



Politechnika
Wrocławska



Kompleks GEO-3EM

ENERGIA EKOLOGIA EDUKACJA

RPDS.01.01.00-02-0001/16-00

Regionalny Program Operacyjny Województwa Dolnośląskiego 2014-2020

Oś Priorytetowa nr 1 „Przedsiębiorstwa i innowacje”

Działanie 1.1 „Wzmocnienie potencjału B+R i wdrożeniowego uczelni i jednostek naukowych”

Wydatki całkowite: **102,6 mln zł**

Dofinansowanie z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego: **69,9 mln zł**

Podpisanie umowy o dofinansowanie z Urzędem Marszałkowskim Województwa Dolnośląskiego: **31.05.2017 r.**

Rozpoczęcie realizacji projektu: **30.11.2016 r.**

Zakończenie realizacji projektu: **3.12.2018 r.**





GEO-3EM Politechniki Wrocławskiej to unikatowe na skalę europejską centrum badań i transferu technologii w aspekcie zrównoważonego wykorzystania surowców i energii, pochodzących z różnych źródeł, ukierunkowane na kwestie związane z ochroną środowiska naturalnego.

Nowy budynek powstał przy ul. Na Grobli 13 we Wrocławiu, w sąsiedztwie stacji kolei linowej „Polinka” i otwartego w grudniu 2012 r. kompleksu edukacyjno-badawczego Geocentrum. W budynku znajduje się infrastruktura B+R zlokalizowana w dwunastu laboratoriach pięciu wydziałów Politechniki Wrocławskiej:

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego:

- Laboratorium Badań Nano i Mikro Struktur Materiałów Kompozytowych I Konstrukcji Inżynierskich

Wydział Chemiczny:

- Laboratorium Procesów Hydrometalurgicznych,
- Laboratorium Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych.

Wydział Elektroniki:

- Laboratorium Czujników dla Inteligentnych Obiektów oraz Systemów Przesyłania Danych.

Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii:

- Laboratorium Nauk o Ziemi i Inżynierii Mineralnej,
- Laboratorium Techniki Modelowania w Górnictwie,
- Laboratorium Systemów Maszynowych w Górnictwie,
- Akredytowane Laboratorium Transportu Taśmowego,
- Akredytowane Laboratorium Bezpieczeństwa Pracy.

Wydział Mechaniczny:

- Laboratorium Badań i Eksploatacji Pojazdów,
- Laboratorium Dynamiki i Bezpieczeństwa Pojazdów,
- Laboratorium Mechatroniki i Inspekcji Ciepłej Pojazdów.



Nowa infrastruktura będzie służyć prowadzeniu prac badawczo-rozwojowych skoncentrowanych na obszarach strategicznych z punktu widzenia rozwoju całego Dolnego Śląska, takich jak: mobilność przestrzenna, surowce naturalne i wtórne, produkcja maszyn i urządzeń oraz obróbka materiałów.

Budowa obiektu rozpoczęła się w grudniu 2017 roku i trwała do listopada 2018 roku. W efekcie powstał trzykondygnacyjny gmach o wysokości około 15 m i kubaturze ponad 28 tys. m³. Powierzchnia netto obiektu to 4 630,10 m². W budynku znajduje się

ponad 100 różnych pomieszczeń w tym m.in. nowoczesne, wyspecjalistyczne laboratoria badawcze, sala konferencyjna oraz zaplecze magazynowo-administracyjne.

Budynek jest w pełni dostosowany do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Budowę oraz wyposażenie obiektu zrealizowano w ramach projektu „Kompleks GEO-3EM - ENERGIA EKOLOGIA EDUKACJA” dofinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Dolnośląskiego na lata 2014-2020.



Projekt GEO-3EM pozwolił na zakup aparatury naukowo-badawczej o wartości około 72 mln zł, która trafiła do dwunastu politechnicznych laboratoriów.



W Laboratorium Badań Nano- i Mikrostruktur Materiałów Kompozytowych i Konstrukcji Inżynierskich na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego

naukowcy mogą korzystać z **mobilnego zestawu do kompleksowego monitorowania drgań konstrukcji inżynierskich** z wykorzystaniem zaawansowanych technologii (m.in. optycznych i laserowych). Umożliwia on zdalny i kontaktowy pomiar, analizę i wizualizację wszelkiego rodzaju drgań konstrukcji inżynierskich, a do tego może być stosowany zarówno w badaniach terenowych w każdych warunkach atmosferycznych, jak i w badaniach laboratoryjnych.

Zestaw tworzą m.in. czujniki do pomiaru różnego rodzaju wielkości fizycznych (odkształceń, prędkości, przemieszczeń, przyspieszeń drgań, temperatury), wielokanałowe moduły pomiarowe drgań konstruk-

cji, emiterzy i odbiorniki laserowe, przewody do transmisji danych w trudnych warunkach terenowych, podsystem bezprzewodowej transmisji danych, rejestratory video, stacja robocza wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem czy podsystem zasilania sonarowego.

Laboratorium dysponuje także **optycznym systemem pomiaru geometrii powierzchni szynowych**. Pozwala on na skanowanie 3D elementów powierzchni torowej zarówno kolejowej, jak i tramwajowej, dzięki czemu można prowadzić badania zużycia elementów rozjazdów i szyn. Specjalistyczne oprogramowanie automatycznie dopasowuje aktualne wyniki pomiarów danego elementu do wyników uzyskanych we wcześniejszych pomiarach, umożliwia także wizualizację zużycia i definiowanie parametrów charakteryzujących zużycie i automatyzację obliczeń wartości tych parametrów.

