Instytut Maszyn Przepływowych PAN
w Gdańsku

Centrum Badawcze KEZO w Jabłonnie

Konwersja Energii i Źródła Odnawialne

Centrum Badawcze IMP PAN
KEZO w Jabłonnie

www.imp.gda.pl
www.kezo.pl



Zakład Energetyki Rozproszonej i OZE

Prof. dr hab. inż. Jan Kiciński czł. kor. PAN - Kierownik Zakładu

Prof. dr hab. inż. Jan Kiciński, członek korespondent PAN, jest Kierownikiem Zakładu Energetyki Rozproszonej i OZE w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku. Wcześniej przez kilka kadencji pełnił funkcję dyrektora i zastępcy dyrektora ds. naukowych tego instytutu. Był kierownikiem kilku wysokobudżetowych, ogólnokrajowych projektów badawczych z zakresu eko-energetyki i nowych technologii OZE. Jest doktorem honoris causa Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.



Był Kierownikiem Projektu: "Budowa Centrum Badawczego PAN - Konwersja Energii i Źródła Odnawialne". W efekcie powstało największe i najnowocześniejsze tego typu Centrum w kraju i jedno z trzech w Europie. Jest laureatem m. in. National Energy Globe Awards (najbardziej prestiżowa międzynarodowa nagroda z dziedziny ochrony środowiska pod patronatem UNESCO i UNEP), Nagrody Premiera I stopnia za osiągnięcia Naukowo-Techniczne oraz Nagrody Badawczej Siemensa.

e-mail: kic@imp.gda.pl, tel. kom. 601685202



Instytut powołano w roku 1956 do prowadzenia badań podstawowych w dziedzinie podstaw działania, projektowania i budowy maszyn służących do konwersji energii w przepływach. Obecnie w Instytucie są prowadzone prace badawcze w zakresie: mechaniki płynów, przepływów wielofazowych, termodynamiki i wymiany ciepła, spalania, fizyki plazmy, techniki laserowej, mechaniki maszyn, mechaniki struktur inteligentnych, diagnostyki technicznej, tribologii, aerosprężystości oraz innych obszarów z zakresu dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych.

W swojej strukturze Instytut posiada pięć ośrodków dzielących się na 19 zakładów naukowych oraz Centrum Badawcze PAN w Jabłonnie. Oprócz badań podstawowych, Instytut oferuje usługi badawcze dotyczące praktycznych problemów inżynierskich w zakresie: turbin i mikroturbin, pomp, sprężarek, wentylatorów, śrub okrętowych, odnawialnych źródeł energii, projektowania maszyn i urządzeń, obliczeń i ekspertyz technicznych, konstrukcji unikatowego wyposażenia i aparatury pomiarowej. Instytut prowadzi również własną oficynę wydawniczą pn. Wydawnictwo IMP PAN.

W wyniku ostatniej ewaluacji jakości działalności naukowej za lata 2017–2021 Instytut uzyskał najwyższą kategorię naukową A+, która potwierdza najwyższy poziom prowadzonych badań i prac rozwojowych. Instytut posiada uprawnienia do nadawania stopni doktora i doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

IMP PAN jest instytutem badawczym finansowanym przez państwo, ale otwarty jest również na inne źródła finansowania, w tym ubieganie się o dotacje w polskich i europejskich projektach badawczych i rozwojowych. Działalność Instytutu jest w pełni zgodna z nowymi przepisami europejskimi dotyczącymi energetyki.

Motto Instytutu: Połączenie badań podstawowych i stosowanych

Skupiamy się na wysokiej wydajności rozproszonej kogeneracji ciepła i energii elektrycznej oraz stymulowaniu high-tech i nowoczesnych technologii w polskim przemyśle. Pracujemy nad nowymi zagadnieniami związanymi z mikroturbinami, kotłami, konwersją biogazu, energią słoneczną i energią wiatru. Co drugi naukowiec pracujący w Instytucie zdobywa każdego roku jeden projekt we współpracy z przemysłem, jest to najwyższy wskaźnik wśród wszystkich instytutów PAN.

Dyscypliny reprezentowane w Instytucie:

- konwersja energii w przepływach
- rozproszone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej na małą skalę w oparciu o odnawialne źródła energii
- technologie kogeneracyjne, magazynowanie energii, turbiny wiatrowe, turbiny wodne, technologie plus energetyczne
- fotowoltaika
- diagnostyka turbin parowych
- mechanika maszyn (analiza komputerowa, wibracje, dynamika wirników, diagnostyka oparta o modelowanie, systemy eksperckie)
- wysokotemperaturowa gazyfikacja oraz kogeneracja gaz/syngaz
- aerodynamika i lotnictwo, nowe materiały, monitorowanie stanu i inteligentne struktury
- inżynieria plazmy i laserów
- nanomateriały
- małoskalowe elektrownie wodne

Centrum Badawcze IMP PAN

w Jabłonnie

Konwersja Energii i Źródła Odnawialne

Centrum jest najnowocześniejszym w Polsce i jednym z najnowocześniejszych w Europie zespołem laboratoriów badawczych zajmujących się wykorzystaniem energii odnawialnej. Stanowi zaplecze laboratoryjne pozwalające na realizację własnych projektów badawczych IMP PAN oraz projektów realizowanych wspólnie z innymi placówkami naukowymi PAN, wyższymi uczelniami jak również jednostkami badawczo-rozwojowymi blisko związanymi tematycznie i posiadającymi bogate doświadczenie w zakresie konwersji energii ze źródeł odnawialnych.

Do głównych zadań Centrum należy prowadzenie m.in. prac badawczych dotyczących: strategii rozwoju nowych źródeł energii, odnawialnych i niekonwencjonalnych źródeł energii, biopaliw, ekologicznych skutków konwersji energii, a także wdrażanie nowych technologii z obszaru nowych i odnawialnych źródeł energii oraz magazynowania energii.





