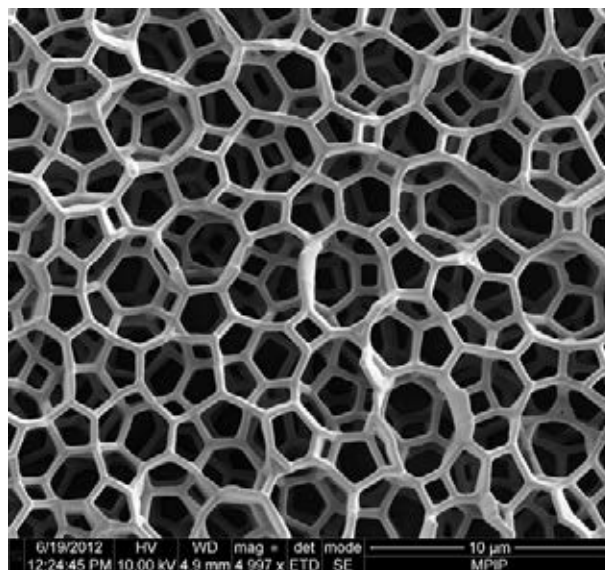
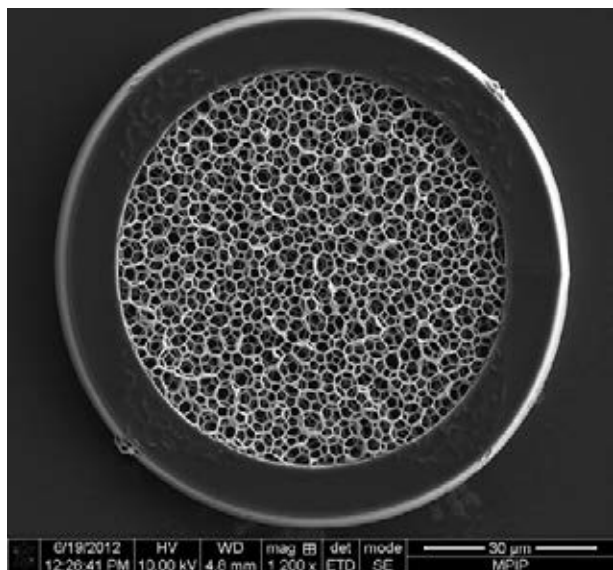
▶▶ W świecie przyrody ożywionej występują liczne przykłady struktur periodycznych, a więc powtarzalnych, które silnie oddziałują z padającym światłem. Interferencja fal prowadzi m.in. do intensywnych efektów kolorystycznych, które możemy obserwować na skrzydłach motyli, ptaków czy płatkach kwiatów. Co istotne, w wielu przypadkach w powstawaniu tych efektów nie uczestniczą barwniki, a są one wyłącznie wynikiem zjawisk interferencyjnych. Wszystkie te struktury mają w sobie jednak pewien udział nieporządku.

Nowoczesne techniki eksperymentalne umożliwiają konstruowanie podobnych materiałów. Naukowcom z Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej we współpracy z badaczami z Uniwersytetu we Fryburgu w Szwajcarii, udało się uzyskać metamateriał, który posiada przerwę fotoniczną, tzn. odbija światło w pewnym zakresie długości fal, pozwalając jednocześnie pozostałym falam na propagację. Co istotne, struktura jest izotropowa, czyli jej właściwości optyczne nie zależą od kierunku padania światła. Fakt ten wynika ze wspomnianego wyżej nieporządku – materiał ten jest nieperiodyczny, żaden kierunek propagacji nie jest w nim wyróżniony. Jest on zbudowany z krzemowych beleczek o długościach rzędu pojedynczych mikrometrów, ułożonych w trójwymiarową sieć. W każdym węźle sieci spotykają się dokładnie cztery takie beleczki. Aby opisać jego strukturę konieczny jest tzw. superjednorodny układ punktów (*hyperuniform point pattern*), z którego przy pomocy pewnych operacji matematycznych wyznacza się położenia węzłowe. Do uzyskania metamateriału została wykorzystana technika trójwymiarowej nanolitografii laserowej, w której światłem lasera impulsowego o dużej mocy można w fotoczułym materiale polimerowym napisać prawie dowolną strukturę. Następnie materiał polimerowy pokrywa się cienką warstwą dwutlenku tytanu dla poprawienia stabilności mechanicznej przed kolejnym etapem. Dalej na powierzchnię beleczek naparowuje się warstwę krzemu metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD). W tym ostatnim wysokotemperaturowym procesie polimer ulega termicznej degradacji.