Z kolei **tomograf komputerowy X-RAY** służy do analizy strukturalnej różnorodnych materiałów, oceny ich budowy, defektów i uszkodzeń wewnętrznych. Umożliwia przeprowadzenie badań w laboratorium w sposób nienaruszający struktury materiału. Wysokiej rozdzielczości detektory, precyzyjne, wieloosiowe, w pełni programowalne manipulatory oraz szybki program do rekonstrukcji pozwalają uzyskać obraz trójwymiarowy w postaci chmury punktów, z rozróżnieniem na stałe elementy materiału, pory i mikrospeknięcia. Do tego oprogramowanie zapewnia analizę obrazową,



Laboratorium badań nano i mikro struktur materiałów kompozytowych i konstrukcji inżynierskich



statystyczną i identyfikację ilościową struktury, a dzięki nowoczesnej technologii z wykorzystaniem dwóch lamp możliwe jest badanie zarówno małych, jak i dużych próbek pozyskanych z terenu.

Naukowcy mają również do dyspozycji **reometr dynamiczny DSR**, który jest wykorzystywany do analizy materiałów wielofazowych, w tym modyfikowanych polimerami i pochodzących z recyklingu. Analizy strukturalne i badania reologiczne pozwalają na identyfikację właściwości lepkosprężystych materiału, skuteczności modyfikacji różnymi polimerami, a w konsekwencji ocenę odporności materiału na pękanie zmęczeniowe i skurcz termiczny.

W ramach projektu laboratorium wyposażono w **komorę klimatyczną**. Pozwala ona na kondycjonowanie próbek w izolowanych warunkach termicznych z uwzględnieniem odpowiedniej wilgotności i precyzyjnego ogrzania lub ochłodzenia całej próbki.

Zakupiono **urządzenie do pomiaru tarcia** na nawierzchniach suchych, mokrych i lodzie. Dzięki zastosowaniu dwóch kół może ono analizować strukturę na odcinkach prostych i łukach, w trybie ciągłym mierząc zarówno siłę pionową działającą na koło, jak i siłę poziomą oporu tarcia.

Uniwersalna hydrauliczna maszyna wytrzymałościowa wraz z przystawkami pozwala na specjalistyczne analizy wytrzymałościowe, dzięki którym można ocenić zachowanie się materiałów w obciążeniach stacjonarnych i niestacjonarnych przy wymuszeniu kinematycznym i dynamicznym. Urządzenie może być wykorzystywane do analizy wytrzymałościowej, termicznej, oceny spękań i analizy trwałości zmęczeniowej materiału.

Laboratorium dysponuje także **analizatorem właściwości cieplnych laserową metodą impulsową (LFA- Laser Flash Apparatus)**. Urządzenie to służy do pomiaru przewodności i dyfuzyjności cieplnej dla bardzo różnorodnej grupy materiałów. Źródłem światła jest w nim błyskowa lampa ksenonowa o długiej żywotności, umożliwiająca wykonywanie pomiarów do 1250°C - bez konieczności używania kosztownych materiałów eksploatacyjnych. Sprzęt bardzo dobrze optymalizuje pole widzenia detektora, dzięki czemu eliminowane są wszelkie negatywne wpływy spowodowane niedopasowanym ustawieniem przesłony, co w konsekwencji znacznie poprawia dokładność wyników pomiarowych.

Do dyspozycji naukowców jest też **zaawansowane stanowisko do badań właściwości mechanicznych materiałów w zakresie od ultra-nano do mikro**. To platforma mechaniczna z możliwością instalacji dwóch głowic pomiarowych, mikroskopu optycznego i głowicy AFM. Na jednej platformie można wykonywać testy typu: twardość, scratch i zużycie w pełnym zakresie obciążeń. Stanowisko pozwala na identyfikację parametrów materiałowych w zakresie liniowym i nieliniowym oraz uzyskiwanie charakterystyk np. w zakresie sprężystym i lepkosprężystym.

**Laboratorium Badań Nano-
i Mikrostruktur Materiałów
Kompozytowych i Konstrukcji
Inżynierskich**



**Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Katedra Mostów i Kolei**

Kontakt

prof. **Dariusz Łydzba**

(dariusz.lydzba@pwr.edu.pl,

tel. +48 71 320 23 15, +48 71 328 48 14),

dr hab. inż. **Piotr Mackiewicz**, prof. uczelni

(piotr.mackiewicz@pwr.edu.pl;

tel. +48 71 320 45 57, kom. +48 608 865 512),

prof. **Jan Bien** (jan.bien@pwr.edu.pl,

tel. +48 71 320 23 56),

dr hab. inż. **Danuta Bryja**, prof. uczelni

(danuta.bryja@pwr.edu.pl,

tel. +48 71 320 23 32),

prof. **Antoni Szydło**,

(antoni.szydlo@pwr.edu.pl, +48 71 320 23 52).



Na Wydziale Chemicznym Laboratorium **Procesów Hydrometalurgicznych** wzbogaciło się o sześć nowych stanowisk. **Stanowisko przygotowania wsadu reakcyjnego** jest niezbędne do analiz uziarnienia surowców, kontrolowanego mieszania zawiesin podczas ługowania, określania masy nadaw (ilości surowców wprowadzanych do aparatury chemicznej) i produktów ługowania, suszenia próbek nadaw i produktów kierowanych do analiz oraz do obróbki termicznej próbek mineralnych. **Stanowisko badania procesów ługowania atmo-**

**Laboratorium procesów hydrometalurgicznych**

sferycznego umożliwia badanie procesów ługowania surowców w warunkach atmosferycznych oraz na hałdzie (heap leaching), a także kontrolę tych procesów w warunkach atmosferycznych i bieżące ich monitorowanie. **Stanowisko badania procesów ciśnieniowych** pozwala na badania operacji ługowania ciśnieniowego i wydzielenia związków chemicznych w warunkach hydrotermalnych. **Stanowisko procesów separacji (ekstrakcja rozpuszczalnikowa i wymiana jonowa)** to zestaw laboratoryjny mikser-settler do badań procesów ekstrakcji i reekstrakcji oraz zestaw laboratoryjny do badań procesów wymiany jonowej (IX) wraz z przyrządem wielofunkcyjnym do pomiarów elektrochemicznych do bieżącego monitorowania parametrów separacji. **Stanowisko procesów wydzielenia metali (elektroliza)** umożliwia badanie procesów elektrolitycznego wydzielenia metali i anodowego utleniania związków chemicznych oraz badanie zachowania się metali i minerałów przewodzących w warunkach ługowania. **Stanowisko do rozkładu próbek metalurgicznych i pomiaru stężeń wybranych pierwiastków metodami spektrometrii atomowej i mas** służy natomiast do rozkładu próbek materiałów (substratów, półproduktów i produktów) otrzymywanych na różnych etapach ich przeróbki hydrometalurgicznej

dla oznaczenia wybranych metali (np. metali nieżelaznych, lantanowców) i oceny wydajności opracowywanych technologii przeróbki tych materiałów i odzysku ważnych surowców.