Infrastruktura naukowo-badawcza Centrum Badawczego IMP PAN "Konwersja Energii i Źródła Odnawialne" składa się z pięciu tematycznie spójnych laboratoriów badawczych:

- L1 Laboratorium Technik Słonecznych,
- L2 Laboratorium Mikrosiłowni Kogeneracyjnych,
- L3 Laboratorium Energetyki Wiatrowej,
- L4 Laboratorium Inżynierii Bezpieczeństwa Energetyki,
- L5 Zintegrowane Laboratorium plus energetyczne.

Laboratorium ogniw fotowoltaicznych i kolektorów słonecznych


Stanowisko do badań degradacji paneli w świetle UV

Laboratorium Ogniw Fotowoltaicznych i Kolektorów Słonecznych jest poświęcone badaniom pojedynczych ogniw fotowoltaicznych a także całych paneli słonecznych i układów solarno-termicznych (kolektorów) w obecności promieniowania wytwarzanego przez symulator słoneczny. Laboratorium jest wyposażone w wysokiej jakości symulatory słoneczne klasy AAA, urządzenie do pomiaru wydajności kwantowej oraz system do symulacji degradacji zachodzącej pod wpływem promieniowania UV.


Badania kolektorów słonecznych

Wielkopowierzchniowy symulator słoneczny dostarczony przez firmę Eternal Sun jest pierwszym tego typu symulatorem w Polsce i jednym z kilku w Europie, który generuje ciągłe i jednorodne promieniowanie identyczne z naturalnym widmem słonecznym. Urządzenie to zostało uznane w 2015 przez PV Magazine jako najbardziej zaawansowana technologia fotowoltaiczna na świecie. Układ ten pozwala również na dokonywanie pomiarów dla ogniw trzeciej generacji, które charakteryzują się tzw. efektem wysycenia ładunku elektrycznego.


Laboratoryjny symulator słoneczny


System do badania wydajności kwantowej i charakterystyk spektralnych


Pierwszy w Polsce wielkoskalowy symulator słoneczny klasy AAA

W laboratorium przeprowadzane są następujące pomiary:

- pomiar charakterystyki I–V dla paneli PV o maksymalnych rozmiarach 1,5 x 2 m^2 podczas ciągłego oświetlania (AM0 lub AM1.5), dla różnych kątów nachylenia panelu względem źródła światła, wyznaczenie parametrów ogniwa: I_{sc}, I_{mp}, V_{oc}, V_{mp}, FF, P_{max}, wydajność fotokonwersji, R_{series}, R_{shunt},
- charakterystyka I–V pojedynczych ogniw fotowoltaicznych o maksymalnych wymiarach 16 x 16 cm^2 podczas ciągłego oświetlania oraz wyznaczenie parametrów ogniwa,
- testy starzeniowe paneli fotowoltaicznych pod wpływem promieniowania UV,
- charakterystyka odpowiedzi spektralnej (wewnętrzna i zewnętrzna wydajność kwantowa) ogniwa fotowoltaicznego w zakresie 200 – 1100 nm,
- testy kolektorów słonecznych.

Laboratorium badań pomp ciepła

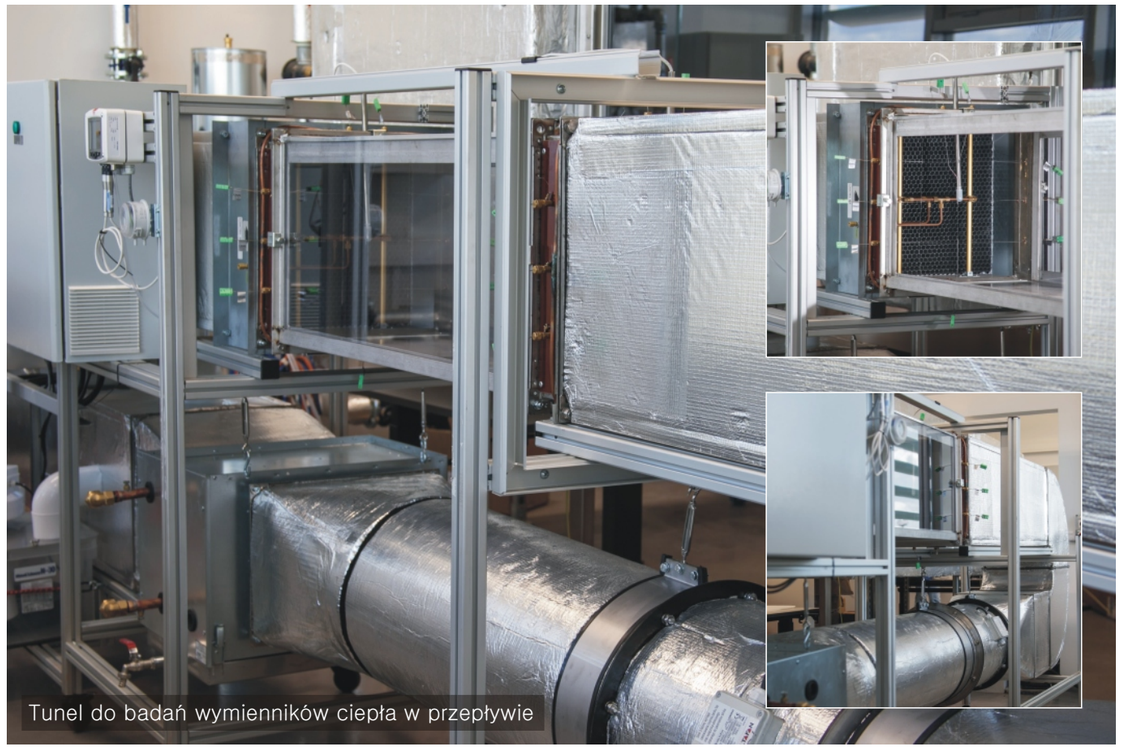
Stanowisko pozwala na wszechstronne badania układów chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła w warunkach stacjonarnych i dla obciążeń zadawanych dynamicznie dla szerokiego zakresu parametrów pracy. Ze względu na swoją specyfikę stanowisko nadaje się w szczególności do wszelkich prac badawczych mających na celu wielokryterialną optymalizację urządzeń.