New photonic metamaterial with isotropic properties

▶▶ In the natural world, there are many examples of periodic structures, i.e. ones that are repeatable, which strongly interact with light. For example, wave interference leads to intensive colour effects which can be observed on the wings of butterflies and birds, as well as on flower petals. What is important, in many cases in the processes of creating these effects no dyes are involved, and the effects are solely the result of interference phenomena. However, all these structures are accompanied by some amount of disorder.

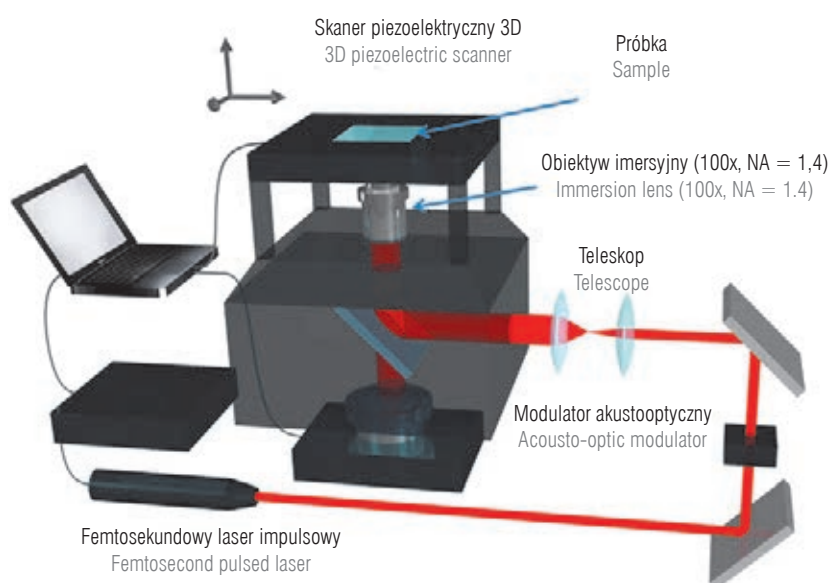
Modern experimental techniques allow for the creation of similar materials. The researchers at the Faculty of Physics and Applied Computer Science in collaboration with scientists from Fribourg University in Switzerland have managed to obtain a metamaterial which has a photonic bandgap, which means that it reflects light of a particular wavelength range and, at the same time, it allows other waves to propagate. What is important, the structure is isotropic, in other words, its optical properties do not depend on the angle of incidence. This fact follows from the earlier-mentioned disorder – the material is non-periodic, no angle of propagation is distinguished. It is composed of silicon bars of length of the order of single micrometers, arranged in the shape of a three-dimensional lattice. In each node of the lattice, exactly four bars meet. In order to describe its structure, the so-called “hyperuniform point pattern” is needed, on the basis of which and with the use of some mathematical operations, node locations can be determined. For the purpose of obtaining the metamaterial, the technique of three-dimensional laser nanolithography was used, in which high-power pulsed laser light applied to photosensitive polymeric material can create nearly any structure. Then, the polymeric material is covered by a thin layer of titanium dioxide for the purpose of improving its mechanical stability before the next phase. In the subsequent stage, the bar surface is covered by a layer of silicon with the use of chemical vapour deposition (CVD). In this last, high-temperature process, the polymer undergoes thermal degradation.



Mikrografie ze skaningowego mikroskopu elektronowego, przedstawiające izotropowe struktury uzyskane metodą trójwymiarowej nanolitografii laserowej
Microphotographs from a scanning electron microscope, showing isotropic structures obtained with the use of three-dimensional laser nanolithography

Nowy metamateriał jest wyjątkowy z przynajmniej dwóch powodów. Przede wszystkim jest to pierwszy trójwymiarowy układ tego rodzaju na świecie. Ponadto posiada przerwę foniczną dla światła z zakresu bliskiej podczerwieni, podczas gdy wcześniejsze realizacje (dwuwymiarowe) działały w przedziale mikrofal. Prace nad jego wytworzeniem zostały szczegółowo opisane w trzech artykułach (J. Haberko, F. Scheffold, „Optics Express”, vol. 21 [2013], s. 1057–1065; J. Haberko, N. Muller, F. Scheffold, „Physical Review A”, vol. 88 [2013], 043822–1–043822–9; N. Muller, J. Haberko, C. Marichy, F. Scheffold, „Advanced Optical Materials”, vol. 2 [2014], s. 115–119).