**Laboratorium
Procesów
Hydrometalurgicznych
Wydział Chemiczny
Zakład Chemii Analityczny
i Metalurgii Chemicznej**



Kontakt

prof. **Leszek Rycerz**

(leszek.rycerz@pwr.edu.pl, +48 71 320 33 47),

dr hab. inż. **Piotr Jamróz**

(piotr.jamorz@pwr.edu.pl, +48 71 320 38 07),

dr inż. **Monika Zabłocka-Malicka**

(monika.zablocka-malicka@pwr.edu.pl,

+48 71 320 24 94),

mgr inż. **Zbigniew Adamski**

(zbigniew.adamski@pwr.edu.pl, +48 71 320 39 68),

dr inż. **Katarzyna Ochromowicz**

(katarzyna.ochromowicz@pwr.edu.pl,

+48 71 320 24 05),

dr inż. **Magdalena Piłsniak-Rabiega**

(magdalena.pilsniak-rabiega@pwr.edu.pl,

+48 71 320 38).



Wydział rozwinął także swoje **Laboratorium Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych**. Jego halę technologiczną wyposażono we wtryskarkę Engel Victory, dwuwalcarę, prasę hydrauliczną, mieszalnik fluidalny, wylączarki dwuślismakowe, urządzenia peryferyjne do wylączarek (dozowniki grawimetryczne, odbiór wytłaczanej folii w postaci folii wylwanej, folii z rozdmuchem, granulator), młot wahadłowy do wyznaczenia uduwności tworzyw polimerowych i kompozytów, młyn tnący i młyn kulowy do rozdrabniania materiałów oraz urządzenie do elektroprzędzenia i inne. Urządzenia te umożliwiają opracowanie warunków przetwórstwa i optymalizację składu kompozycji polimerów. Natomiast laboratoryjną pracownię badań materiałowych wyposażono w reometr kapilarny z modulem do testów pvt i pomiarów przewodnictwa cieplnego, reometr rotacyjny, skaningowy kalorymetr różnicowy z szybkim skanowaniem, spektrofotometr UV-Vis, analizator składu pierwiastkowego materiałów, skaner do obrazowania 3D, zestaw do dynamiczno-mechanicznej analizy (DMA) i mikrokalorymetr skaningowy Flash DSC2+.

Laboratorium Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych



Wydział Chemiczny

Zakład Inżynierii i Technologii Polimerów

Kontakt

prof. **Jacek Pięłowski**

(jacek.pigłowski@pwr.edu.pl , tel. 71 320 35 10),

dr inż. **Małgorzata Gazińska**

(malgorzata.gazinska@pwr.edu.pl ,

tel. 71 320 24 67).



Wydział Elektroniki w GEO-3EM ma natomiast **Laboratorium Czujników dla Inteligentnych Obiektów oraz Systemów Przesyłania Danych**. Badacze korzystają tam m.in. z systemu do spektroskopii i mikroskopii

w podczerwieni. Podczerwień, czyli promieniowanie elektromagnetyczne podczerwone, jest pasmem szczególnie interesującym dla badań gazów i próbek stałych (szkieł, minerałów), ponieważ pozwala uzyskać unikalne informacje na temat spektrum absorpcyjnego i transmisyjnego danego materiału. Laboratorium W4 jest wyposażone w najnowszy model spektrometru FTIR (ang. Fourier Transform Infrared) pozwalający prowadzić badania spektroskopowe w zakresie od 0,3 do 10,6 μm . Z urządzeniem jest sprzężony dodatkowo mikroskop FTIR wyposażony w matrycę typu FPA (ang. Focal Plane Array) i konfokalny mikroskop ramanowski.

Laboratorium ma także zaawansowany **system laserowy**, który tworzą oscylator typu Ti:Sapphire i towarzyszące mu moduły OPO (Optical Parametric Oscillator), dzięki czemu możliwe jest pokrycie pasma spektralnego z zakresu od 340 do 4200 nm. Daje to praktycznie nieograniczone możliwości badań materiałowych - począwszy od spektroskopii, a skończywszy na tworzeniu nowych źródeł światła. System generuje impulsy w reżimie femtosekundowym, o wysokiej mocy szczytowej, co pozwala także na prowadzenie badań z zakresu optyki nieliniowej. Układ może zostać zastosowany w mało inwazyjnych rozwiązaniach przeznaczonych np. do diagnostyki medycznej czy detekcji gazów kopalnianych.

W laboratorium są także **dwa detektory** pojedynczych fotonów z zakresu 300-1700 nm, które zostały wyposażone we wkłady filtrujące (monochromator) i wzmacniacz typu lock-in - dla wydajnej detekcji słabych sygnałów optycznych. Możliwość detekcji i różnicowania tak niewielkich zmian natężenia światła ma szerokie zastosowanie w technikach biologicznych (czasowo-rozdzielcza spektroskopia fluorescencyjna i podczerwieni, spektroskopia anizotropii fluorescencji) czy telekomunikacyjnych (szczególnie zagadnienia z zakresu kryptografii kwantowej). Urządzenia w laboratorium W4 pozwalają na prowadzenie badań zarówno z zakresu tzw. life-sciences i dają też szansę na wgląd w dziedzinę pojedynczych fotonów z zakresu bliskiej podczerwieni.