Panele fotowoltaiczno
-termiczne (PVT)



Stanowisko do
badań pomp ciepła



Tunel do badań wymienników ciepła w przepływie

Przykładowe badania możliwe do realizacji na stanowisku:

- badania współpracy pompy ciepła z układem czterech ogniw fotowoltaiczno – termicznych w warunkach oświetlenia naturalnego dla zadawanych obciążeń cieplnych od strony górnego źródła,
- badania pracy czterech ogniw fotowoltaiczno – termicznych w warunkach oświetlenia naturalnego przy pracy z pompą nośnika ciepła zasilaną z ogniwa,
- badania pracy pomp ciepła typu ciecz–ciecz, powietrze–ciecz, ciecz–powietrze, powietrze–powietrze dla różnych obciążeń cieplnych w zakresie do 16 kW, dla warunków statycznych zgodnie z normą PN–EN 14511, oraz dla obciążeń dynamicznych,
- badania pracy urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych dla różnych obciążeń cieplnych w zakresie do 16 kW, dla warunków statycznych zgodnie z normą PN–EN 14511, oraz dla obciążeń dynamicznych,
- badania pomp ciepła, urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych o zmiennej, regulowanej wydajności, wieloparametryczna optymalizacja urządzeń, optymalizacja systemów sterowania i automatyki urządzeń,
- badania sprężarek chłodniczych,
- badania wymienników ciepła.

Stanowisko posiada precyzyjnie regulowane obciążenie cieplne co umożliwia osiągnięcie wysokich dokładności i stabilności parametrów pomiarowych. Obciążenia cieplne posiadają separowany dokładny system pomiarowy do określania wydajności cieplnej.

Laboratorium badań struktur przepływu w systemach wymienników ciepła oraz elektrofiltrów

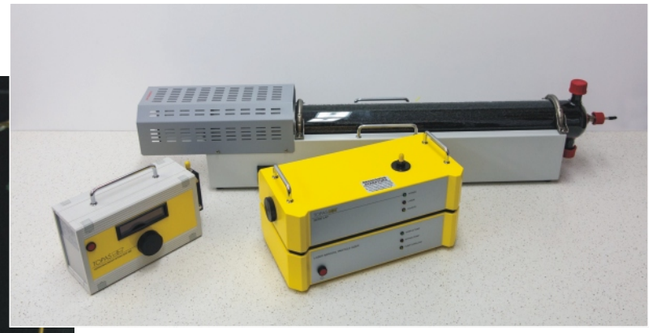
Stanowisko pozwala na wszechstronne badania skuteczności pracy i podstaw fizycznych procesów zachodzących podczas elektryzowania i usuwania zanieczyszczeń pyłowych (popiołów lotnych) z przepływu, w szczególności dla źródeł rozproszonej energetyki biomasowej.



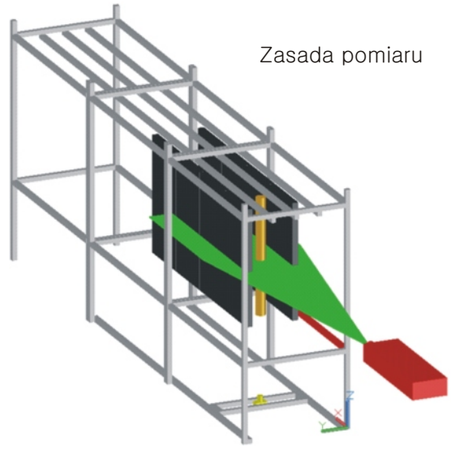
Tunel pomiarowy do badań struktur przepływu



Wizualizacja struktur przepływu pomiędzy układem elektrod zbiorczych



Miernik rozkładu wielkości cząstek LAP 322



Zasada pomiaru

Ze względu na swoją specyfikę stanowisko umożliwia:

- badania struktur opływu oraz wymiany ciepła dla wymienników typu powietrze–ciecz,
- badania struktur opływu wymienników powietrze–powietrze,
- pomiar skuteczności pracy całej ścieżki jak i pojedynczych elektrod oraz ich poszczególnych obszarów,
- wizualizacje rozkładów pól prędkości w obszarach międzyelektrodowych, w obszarach wokół powierzchni elektrod,
- pomiary natężenia prądu dopływającego do poszczególnych obszarów elektrod zbiorczych.

Stanowisko umożliwia pomiary dla składu gazu odpowiadającego rzeczywistemu (symulatory gazów odlotowych) oraz dla pyłów pochodzących z rzeczywistych źródeł (system wprowadzania pyłów do przepływu). Stanowisko umożliwia również pracę w zakresie napięć odpowiadającym rzeczywistym napięciom (100kV) przykładanym do elektrod wyładowczych oraz w rzeczywistych szerokościach ścieżek (odległości międzyelektrodowe w zakresie od 400 mm do 500 mm).

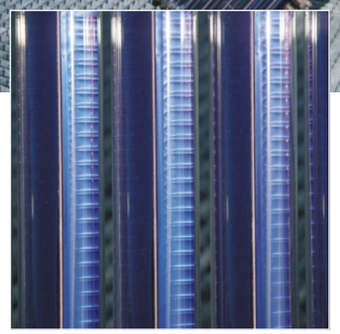
Stanowisko jest również przystosowane do badania popiołów lotnych pochodzących ze spalania paliw biomasowych jak i specjalnych (np. odpadów). Zastosowany zamknięty obieg gazu zabezpiecza pracowników jak i obszar laboratorium przez szkodliwym wpływem popiołów lotnych i symulatorów gazów spalinowych.