The new metamaterial is unique at least for two reasons. It is essentially the first three-dimensional arrangement of this type in the world. Moreover, it has a photonic gap for the wavelength range in the near infrared, whereas earlier projects (two-dimensional) worked for the range of microwaves. Research leading to the obtaining of this metamaterial has been described in detail in three articles (J. Haberko, F. Scheffold, “Optics Express”, vol. 21 [2013], pp. 1057–1065; J. Haberko, N. Muller, F. Scheffold, “Physical Review A”, vol. 88 [2013], 043822–1–043822–9; N. Muller, J. Haberko, C. Marichy, F. Scheffold, “Advanced Optical Materials”, vol. 2 [2014], pp. 115–119).



Schemat aparatury do trójwymiarowej nanolitografii laserowej
Diagram of equipment for three-dimensional laser nanolithography

Wydział Matematyki Stosowanej



Działalność naukowo-badawcza wydziału ma szeroki zakres i dotyczy:

- teorii grafów, kombinatoryki i informatyki teoretycznej,
- algorytmów kwantowych,
- złożoności problemów ciągłych w różnych modelach obliczeniowych,
- wspomaganie komputerowego badań w dziedzinie fizyki matematycznej,
- badań jakościowych i numerycznych dla równań różniczkowych stosowanych w modelach przyrodniczych,
- dyskretnych i ciągłych układów dynamicznych,
- geometrii różniczkowej,
- ogólnej teorii spektralnej operatorów i jej zastosowań,
- statystyki matematycznej,
- matematyki finansowej i sterowania stochastycznego.



Faculty of Applied Mathematics



The research and development activities of the faculty have a wide range and cover:

- graph theory, combinatorics, and theoretical computer science,
- quantum algorithms,
- complexity of continuous problems in different computational models,
- computer-aided research in mathematical physics,
- qualitative and numerical research for differential equations used in natural science models,
- discrete and continuous dynamic systems,
- differential geometry,
- general spectral theory of operators and its applications,
- mathematical statistics,
- financial mathematics and stochastic control.

Badania naukowe Wydziału Matematyki Stosowanej

▶▶ W roku 2013 naukowcy z Wydziału Matematyki Stosowanej prowadzili prace w kilku kierunkach badawczych. Jednym z ciekawych tematów na pograniczu fizyki i matematyki są równania Newtona, które stanowią zwięzły i elegancki opis dynamiki ciał niebieskich.

Zaskakujący jest fakt, że ich rozwiązania mogą wykazywać bardzo chaotyczne właściwości. Co więcej, istnieje hipoteza mówiąca, iż rozwiązania, które posiadają stabilne własności mogą je utracić pod wpływem dowolnie małych zaburzeń. Przykładowym problemem tej natury jest stabilność układu słonecznego. Mimo wielu lat intensywnych badań nadal nie znaleziono odpowiedzi na fundamentalne pytanie, czy nie może ona być zniszczona pod wpływem drobnych perturbacji. W obrębie zainteresowań badawczych pracowników WMS znalazło się zjawisko braku stabilności, zwane dyfuzją Arnolda, w układzie Słońce – Jowisz. Udało się wykazać, że ruchy komet w tym układzie, pod wpływem dowolnie drobnych perturbacji mogą zmieniać swoje z pozoru stabilne właściwości, prowadząc do chaotycznych zachowań.