W pracowni naukowcy korzystają też z **generatora sygnałów elektronicznych wysokiej jakości oraz optycznego analizatora widma i modulacji wraz z osprzętem**, który pozwala im przeprowadzać pełną analizę transmitowanego sygnału. Zarówno generatory,



**Laboratorium czujników dla inteligentnych obiektów
oraz systemów przesyłania danych**

jak i analizator są przystosowane do potrzeb dynamicznie zmieniającego rynku telekomunikacyjnego, w którym coraz większą rolę odgrywają sieci światłowodowe wykorzystujące bardziej zaawansowane modulacje.

Laboratorium dysponuje też zestawem sprzętowym, który umożliwia stworzenie **systemu czujnikowego** opartego na rozwiązaniach światłowodowych. W czasie pomiaru światłowody wykorzystywane są jako pasywne medium transmisyjne. System może służyć do badań w strukturach geotechnicznych, konstrukcjach inżynierskich czy miejscach o trudnych warunkach środowiskowych, np. kopalni.

Do dyspozycji badaczy jest też **spawarka światłowodowa** (3SAE LDS) przeznaczona do spawania i obróbki światłowodów w zakresie 80 - 2500 μm . Można nią wykonywać zaprojektowane przewężenia na danym odcinku światłowodu, spawać włókna PM (ang. Polarization Maintaining) i mikrostrukturalne, a także tworzyć sprężaczki i soczewki.

**Laboratorium Czujników dla
Inteligentnych Obiektów
oraz Systemów Przesyłania Danych**



**Wydział Elektroniki
Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki**

dr inż. **Bogusław Szczupak**
(boguslaw.szczupak@pwr.edu.pl,
tel. 71 320 30 86).



Na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii dzięki nowemu sprzętowi **Pracowni Nauk o Ziemi** mogą przeprowadzać kompleksowe analizy dowolnej materii - z próbek środowiskowych ziemskich i pozaziemskich. To przede wszystkim badania naturalnych skał, minerałów, wód i gazów pozwalające na określenie ich składu chemicznego i właściwości fizycznych, co jest konieczne dla stwierdzenia przydatności analizowanej substancji dla gospodarki surowcowej.

Na cały ten kompleks **Laboratorium Nauk o Ziemi i Inżynierii Mineralnej** składają się pracownie: izotopowa, chemii, geochemii i kosmochemii, geofizyki oraz mineralogii i petrologii.

Laboratorium odpowiada za określenie dokładnej charakterystyki fizyko-chemicznej wszelkich substancji mogących mieć znaczenie w gospodarce człowieka, począwszy od gazów, poprzez wody podziemne i powierzchniowe, aż po minerały i skały zarówno ziemskiego, jak i pozaziemskiego pochodzenia. Badania te pozwalają ostrzec przed zagrożeniami zdrowia i życia człowieka związanymi z korzystaniem z wody czy przebywaniem w atmosferze o składzie innym niż ziemski (np. w podziemnych wyrobiskach górniczych).



Dzięki wykorzystaniu m.in. różnorodnych spektrometrów, chromatografu gazowego, mikrosyndy czy mikroskopu oraz wielu innych urządzeń możliwa będzie analiza składu chemicznego gazów, składu chemicznego i właściwości fizycznych wody, a także uśrednionego składu chemicznego skał, minerałów i rud, oraz określenie w nanoskali zmian składu chemicznego materii ciał stałych (zwłaszcza minerałów i skał, ale także np. nowych materiałów).

Z kolei badania zawartości izotopów promieniotwórczych pozwalają na określenie narażenia na promieniowanie jonizujące związane z wykorzystaniem gazów, wód, skał i innych materiałów lub przebywaniem w ich sąsiedztwie. Możliwa będzie także dokładna charakterystyka składu chemicznego materiałów tworzonych w wyniku stosowania nowych technologii (w tym nanotechnologii) w inżynierii materiałowej.

Największy nacisk w badaniach jest położony na charakterystykę fizyko-chemiczną surowców, w tym także tych pozaziemijskich.

Część sprzętu będącego na wyposażeniu laboratorium to urządzenia przenośne umożliwiające wykonywanie wielu badań w terenie.

**Laboratorium Nauk
o Ziemi i Inżynierii
Mineralnej**



**Wydział Geoinżynierii,
Górnictwa i Geologii**

Zakład Geologii i Wód Mineralnych

dr hab. inż. **Tadeusz Przylibski**, prof. uczelni
(+ 48 71 320 68 12,
tadeusz.przylibski@pwr.edu.pl).

tualnych modeli symulacyjnych prezentujących i przetwarzających obiekty geoprzestrzenne (geologia, powierzchnia terenu, górnictwo) i inne. Są to niestandardowe studia i analizy w środowisku przestrzennego modelowania i projektowania. Może to być np. badanie wpływu wyboru modelu transportowego kopalni odkrywkowej na jej wyniki ekonomiczne, analiza skutków wariantowych scenariuszy polityki opodatkowania emisji CO₂ na wielkość zasobów węgla opłacalnych do eksploatacji czy zastosowania zbiorów rozmytych i symulacji warunkowej w generowaniu wyrobiska kopalni odkrywkowej.

Pracownia Modelowania i Analiz Geoprzestrzennych dysponuje m.in. hybrydowym mobilnym systemem skanowania laserowego, oprogramowaniem do teledetekcji i dronem. Dzięki temu wykonuje analizy przestrzenne GIS, opracowuje modele 3D obiektów oraz zjawisk w przestrzeni. Pozyskuje także i przetwarza dane fotogrametryczne oraz teledetekcyjne satelitarne, lotnicze i naziemne, m.in. z zastosowaniem bezzałogowych statków latających i mobilnego systemu skanowania laserowego. Opracowuje dane SAR i innych z misji Sentinel Europejskiej Agencji Kosmicznej m.in. na potrzeby ekspertyz i badań przestrzeni miejskiej, przyrodniczej i i terenów górniczych.