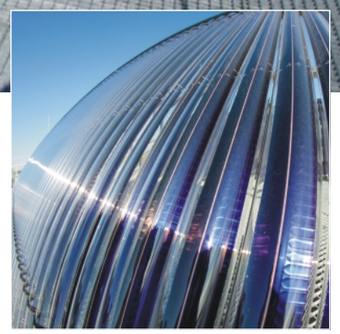
Laboratorium materiałów zmiennofazowych i magazynów ciepła

Laboratorium umożliwia badania nad magazynami ciepła z materiałami PCM (ang. phase change material). Wyposażone jest w uniwersalne stanowisko eksperymentalne do badań magazynów energii cieplnej z przemianą fazową (dedykowanych dla układów wykorzystujących OZE). W skład stanowiska wchodzą zespoły obciążeń cieplnych magazynów oraz 6 różnych konstrukcji magazynów ciepła z materiałem PCM. Układy obciążenia cieplnego o mocy do 32kW pozwalają na zasilenie i odbiór ciepła z magazynu cieczą o temperaturze do 310°C przy pomocy wysokotemperaturowego oleju termalnego. Do pracy przy niższych parametrach od −20°C do 90°C wykorzystywany jest obieg wodnego roztworu glikolu. Układ wyposażony jest również w dedykowany system chłodzenia o mocy cieplnej 60kW. Stanowisko posiada system sterowania pozwalający na precyzyjną regulację charakterystyk parametrów zasilania i odbioru ciepła z magazynu, a tym samym dokładną analizę jego ładowania i rozładowywania. Laboratorium stwarza możliwość realizacji badań w dziedzinie magazynowania energii cieplnej z wykorzystaniem materiałów zmiennofazowych w sposób kompleksowy – w postaci chłodu, czyli poniżej 0°C oraz w postaci ciepła wysokotemperaturowego, czyli aż do 300°C.



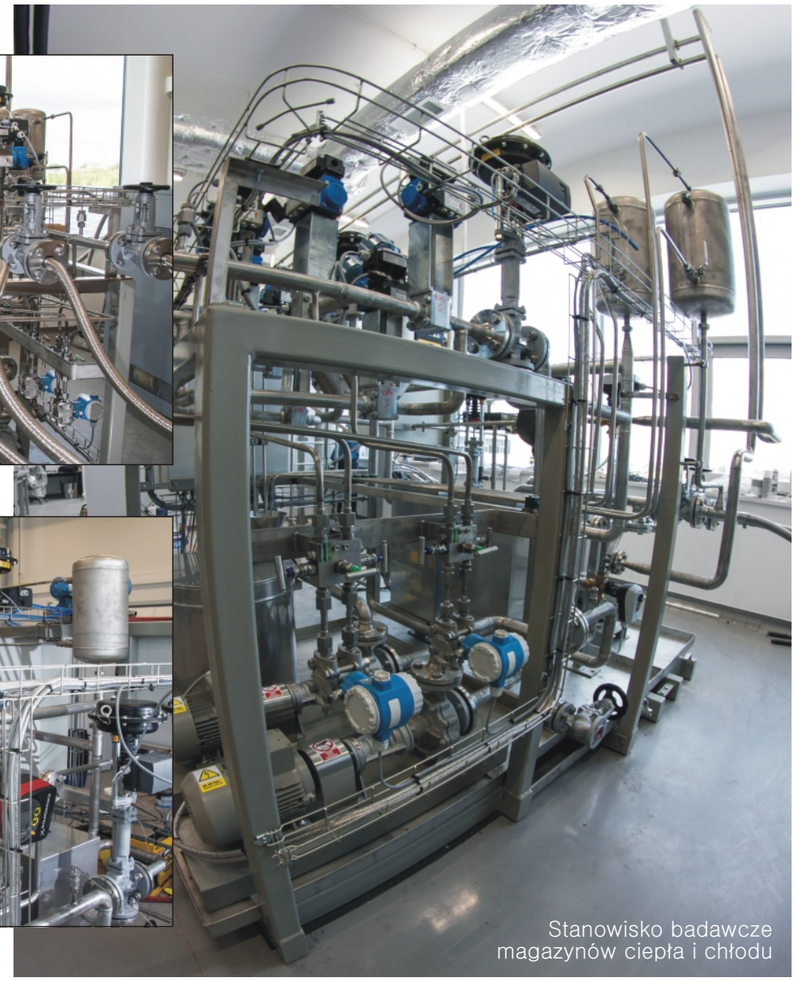
Zestaw kolektorów słonecznych – jedno ze źródeł ciepła dla laboratorium PCM











Stanowisko badawcze magazynów ciepła i chłodu

Zakres prac badawczych możliwych do realizacji w Laboratorium:

- badania prototypowych magazynów ciepła z przemianą fazową na dedykowanym, uniwersalnym stanowisku,
- badania zarówno magazynów wysokotemperaturowych (>100°C) jak i niskotemperaturowych,
- badania "magazynów chłodu" (<0°C),
- badania nad czynnymi i biernymi systemami magazynowania,
- analizy możliwości zwiększenia współczynników przewodzenia ciepła materiałów zmiennofazowych,
- analizy możliwości poprawy własności cieplno przepływowych w magazynach ciepła z przemiana fazową,
- badania nietypowych czynników do zastosowań w magazynach ciepła: czynniki chłodnicze, rozpuszczalniki.

Laboratorium mikrosiłowni ORC

Zespół stanowisk laboratorium stanowi część Laboratorium mikrosiłowni kogeneracyjnych i kotłów ekologicznych L2. Laboratorium wyposażone jest w wysokiej jakości aparaturę kontrolno pomiarową pozwalającą na precyzyjne badania zjawisk cieplno-przepływowych, różnych konfiguracji obiegów cieplnych oraz urządzeń. W skład laboratorium wchodzi kilka stanowisk demonstracyjno – badawczych: stanowisko do badań prototypu mikrosiłowni kogeneracyjnej ORC, stanowisko do badania mikroturbin i współpracy z magazynem energii oraz modułowe stanowisko do badania obiegów termodynamicznych.