Kolejnym osiągnięciem, ważnym z punktu widzenia zastosowań, jest tworzenie we współpracy z naukowcami z Niemiec (Uniwersytet w Bonn) oraz ze Stanów Zjednoczonych Ameryki (Uniwersytet Waszyngtoński w St. Louis) podstaw matematycznych PT-symetrycznej mechaniki kwantowej. Głównym celem powstałej w roku 1998 PTQM jest rozwój nowoczesnej fizyki z wykorzystaniem hamiltonianów, które nie są hermitowskimi, ale posiadają pewne własności symetrii. Wśród osiągnięć PTQM są już zastosowania w zakresie teorii optycznej, ale zdecydowanie brakuje uzasadnienia matematycznego wielu hipotez PTQM. Z wykorzystaniem metod przestrzeni Kreina zostało dokładnie wyjaśnione zjawisko niejednoznaczności nieograniczonych operatorów C-symetrii dla hamiltonianów PTQM. Wynikom badań poświęcony będzie rozdział jednej z pierwszych książek na temat PTQM – „Mathematical Aspects of Non-Selfadjoint Operators in Quantum Physics”, która ukaże się nakładem wydawnictwa Wiley & Sons.

We współpracy z naukowcami z Chin (Uniwersytet Fudan) badano także zjawiska powracania i synchronizacji w układach dynamicznych. Charakteryzacja układów dynamicznych, które są

Research conducted at the Faculty of Applied Mathematics

▶▶ In 2013, scientists from the Faculty of Applied Mathematics conducted work in several research fields. An interesting subject, on the borderline between physics and mathematics, is Newton's equations, which constitute a concise and elegant description of the dynamics of astronomical bodies.

What is surprising is that their solutions can have very chaotic characteristics. Moreover, there is a hypothesis that the solutions of stable characteristics may lose such characteristics as a result of even small disturbances. An example of such a problem is the stability of the Solar System. Despite many years of intensive research, so far no answer has been found to the fundamental question of whether it can be damaged as a result of small perturbations. The interests of the researchers of the Faculty of Applied Mathematics included the lack of stability, referred to as the Arnold diffusion, in the Sun – Jupiter system. It was demonstrated that the movements of comets in this system, affected by even small perturbations, can change their apparently stable characteristics, and result in chaotic behaviour.

Another achievement, which is important from the standpoint of applications, is the development, in collaboration with scientists from Germany (Bonn University) and the USA (Washington University in St. Louis), of the mathematical foundations of PT-symmetrical quantum mechanics. The key objective of PTQM, which was established in 1998, is the development of modern physics using the Hamiltonians, which are not Hermitian, but have certain characteristics of symmetry. The achievements of PTQM include applications in the field of optical theory; however, the mathematical substantiations of many PTQM hypotheses are still lacking. The use of Krein space methods enabled a precise explanation of the phenomenon of ambiguity of unlimited C-symmetry operators for PTQM Hamiltonians. The results of the research will be described in a chapter of one of the first books on PTQM – “Mathematical Aspects of Non-Selfadjoint Operators in Quantum Physics”, to be published by Wiley & Sons.

In collaboration with Chinese scientists (Fudan University), the phenomena of return and synchronization in dynamic systems were also researched. The characterization of dynamic systems that can become synchronized with any other systems is a

w stanie synchronizować się z dowolnymi innymi układami jest problemem badanym od ponad 40 lat. O ile znane są pewne charakterystyki takich układów, nadal nie wiadomo jakie warunki minimalne powinien spełniać zbiór czasów powrotu, aby taką synchroniczność zapewnić. Prowadzone badania pozwoliły znacznie poszerzyć wiedzę na ten temat, rozwiązując jednocześnie kilka problemów otwartych.

We współpracy z naukowcami z Francji badano zagadnienia kombinatoryczne związane z podziałami grafów na mniejsze podgrafy o specyficznych własnościach. Problemy te wiążą się z problemami zarządzania sieciami komputerowymi, łącząc elementy matematyki dyskretnej z informatyką teoretyczną.

Poszukując nowych możliwości w zakresie zastosowania matematyki w naukach przyrodniczych, naukowcy z Wydziału Matematyki Stosowanej zaproponowali nową metodę oceny węzłów chłonnych śródpiersia oraz zbadano jej jakość i przydatność w diagnostyce raka płuc. Natomiast we współpracy z zespołem fizjologów z AWF w Krakowie wykazano, że kilkutygodniowy trening wytrzymałościowy powoduje przyspieszenie kinetyki konsumpcji tlenu w testach wysiłkowych bez istotnych zmian w gospodarce mitochondriów i kapilaryzacji mięśni i zaproponowano wyjaśnienie tego zjawiska przy pomocy tzw. równoległej aktywacji procesu fosforylacji tlenowej.

problem that has been studied for over 40 years. Although some characteristics of such systems are known, it is still to be found out what minimum conditions must be met by the sets of return times in order to ensure such synchronicity. Research has made it possible to expand significantly the knowledge of this problem, while solving several open problems.