Aparatura pracowni może być więc wykorzystywana m.in. do skanowania naziemnego wewnątrz i na zewnątrz obiektów, stosowanego m.in. w architekturze, archeologii, kryminalistyce, budownictwie, drogownictwie, górnictwie, inżynierii środowiska czy energetyce. Ponadto do skanowania mobilnego dróg, sieci kolejowych, osiedli, wałów przeciwpowodziowych i innych obiektów, pomiarów profilów i przekrojów za pomocą wąskiej wiązki pomiarowej, pomiarów specjalistycznych obiektów infrastruktury drogowej, kolejowej, wodnej i innych, skanowania 3D wyrobisk naturalnych i sztucznych, pomiarów objętości: wyrobisk, hałd, składowisk, wałów, pomiarów zboczy i skarp oraz analizy stateczności, pomiarów linii energetycznych, skanowania 3D obszarów lotnisk i infrastruktury związanej z obsługą lotnisk oraz stanowisk archeologicznych i obiektów zabytkowych oraz skanowania lasów, parków, pomników przyrody i innych obiektów naturalnych.

W **Laboratorium Techniki Modelowania w Górnictwie** badania są prowadzone w sześciu pracowniach. W **Pracowni Wizualizacji VR z Akronimem MASSIW** naukowcy, korzystając ze specjalistycznego programu komputerowego (FlexSim z modułami: Floworks, OptQuest i EDEM), realizują prace studialne i analizy z zakresu budowy kompleksowych, wir-

Naukowcy, korzystając z laboratoryjnej aparatury, mogą też m.in. mapować pokrywę leśną i zmiany w lasach, zmiany w miastach na potrzeby monitorowania środowiska i planowania urbanistycznego oraz grunty rolne i wykrywać w nich zmiany w celu analizy stanu zdrowotnego upraw. Badacze są też w stanie m.in. pozyskiwać dane do trójwymiarowego modelowania przestrzeni, wykonywać inspekcje wizyjne budowli inżynierskich i panoramy 3D oraz monitorować przemieszczenia i deformacje budynków i konstrukcji budowlanych oraz ich otoczenia, głębokie wykopy i obiekty znajdujące się w ich sąsiedztwie, obiekty w trakcie próbnych obciążeń, przemieszczenia i deformacje obiektów inżynierskich: zapór, mostów, skarp, tuneli czy osuwisk oraz skarpy w kopalniach odkrywkowych.

Pracownia Badań Nieinwazyjnych Górników i Modelowania Numerycznego dysponuje stanowiskami do przestrzennych analiz numerycznych 3D i przetwarzania wyników nieinwazyjnych pomiarów terenowych oraz zestawami: georadarowym, do pomiarów grawimetrycznych i do pomiarów magnetycznych. Dzięki temu pracujący tam naukowcy mogą m.in. wykonywać analizy 2D i 3D stateczności podziemnych i odkrywkowych wyrobisk górniczych za pomocą metody elementów skończonych, projektować i dobierać obudowę górniczą w kopalniach podziemnych, a także systemy eksploatacji podziemnej, badać stanowiska dawnych robót górniczych (w tym poszukiwać reliktów dawnych wyrobisk górniczych), określać budowę złoża, wyznaczać jego zasięg i granice oraz lokalizację stref uskokowych, jak równie poszukiwać rozwarstwień, spękań, pustek i innych zaburzeń geologicznych w otoczeniu wyrobisk górniczych czy rozpoznawać tektonikę i budowę strukturalną skorupy ziemskiej do poszukiwań złóż surowców.

Pracownia Badań Materiałowych i Analiz Numerycznych została wyposażona w specjalistyczne oprogramowanie komputerowe, statyczną maszynę wytrzymałościową, pręt Hopkinsona, cyfrową kamerę szybką z serii Phantom (DIC) i skaner laserowy. Możliwe jest tam przeprowadzanie kompleksowych badań wytrzymałościowych skał (badania statyczne i dynamiczne) i budowa trójwymiarowych modeli numerycznych bazujących na metodzie elementów

skończonych, metodzie różnic skończonych i metodzie elementów odrębnych ME0. Natomiast maszyna wytrzymałościowa umożliwiła zadawanie obciążenia ściskającego do 4600 kN oraz 2300 kN rozciągającego, a sztywna rama pozwala na precyzyjną kontrolę badań. W praktyce wyniki badań wytrzymałościowych mogą być wykorzystywane m.in. w analizie numerycznej 3D dla oceny stateczności wyrobisk podziemnych (szczególnie tych na dużych głębokościach – poniżej 1200 m) oraz w ocenie stateczności skarp i nasypów w kopalniach odkrywkowych, pozwolą też np. na symulacje procesu wybierania złoża w skomplikowanych warunkach geologicznych-górnich. Pracownia może również m.in. prowadzić ciągły monitoring obiektów strategicznych czy wykonywać próbki laboratoryjne przeznaczone do badań wytrzymałościowych.

W ramach laboratorium działa także **Dolnośląskie Centrum Badań Reologicznych Skał**. Jego powstanie stworzyło zaplecze badawcze niezbędne przy budowie podziemnych zbiorników gazu i innych materiałów strategicznych (dla zakładów górniczych i przedsiębiorstw budowlanych przy projektowaniu i wykonawstwie wielkogabarytowych komór, pomieszczeń użytkowych i różnego rodzaju zbiorników o najwyższym stopniu odpowiedzialności i użytkowanych w długim okresie). Centrum dysponuje petzarkami jednoosiowymi, petzarką trójosiową i kompletem relaksometrycznym, co pozwala na prowadzenie badań długoterminowych (reologicznych), takich jak petzanie w stanie jedno- i trójosiowym oraz relaksacja naprężeń przy ustalonym odkształceniu.