System do podgrzewania oleju – 300kWt/350°C

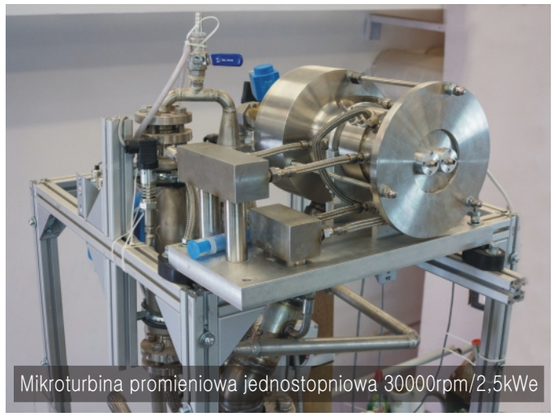
Laboratorium posiada wydajne źródło ciepła w postaci kotła z olejem wysokotemperaturowym o mocy 300kWt i temperaturze max. 350°C z precyzyjnym układem regulacji temperatury i trzema punktami dostawy. Odbiór ciepła z układów badawczych zapewniony jest przez instalacje chłodzące pozwalające na wykorzystanie ciepła do celów grzewczych lub zasilenia magazynów ciepła. Stanowiska laboratorium wykorzystywać będą również infrastrukturę kolektorów słonecznych, magazynów ciepła oraz produkcji chłodu.



Mikrosiłownia podczas prac testowych



Mikroturbina promieniowa czterostopniowa 24000rpm/2kWe



Mikroturbina promieniowa jednostopniowa 30000rpm/2,5kWe

Nowoczesne wyposażenie Laboratorium umożliwia realizację następującego zakresu prac badawczych:

- analiza procesów wymiany ciepła i ich dynamiki dla różnych typów wymienników ciepła o mocach od kilku kWt do 300kWt,
- badania mikroturbin pracujących w układach ORC o mocach do 50kWe,
- badania układów kogeneracyjnych i trigeneracyjnych do produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu,
- analiza możliwości wykorzystania ciepła odpadowego z procesów technologicznych i opracowanie obiegów ORC wykorzystujących ciepło niskotemperaturowe do produkcji energii elektrycznej,
- analiza obiegów termodynamicznych przy wykorzystaniu nietypowych czynników roboczych,
- analiza metod poprawy efektywności energetycznej układów kogeneracyjnych i trigeneracyjnych,
- opracowanie zintegrowanych układów hybrydowych ORC z wykorzystanie magazynów ciepła z przemianą fazową i kolektorami słonecznymi,
- Analiza i modelowanie zjawisk termodynamicznych w układach kogeneracyjnych i poligeneracyjnych

Laboratorium diagnostyki i analizy środowiskowej

Prace badawcze prowadzone w laboratorium diagnostyki i analizy środowiskowej związane są z szeroko pojętą diagnostyką instalacji służących produkcji energii z OZE jak również innych instalacji przemysłowych.

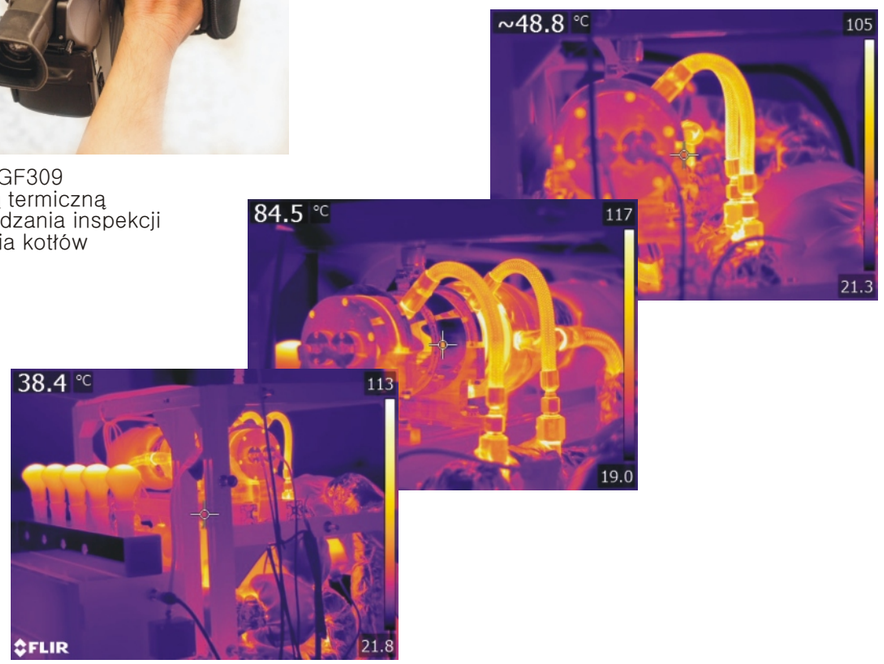
W skład wyposażenia laboratorium wchodzi zestaw wysokiej klasy kamer termowizyjnych, a także sprzęt do prowadzenia analiz dużych obszarów (np. farm fotowoltaicznych) z lotu ptaka w postaci drona przystosowanego do przenoszenia kamer.



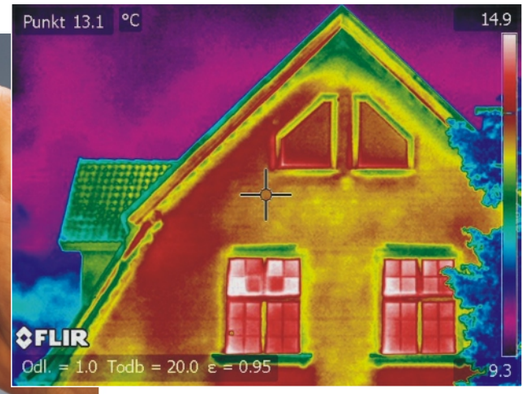
Kamera FLIR GF320
– do wykrywania wycieków gazów



Kamera FLIR GF309
wraz z osłoną termiczną
do przeprowadzania inspekcji
komór spalania kotłów