In collaboration with French scientists, combinatorial problems related to the division of graphs into smaller subgraphs of unique characteristics were studied. The issues are connected with the problems of management of computer networks, and combine the elements of discrete mathematics and theoretical computer science.

In the search for new possibilities in the area of application of mathematics to natural sciences, the scientists of the Faculty of Applied Mathematics suggested a new method of the evaluation of mediastinal lymph nodes, and tested its quality and suitability in the diagnostics of lung cancer. In collaboration with a group of physiologists from the University of Physical Education in Krakow, the Faculty's researchers have demonstrated that endurance workout programmes lasting several weeks result in the accelerated kinetics of oxygen consumption in exercise tests without important changes in mitochondrial function and muscle capillarization; it was recommended that this phenomenon should be explained using the so-called parallel activation of the oxidative phosphorylation process.

Wydział Humanistyczny



Działalność naukowo-badawcza wydziału koncentruje się między innymi na:

- humanistycznych i społecznych aspektach rozwoju współczesnych technologii, w tym społecznych i kulturowych konsekwencjach stosowania innowacji technologicznych (np. wpływ telepracy na rozwój praktyk życia zawodowego i rodzinnego, znaczenie nowych technologii medialnych w przemianach aktywności publicznej i społecznej, Internet w procesach integracji i dezintegracji grup etnicznych),
- duchowości pozareligijnej i polskich niewierzących,
- badaniu problemów starzejącego się społeczeństwa,
- przedsiębiorczości i innowacyjności w sferze gospodarczo-społecznej.



Faculty of Humanities



The research and development activities of the faculty focus on the following areas:

- humanistic and social aspects of the development of contemporary technologies, including the social and cultural consequences of the use of technological innovations (e.g. the impact of telework on the development of practices in professional and family life, the influence of new media technologies on changes in public and social activity, the Internet in the processes of integration and disintegration of ethnic groups),
- non-religious spirituality and Polish atheists,
- research into the problems of an aging society,
- entrepreneurship and innovativeness in the socio-economic sphere.

Badania nad problemami starzejącego się społeczeństwa

▶▶ Od 2013 r. w Katedrze Socjologii Ogólnej i Antropologii Społecznej Wydziału Humanistycznego funkcjonuje Pracownia Badania Problemów Starzejących się Społeczeństw, którą kieruje dr Łukasz Krzyżowski.

Działalność Pracowni ogniskuje się wokół czterech obszarów:

- identyfikacji potrzeb osób starszych wraz z analizą sfer i obszarów wykluczenia społecznego seniorów;
- badania potrzeb, ograniczeń oraz *usability* w zakresie korzystania z technologii wspierających osoby starsze;
- analizy społecznej recepcji proponowanych rozwiązań technologicznych;
- analizy konsekwencji i przemian społecznych wywołanych zmianami demograficznymi.

W ramach kilku projektów badawczych, finansowanych m.in. przez Narodowe Centrum Nauki oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, członkowie Pracowni dokonali wielowymiarowej analizy sytuacji społecznej osób starszych w zmieniających się warunkach społeczno-kulturowych. Nowatorski charakter miały badania dotyczące tzw. młodych emerytów, które pozwoliły na zidentyfikowanie strategii dezaktywacji zawodowej w kontekście nowej ustawy wydłużającej wiek emerytalny. Owocem badań jest kilkanaście artykułów naukowych oraz kilka książek. Zorganizowano również międzynarodową konferencję i sesje tematyczne w ramach kongresów naukowych.

Research into the problems of an ageing population

▶▶ Since 2013, the Department of Sociology and Social Anthropology at the Faculty of Humanities has hosted the Research Group on Ageing, headed by Łukasz Krzyżowski, PhD.

The activities of the Group focus on four areas:

- identification of the specific needs of elderly people along with an analysis of the spheres of social exclusion of seniors;
- research into the needs, limitations and usability with regard to the use of technologies supporting elderly people;
- social analysis of the perception of the proposed technological solutions;
- analysis of the consequences and social transformations caused by demographic changes.