Z kolei w **Pracowni Pomiarów Sejsmicznych** powstał prototyp stacji nasłuchu mikrosejsmicznego dla wczesnego ostrzegania przed zagrożeniem parasejsmicznym w kopalni podziemnej. Umożliwia on rozmieszczenie w obszarze górniczym kopalni układu polowych stacji sejsmicznych. Są one wyposażone w nadajnik radiowy i akumulatorowo-solarny system ciągłego zasilania. W budynku L-2 znajduje się natomiast stacja odbiorcza pracująca przez całą dobę. Sygnały ze stacji sejsmicznych, scalone przez specjalnie skonstruowane urządzenie integrujące, będą w sposób ciągły w czasie rzeczywistym analizowane przez dedykowane oprogramowanie komputerowe pod kątem stopnia zagrożenia wstrząsami parasejsmicz-



nyymi (górnicyzmi) infrastruktury kopalni podziemnych. W przypadku zidentyfikowania zagrożenia stacja nadawcza umieszczona w stacji nastuchu w budynku L-2 przekaże sygnał alarmowy do stacji sejsmicznej kopalni i do stacji ratownictwa górniczego, gdzie zostaną uruchomione procedury planu ratowniczego.

Laboratorium Techniki Modelowania w Górnictwie



Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Zakład Górnictwa

Kontakt

prof. **Jan Kudelko** (+48 71 320 68 79,
jan.kudelko@pwr.edu.pl).



Kolejne z laboratoriów - **Laboratorium Systemów Maszynowych w Górnictwie** tworzą cztery pracownie. **Pracownia Badań Napędów i Elementów Konstrukcyjnych Przenośników Taśmowych** jest wyposażona w stanowisko do badań oporów przeginięcia taśmy przenośnikowej na bębnie i zintegrowane stanowisko do badania podzespołów przenośnika taśmowego w zmiennych warunkach temperaturowych. Jej pracownicy mogą m.in. oceniać zgodność krążników z obowiązującymi normami, szacować poziom ich trwałości, badać składowe oporów ruchu przenośników taśmowych w zmiennych warunkach temperaturowych, sprawność układów napędowych oraz sprzężenia ciernego taśmy na bębnie napędowym.

Pracownia Robotyki Mobilnej Inspekcyjnej dysponuje nie tylko robotami inspekcyjnymi: kroczącym, latającym i kołowym, ale także odpowiednim sprzętem diagnostycznym, czyli miniaturowymi, o niskim poziomie poboru energii: mikrofonami, kamerą RGB, kamerą termowizyjną, systemem lokalizacji, systemem laserowej lokalizacji obiektu pod ziemią, systemami GPS lokalizacji obiektu i systemem wizyjny do rozpoznawania terenu. Pracownia oferuje badania dotyczące wykorzystania robotów mobilnych do zadań inspekcyjnych (maszyn, infrastruktury, środowiska

itd.), opracowywanie procedur misji inspekcyjnych z wykorzystaniem robotów mobilnych do diagnostyki obiektów w trudnych warunkach środowiskowych, opracowywanie procedur analizujących zebrane dane i usługi dotyczące wykonywania prac inspekcyjnych.

Pracownia Robotyzacji Procesów Technologicznych w Górnictwie została wyposażona w stanowisko, dzięki któremu może m.in. prowadzić symulacje procesów technologicznych w kopalni rud miedzi, badania laboratoryjne mające na celu doskonalenie oprogramowania do rozpoznawania obiektów i sterowania pracą robota, rozwijać metody rozpoznawania obrazów do oceny granulacji rudy miedzi i algorytmy sterowania ramieniem robota do wspomagania procedury rozbijania brył nadgabarytowych. Naukowcy mogą też służyć pomocą we wspomaganie procesu wiercenia otworów strzałowych, procesu kotwienia oraz tankowania paliwa dla maszyn samojezdnych, a także wspomaganie załadunku materiałów wybuchowych do otworów strzałowych.

Pracownia Monitorowania, Diagnostyki i Modelowania Maszyn Procesów i Środowiska dysponuje zestawem aparatury do monitorowania i diagnostyki maszyn (obiektów), procesów i środowiska kopalnianego. To m.in. mobilna kamera akustyczna, wielokanałowy system do rejestracji emisji akustycznej, system do wielokanałowej akwizycji drgań, wielokanałowy system do akwizycji danych sejsmicznych (XVZ), przenośny system do pomiaru parametrów fizjologicznych człowieka i oprogramowanie do analizy danych. Pracownia zajmuje się badaniami dotyczącymi diagnostyki maszyn, procesów i środowiska kopalnianego, akwizycją danych, opracowywaniem metod analitycznych, wykonywaniem analiz diagnostycznych i budowaniem modeli procesów na podstawie zarejestrowanych sygnałów

Laboratorium systemów maszynowych w górnictwie



Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Zakład Systemów Maszynowych

Kontakt

prof. **Lech Gładysiewicz**
(+48 71 320 68 93,
lech.gladysiewicz@pwr.edu.pl).



Wydział może też pochwalić się dwoma akredytowanymi laboratoriami, które działają w GEO-3EM.

Akredytowane Laboratorium Transportu Taśmowego oferuje m.in. kompleksowe badania kontrolne taśm przenośnikowych z rdzeniem tekstylnym i taśm z linkami stalowymi, badania wytrzymałości na zerwanie połączeń taśm przenośnikowych o pełnej ich długości oraz ekspertyzy o jakości wykonania połączenia, badania właściwości fizyko-mechanicznych mieszanek kauczukowych w tym m.in. wpływających na energochłonność taśm, badania tkanin i tworzyw sztucznych, badania dynamiczne w zakresie temperatur dodatnich i ujemnych, badania palności taśm przenośnikowych, gumy, tkanin i tworzyw sztucznych metodą płomieniową, cierną na bębnie, gorącej powierzchni i symulacji pożaru.

Akredytowane
laboratorium
transportu taśmowego



Wydział Geoinżynierii,
Górnictwa i Geologii
Zakład Systemów Maszynowych

Kontakt
prof. **Monika Hardygóra**
(monika.hardygora@pwr.edu.pl)

Natomiast Akredytowane Laboratorium Bezpieczeństwa Pracy prowadzi badania czynników szkodliwych w środowisku pracy: pyłu (frakcji wdychalnej i respirabilnej), włókien respirabilnych, stężenia krystalicznej krzemionki, hałasu, hałasu ultradźwiękowego i infradźwiękowego, emisji hałasu przemysłowego, drgań mechanicznych o działaniu ogólnym i miejscowym, badania emisji pyłu z instalacji przemysłowych, oświetlenia elektrycznego na stanowiskach pracy i wydatku energetycznego oraz obciążenia statycznego. Prognozuje także - metodami obliczeniowymi - emisję i imisję hałasu, pyłu przemysłowego oraz zanieczyszczeń gazowych (tlenek węgla, tlenki azotu, dwutlenek siarki, węglowodory aromatyczne i alifatyczne).