Kamera termowizyjna FLIR T420sc



Przenośny miernik
natężenia dźwięku



Kamera akustyczna

Badania jakie prowadzi laboratorium to:

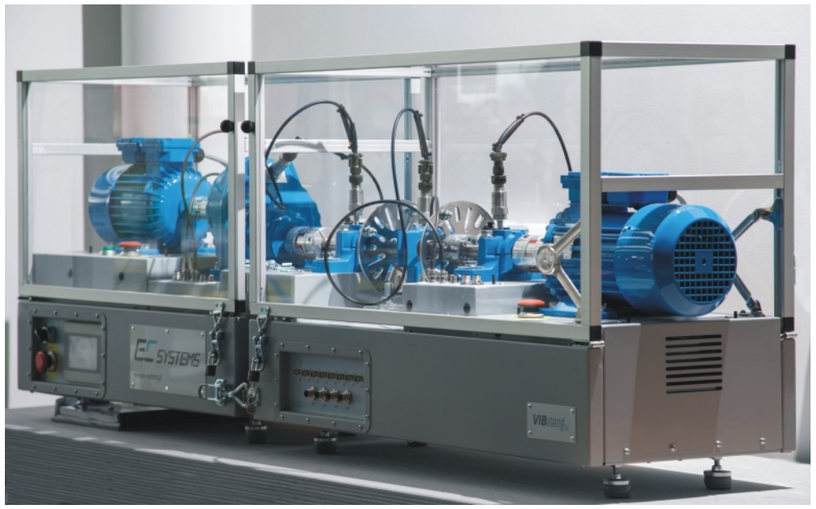
- opracowanie nowych metod pomiarowych i diagnostycznych wykorzystujących możliwości obserwacji trudno dostępnych lokalizacji oraz dużych obszarów z powietrza (diagnostyka elektrowni wiatrowych, farm fotowoltaicznych, instalacji kolektorów słonecznych, rozległych instalacji energetycznych, rurociągów przesyłowych, itp.),
- przeprowadzanie analiz dotyczących strat energii cieplnych w budynkach mieszkalnych jak i obiektach przemysłowych,
- analizy termiczne instalacji ciepłowniczych zarówno naziemnych jak i podziemnych (szybka identyfikacja i lokalizacja strat na dużych obszarach). Możliwość przeprowadzania powyższej analizy pozwala na prowadzenie prac badawczych dotyczących powstawania uszkodzeń instalacji ciepłowniczych,
- monitorowane sprawności cieplnych rozległych instalacji przemysłowych,
- prowadzenie prac badawczych poświęconych eksploatacji paneli fotowoltaicznych na farmach słonecznych (szybka lokalizacja awarii ogniw prowadzących do znaczących strat w produkcji energii w farmach na dużej przestrzeni),
- terenowe analizy natężenia dźwięku.

Laboratorium mikro-wirników i łożysk dla mikrosiłowni kogeneracyjnych

W laboratorium będą prowadzone badania i prace rozwojowe dotyczące małogabarytowych, wysokoobrotowych wirników, które są stosowane w różnego typu mikroturbinach energetycznych. Badania będą dotyczyły zarówno optymalizacji konstrukcji, zagadnień materiałowych jak i badań eksploatacyjnych. Rozwijane będą również nowe, niekonwencjonalne metody łożyskowania. Celem prowadzonych prac będzie opracowanie nowych rozwiązań i technologii dedykowanych do nowoczesnych mikroturbin energetycznych, stosowanych coraz powszechniej w małych układach kogeneracyjnych.

Najważniejsze elementy wyposażenia laboratorium:

- stanowisko do badania mikroturbin gazowych,
- stanowisko do badania mikroturbin parowych,
- stanowisko do badania silników Stirlinga,
- stanowisko do badania generatorów prądu,
- uniwersalne stanowisko do badania układów wirujących,
- ultraszybka kamera (do 1 000 000 fps),
- precyzyjne wyważarki wirników wraz z wysokoobrotową doważarką,
- wielokanałowy system pomiarowy wraz z zestawem precyzyjnych czujników,
- przenośne przyrządy do oceny stanu technicznego maszyn oraz laserowego osiowania wałów.



Uniwersalne stanowisko do badania układów wirujących



Stanowisko do badania mikroturbin parowych

Stanowisko do badania silników Stirlinga



Stanowisko do badania generatorów prądu





Stanowisko do badania mikroturbin gazowych

Oferta laboratorium:

- ocena stanu dynamicznego i diagnostyka techniczna maszyn energetycznych,
- projektowanie i badania maszyn przepływowych (np. mikroturbin parowych),
- wyważanie i osiowanie wirników,
- analiza modalna (eksperymentalna i komputerowa),
- badania zjawisk szybkozmiennych przy użyciu ultraszybkiej kamery,
- analizy strukturalne, cieplne, przepływowe i sprzężone (FSI),
- dobór i optymalizacja systemów łożyskowania,
- projektowanie i budowa stanowisk badawczych.

Laboratorium biopaliw i termicznego przetwarzania biomasy

Laboratorium umożliwia prowadzenie badań nakierowanych na rozwój ekologicznych innowacyjnych technologii konwersji energii opartych na biomasie i odpadach biodegradowalnych, przy jednoczesnym zachowaniu wymogów ochrony środowiska. Wyposażenie obejmuje m.in. urządzenia do produkcji biopaliw oraz układy do produkcji ciepła i prądu, które mają służyć badaniom w obszarze:

- zagadnień pirolizy, zgazowania i spalania, w zakresie skal od pojedynczej cząstki po złoże cząstek charakterystyczne dla urządzeń technicznych,
- aspektów utylizacji biomasy i odpadów na cele energetyczne, przy uwzględnieniu analiz chemicznych substratów i produktów,
- metod oczyszczania gazu generatorowego ze smół i cząstek stałych,
- projektowania i optymalizacji urządzeń systemów wytwarzania energii (reaktory do pirolizy, zgazowarki, kotły, instalacje oczyszczania syngazu),
- projektowania wysokotemperaturowych wymienników ciepła.