Within the framework of several research projects, financed, inter alia, by the National Science Centre and the Ministry of Science and Higher Education, the members of the Group have performed a multi-level analysis of the situation of elderly people under changing social and cultural conditions. Research on the so-called young pensioners, which allowed for the identification of the strategy of professional deactivation in the context of the new law on extending the retirement age, was of an innovative nature. The result of the research was a number of scientific articles and several books. Additionally, an international conference as well as themed sessions at scientific congresses were organised.

Badania nad sytuacją i systemem wsparcia osób niepełnosprawnych w Polsce

▶▶ Projekt „Od kompleksowej diagnozy sytuacji osób niepełnosprawnych w Polsce do nowego modelu polityki społecznej wobec niepełnosprawności” był finansowany przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych (budżet w wysokości 1 500 000 zł), kierowany przez prof. Barbarę Gąciarz, a realizowany przez zespół pracowników Wydziału Humanistycznego, Instytutu Socjologii Uniwersytetu Jagiellońskiego i Instytut Stosowanych Nauk Społecznych Uniwersytetu Warszawskiego.

Podstawowym celem projektu było poszukiwanie nowego modelu polityki społecznej wobec niepełnosprawności w oparciu o kompleksową diagnozę sytuacji osób niepełnosprawnych w Polsce. Diagnoza obejmowała ocenę położenia społeczno-ekonomicznego osób niepełnosprawnych, ich sytuacji edukacyjnej, problemów związanych z zatrudnieniem, dostępności usług publicznych i komercyjnych oraz aktywności osób niepełnosprawnych i ich reprezentantów w sferze publicznej. Szczególnie wiele uwagi poświęcono wielostronnej analizie funkcjonowania instytucji publicznych mających wspierać osoby niepełnosprawne, słabościom tych organów i możliwościom dokonania zmian (w tym celu badano m.in. szereg rozwiązań funkcjonujących w krajach Unii Europejskiej). Zdecydowanie nowatorski charakter miały badania nad rolą nowych mediów w zmniejszaniu barier oraz wymiarem genderowym niepełnosprawności (nakładanie się nierówności związanych z niepełnosprawnością i płcią). Łącznie w ramach projektu powstało kilkanaście obszernych raportów eksperckich, ukazało się kilkadziesiąt publikacji w czasopiśmie naukowych oraz kilka książek. Zorganizowano również wiele seminariów naukowych, warsztatów eksperckich i spotkań z udziałem osób niepełnosprawnych, a także ogólnopolską konferencję naukową, w której uczestniczyli czołowi badacze tej problematyki oraz reprezentanci ważnych instytucji państwowych. Rezultaty projektu zostały uznane za kompendium wiedzy na temat sytuacji osób niepełnosprawnych w Polsce i stanowią bardzo ważny krok w kierunku budowy nowego systemu wsparcia osób niepełnosprawnych.

Research into the situation and support system for disabled people in Poland

▶▶ The project “From a comprehensive diagnosis of the situation of disabled people in Poland to a new model of the social policy towards disability” was financed by the State Fund for Rehabilitation of Disabled People (budget of PLN 1,500,000), directed by professor Barbara Gąciarz, and implemented by a team from the Faculty of Humanities, the Institute of Sociology at the Jagiellonian University, and the Institute of Applied Social Sciences at the University of Warsaw.

The main objective of the project was to find a model for the social policy towards disability based on a comprehensive diagnosis of the situation of disabled people in Poland. The diagnosis included an evaluation of the socio-economic situation of disabled people, their educational situation, employment-related issues, the availability of public and commercial services, as well as the level of activity of disabled people and their representatives in the public domain. A lot of attention was paid particularly to a multi-level analysis of the functioning of public institutions whose role is to support disabled people, the weak points of such organisations, and the possibilities of introducing changes (in order to do so, a number of solutions implemented in the EU member states were analysed). Research into the role of new media in terms of reducing the barriers, as well as the gender aspects of disability (the overlapping of disability and gender inequalities) was definitely innovative. In total, a dozen or so extensive expert reports were written, and several dozen publications in scientific journals, and a number of books were published within the framework of the project. Additionally, many science events were held, such as seminars, expert workshops and meetings with the participation of disabled people, as well as a nationwide scientific conference, participated in by researchers in this field, and the representatives of key state institutions. The results of the project have been considered as a compendium of knowledge with regard to the situation of disabled people in Poland; they constitute an important step on the path to building a new support system for disabled people.