Akredytowane
laboratorium
bezpieczeństwa pracy



Wydział Geoinżynierii,
Górnictwa i Geologii
Zakład Górnictwa

Kontakt
mgr inż. **Michał Stopa**
(michal.stopa@pwr.edu.pl,
tel. 605 459 151)



Laboratorium transportu taśmowego



Na Wydziale Mechanicznym o nową aparaturę wzbogacili się trzy laboratoria - wszystkie z Katedry Inżynierii Pojazdów. **Laboratorium Dynamiki i Bezpieczeństwa Pojazdów** wykorzystuje do badań **manekina do testów zderzeniowych** odzwierciedlającego posturę mężczyzny. Służy on do szacowania obrażeń człowieka wywołanych gwałtownymi przeciążeniami. Jest wyposażony w czujniki przyspieszenia i położenia kątownego głowy, przyspieszenia odkształcenia klatki piersiowej oraz siły działającej na kolana.

Z kolei **kamera do rejestracji zjawisk szybkozmiennych** jest wykorzystywana do nagrań pokładowych, które - po przeanalizowaniu w oprogramowaniu TEMA Automotive - umożliwiają m.in. śledzenie nieograniczonej liczby punktów w jednej sesji czy automatyczne znajdowanie punktów do śledzenia na podstawie określonego wzorca referencyjnego. Jest tam również **bieżnia do testów saniowych**, czyli stanowisko składające się z wózka jeżdżącego po prowadnicach, który jest gwałtownie wypychany przez pneumatyczny układ napędowy. Maksymalne przeciążenie, jakie jest tam możliwe do uzyskania to 30g przy prędkości maksymalnej do 40 km/h.

Laboratorium ma także **symulator samochodu ciężarowego i autobusu**. To pełnowymiarowa kabina pojazdu ciężarowego zamontowana na robocie równoległym - heksapodzie, dzięki czemu porusza się ona i wychyla we wszystkich kierunkach. Stanowisko symuluje jazdę pojazdem w wirtualnym świecie, wyświetlając obraz na 240-stopniowym ekranie. Pozwala na sprawdzenie reakcji kierowcy w symulowanych scenariuszach takich jak: miasto, teren niezabudowany, autostrada czy na własnych trasach. Możliwe jest w nim zbadanie kierowcy w każdych warunkach drogowych: podczas padającego deszczu, śniegu, wiatru czy nadmiernego nasłonecznienia, a także z możliwością omińnięcia przeszkód takich jak inny pojazd - normalny lub uprzywilejowany, przebiegające przez ulicę dziecko czy zwierzę. Pozwala na sprawdzenie i przeszkolenie prawie każdej osoby - od kierowcy zawodowego, przez nastolatków, po osoby w podeszłym wieku, kobiety w ciąży, osoby z różnymi

schorzeniami medycznymi czy w trakcie testów medycznych po spożyciu danego leku. Stanowisko może być połączone z urządzeniem typu Eye-Tracker i z mobilnym aparatem EEG (dla sprawdzenia dokładnej reakcji kierowcy). To drugie urządzenie, nazywane także **encefalografem**, ma kształt czepek, który zakłada się na głowę badanego i rejestruje za pomocą elektrod czynnościowe prądy mózgu. Może służyć do badań reakcji kierowcy podczas symulowanych zdarzeń oraz w neuromarketingu, badaniu sportowców, psychologii behawioralnej, zachowaniu konsumenta czy w rehabilitacji. Natomiast wspomniany **Eye-Tracker** jest urządzeniem do monitorowania uwagi wzrokowej. Umożliwia tworzenie ścieżek śledzenia wzroku i map cieplnych wskazujących precyzyjnie, na jakie punkty patrzy badana osoba. Położenie wzroku jest rejestrowane z częstotliwością 60 razy na sekundę.

Laboratorium Dynamiki i Bezpieczeństwa Pojazdów



Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Pojazdów

Kontakt

dr inż. **Aleksander Górnika**

(aleksander.gorniak@pwr.edu.pl,
+48 71 347 79 18),

mgr inż. **Monika Magdziak-Tokłowicz**

(monika.magdziak-toklowicz@pwr.edu.pl,
+48 71 347 79 18).



Zkolei do **Laboratorium Badań i Eksploatacji Pojazdów** trafił m.in. **mobilny zestaw analizatorów spalin PEMS**, który pozwala na prowadzenie badań silników spalinowych i układów hybrydowych zgodnie z najnowszymi i archiwalnymi regulacjami prawnymi, umożliwiając pomiar emisji spalin wraz z pomiarem natężenia ich przepływu i zużycia energii elektrycznej. Ze względu na jego kompaktowy rozmiar badania mogą być prowadzone w pojazdach osobowych, ciężarowych, maszynach roboczych, generatorach, jednostkach pływających i lokomotywach.



Laboratorium dynamiki i bezpieczeństwa pojazdów

Laboratorium wyposażono też w **hamownię podwoziową MAHA MSR 1050**, którą wykorzystuje się do oceny: zużycia paliwa silników spalinowych lub energii elektrycznej oraz emisji spalin. Umożliwia też badania trwałościowe silników spalinowych, układów hybrydowych i napędów elektrycznych. Z kolei **komora niskich i wysokich temperatur** pozwala na pomiary w zakresie temperatur $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ wraz z regulacją wilgotności i symulacją nasłonecznienia (do 1000 W/m^2). W komorze możliwe jest prowadzenie badań kompletnych pojazdów i testowanie komponentów w skrajnych warunkach klimatycznych, przeprowadzanie testów gradientowych oraz badań emisyjnych i imisyjnych.