Komora spalania biomasy


Wymiennik ciepła


Piec rurowy


Reaktor katalityczny do oczyszczania syngazu


Reaktor pirolityczny


Reaktor do badań pirolizy pojedynczej cząstki w przepływie


Spektrometr EDX

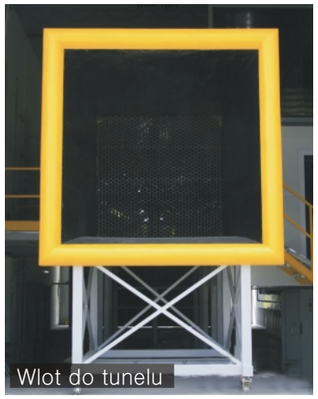

Chromatograf gazowy

Działalność laboratorium obejmuje m.in.:

- rozwój metod analitycznych,
- projektowanie małych instalacji wytwarzania wysokiej jakości syngazu z biomasy,
- projektowanie układów skojarzonej produkcji ciepła i prądu utylizujących odpady komunalne,
- badania eksperymentalne paliw alternatywnych, w tym odpadów niebezpiecznych, pod kątem ich wykorzystania na cele energetyczne,
- pobieranie próbek paliw, biopaliw, biokomponentów, wody, ścieków i gleby,
- analizy chemiczne paliw i biopaliw (np. skład paliw gazowych i ciekłych, pełna analiza pierwiastkowa),
- pomiary właściwości paliw,
- teoretyczne i numeryczne analizy procesów cieplno-przepływowych w reaktywnych złożach granularnych.

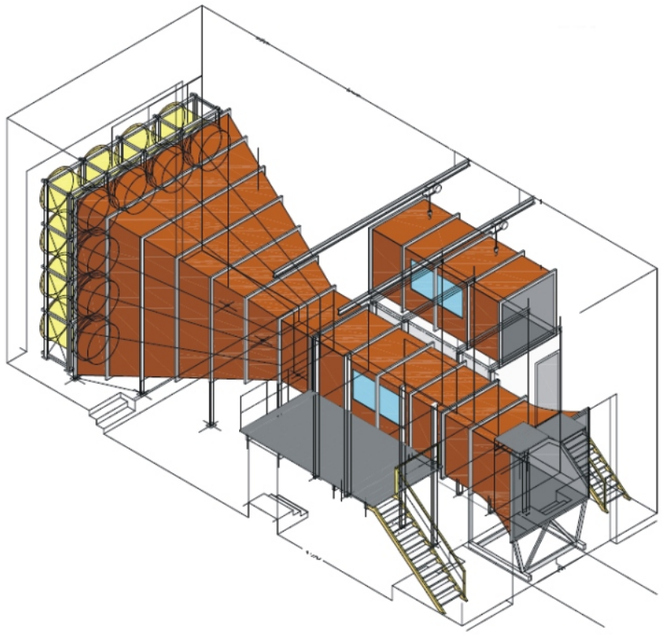
Laboratorium energetyki wiatrowej

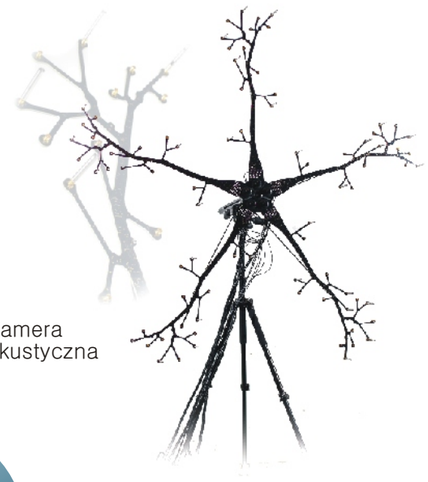
Laboratorium energetyki wiatrowej posiada otwarty tunel aerodynamiczny niskich prędkości wyposażony w dwie niezależne komory pomiarowe; jedna z nich jest przystosowana do badań małych turbin wiatrowych lub modeli.


Wlot do tunelu


Prostownica ulowa na wlocie

Tunel pracuje w trybie ssącym i osiąga prędkość przepływu w komorze pomiarowej do 30m/s. Komora pomiarowa ma długość 4 metrów i przekrój kwadratowy 2 na 2 metry.

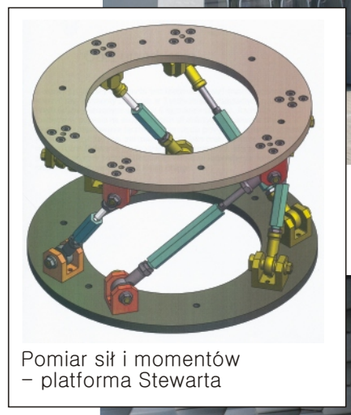



Kamera akustyczna


Pomiar pola prędkości


Tunel aerodynamiczny


Macierz wentylatorów ssących


Pomiar sił i momentów – platforma Stewarta



Komora pomiarowa tunelu wyposażona jest w następujące systemy pomiarowe:

- pomiar pola prędkości – przesuwny rząd czujników termoanemometrycznych
- sił i momentów – platforma Stewarta z tensometrią optyczną
- odkształcenia – system optycznego pomiaru deformacji łopat turbin wiatrowych pod wpływem sił aerodynamicznych
- hałas – przenośna kamera akustyczna do pomiaru natężenia i lokalizacji źródła hałasu
- pomiar charakterystyk generatorów

Posiadamy dedykowane do turbin wiatrowych systemy do pomiaru charakterystyk wiatraków (momenty, siły, moc mechaniczna, moc elektryczna, prędkość obrotowa, rozkład pola prędkości, odkształcenia elementów wirnika, hałas) oraz oferujemy numeryczne symulacje z zakresu energetyki wiatrowej jak i aerodynamiki.