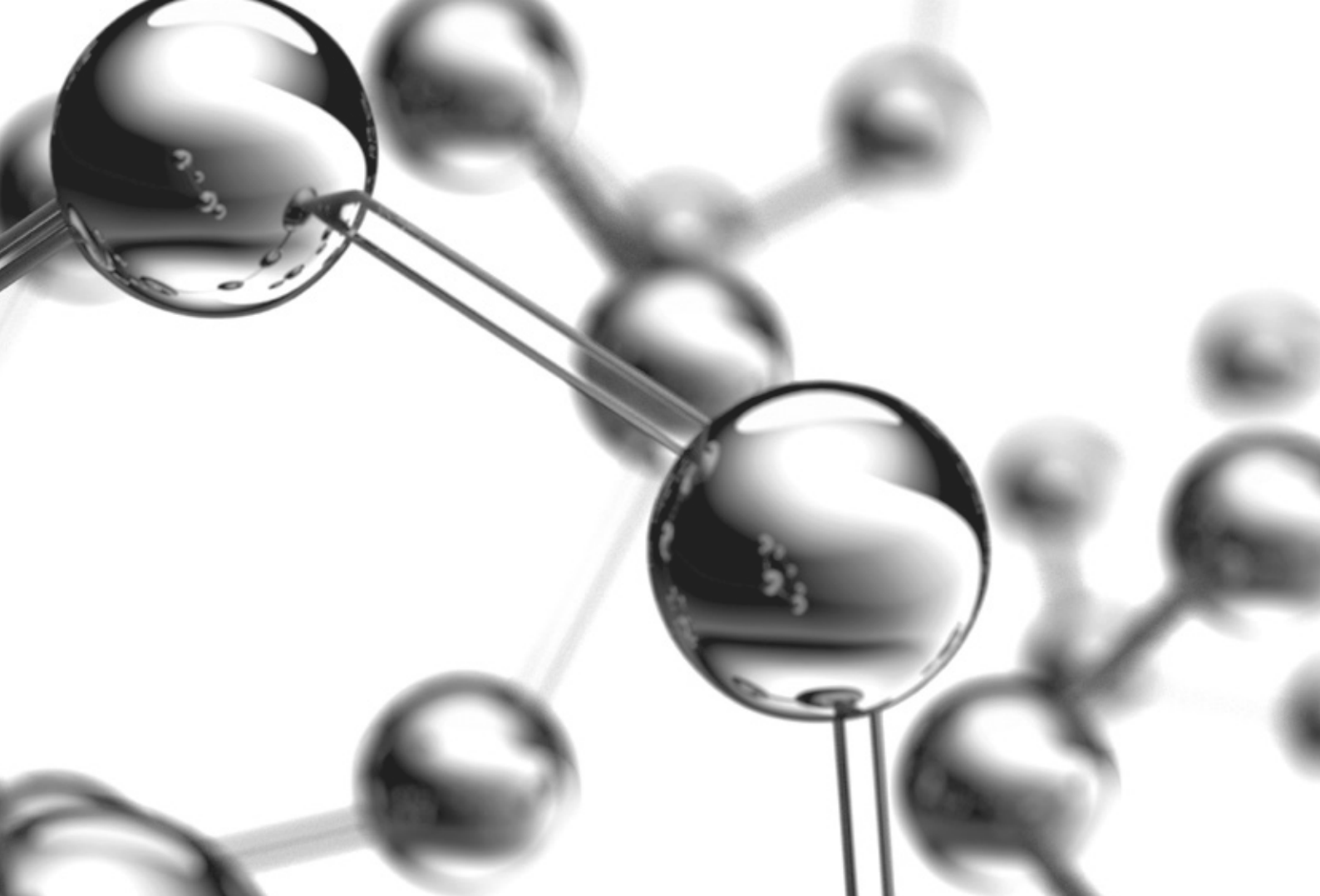


**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków
www.agh.edu.pl

**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY IN KRAKOW**

al. Mickiewicza 30
30-059 Krakow, Poland
www.agh.edu.pl/en



www.agh.edu.pl