Laboratorium ma także **stanowiska symulacji ruchu pojazdu do oceny zdarzeń drogowych z pełnym oprogramowaniem**. Zapewniają one komputerową symulację ruchu i zdarzeń drogowych, umożliwiając opis, symulację ruchu i zderzenia pojazdów, odbywające się zgodnie z zasadami dynamiki w przestrzeni trójwymiarowej z uwzględnieniem tzw. opisu złożonego. Możliwe jest więc ustalenie prędkości pojazdów w chwili zderzenia w celu odtworzenia kolejności przebiegu zdarzenia. Pozwoli to na odtworzenie kolejności przebiegu zdarzenia drogowego.

W laboratorium badacze mogą także korzystać z **aparatury pomiarowej opartej na systemach nawigacji satelitarnej**, która pozwala na pomiar w czasie rzeczywistym przyspieszenia pojazdu, jego wychylenia, przeciążenia, a nawet monitoruje temperaturę tarczy hamulcowej lub naprężenie amortyzatorów. Można ją szybko i bezinwazyjnie zamontować w dowolnym pojeździe i wykonać pomiary wraz z pełną analizą przypadku niezależnie od warunków atmosferycznych.

Laboratorium Badań i Eksploatacji Pojazdów



Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Pojazdów

Kontakt

mgr inż. **Radosław Włostowski**
(radoslaw.wlostowski@pwr.edu.pl,
+48 71 347 79 18, 503 024 483),

mgr inż. **Jędrzej Matla** (jedrzej.matla@pwr.edu.pl,
+48 71 347 79 18),

dr inż. **Wojciech Ambroszko**
(wojciech.ambroszko@pwr.edu.pl,
+48 71 347 79 18)



sondami prądowymi i komputerowym zestawem programowalnych procesorów.

Trzecią jednostkę - **Laboratorium Mechatroniki i Inspekcji Ciepłej Pojazdów** - wyposażono w **stację lutowniczą** do standardowego lutowania i rozlutowywania grotem układów elektronicznych oraz **stację lutowniczą na gorące powietrze**, która jest przeznaczona do wykonywania i naprawy układów elektronicznych wyposażonych w komponenty SMD i BGA. Laboratorium dysponuje także **multimetrami stacjonarnymi, zasilaczami laboratoryjnymi, generatorem arbitralnym, analizatorem widma, zestawem sond do badania pola bliskiego, oscyloskopami,**

**Laboratorium
Mechatroniki
i Inspekcji Ciepłej Pojazdów**



**Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Pojazdów**

Kontakt

dr hab. inż. Radosław Wróbel

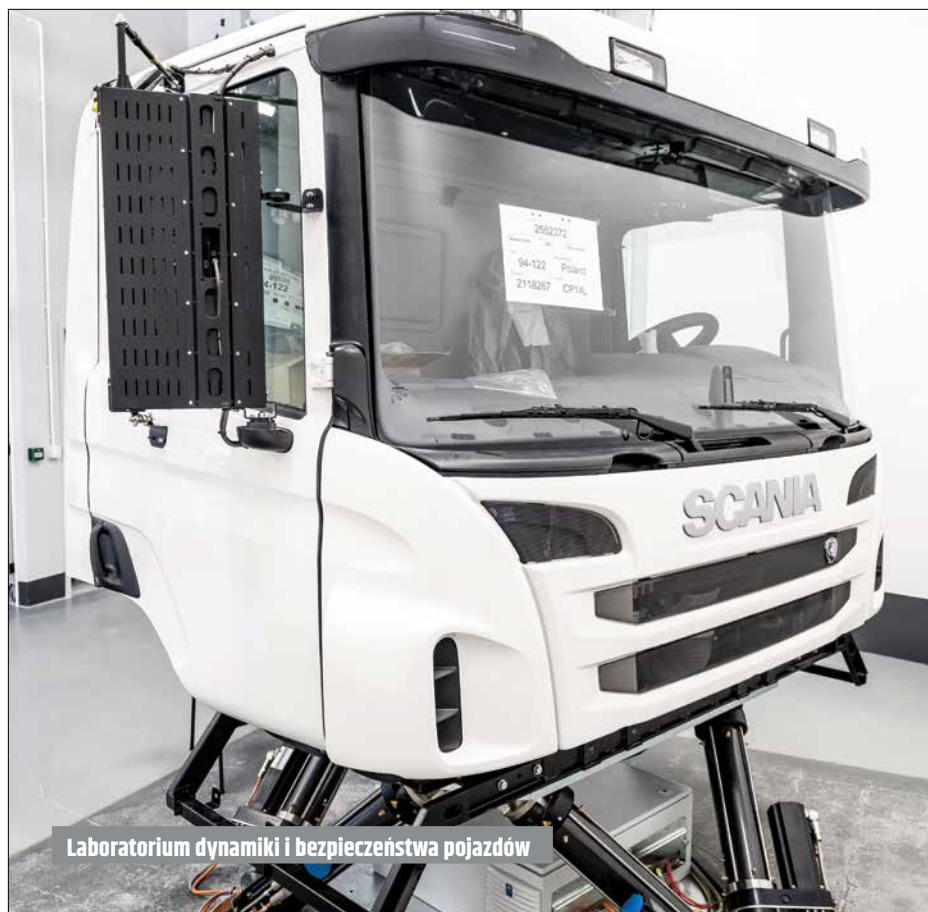
(radoslaw.wrobel@pwr.edu.pl, +48 71 347 79 18),

dr inż. Konrad Krakowian

(konrad.krakowian@pwr.edu.pl, +48 71 347 79 18),

inż. Mateusz Kupski

(mateusz.kupski@pwr.edu.pl, +48 71 347 79 18).



Laboratorium dynamiki i bezpieczeństwa pojazdów



Politechnika Wroclawska



Fundusze Europejskie
Program Regionalny



**DOLNY
ŚLĄSK**

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego