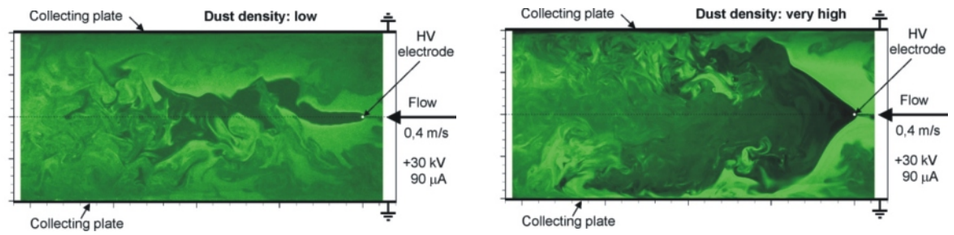
Laboratorium oczyszczania gazów

Laboratorium oczyszczania gazów jest ukierunkowane na badania urządzeń związanych z tematyką clean air, tj. ochroną atmosfery przed zanieczyszczeniem. Badane są zarówno urządzenia przyczyniające się do zmniejszania emisji szkodliwych substancji do atmosfery (np. aktuatory plazmowe DBD) jak też urządzenia służące do oczyszczania gazów zanieczyszczonych, w szczególności do ich odpylania (np. elektrofiltry).

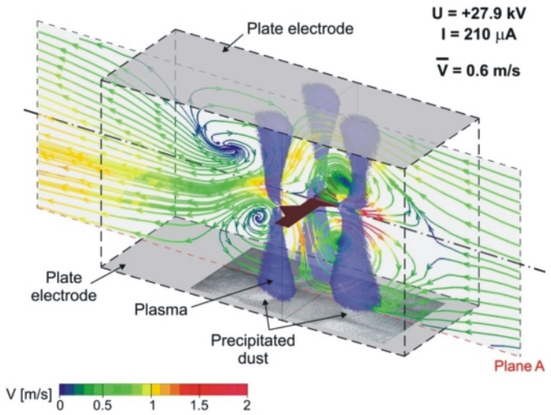


Stanowisko badawcze do laserowej wizualizacji przepływu w urządzeniu odpylającym

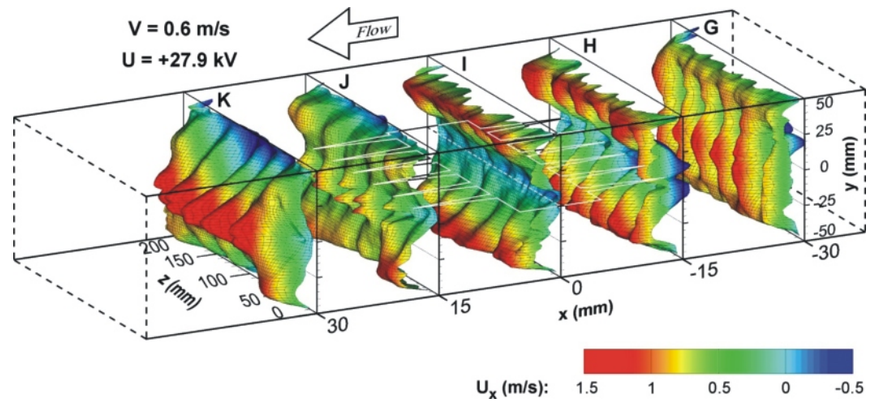
Laboratorium jest wyposażone w system do laserowej wizualizacji przepływów i pomiaru pól prędkości przepływu metodą PIV (od ang. Particle Image Velocimetry). System wykorzystuje m.in. laser Nd:YAG oraz dwie szybkie kamery CMOS. Dzięki temu możliwy jest jednoczesny pomiar wszystkich trzech składowych pola prędkości przepływu w płaszczyźnie laserowej. Laboratorium jest również wyposażone w aparaturę do pomiaru parametrów gazów, w tym do pomiaru gęstości zapylenia (pomiar z podziałem na frakcje o różnych rozmiarach w zakresie od 10 nm do 32 μm). Ponadto laboratorium jest wyposażone w generator funkcyjny i wzmacniacz wysokonapięciowy umożliwiające zasilanie różnych urządzeń niemal dowolnym typem wysokiego napięcia (w zakresie od −30 kV do +30 kV) oraz aparaturę do monitorowania parametrów elektrycznych.



Wyniki laserowej wizualizacji przepływu w elektrofiltrze typu drut–płyty



Przepływ elektrohydrodynamiczny pomierzony w elektrofiltrze z dwustronną elektrodą ostrzową



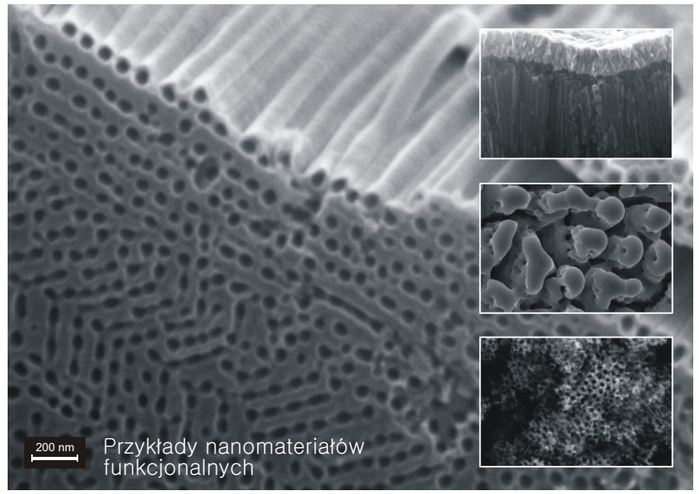
Laboratorium umożliwia:

- laserową wizualizację przepływów,
- pomiar pól prędkości przepływu metodą 3C PIV,
- frakcyjny pomiar koncentracji/liczby cząstek zawieszonych w gazie,
- pomiar frakcyjnej skuteczności wychwytu cząstek przez filtry i inne urządzenia odpylające,
- pomiar parametrów elektrycznych urządzeń zasilanych wysokim napięciem (np. elektrofiltrów).

Laboratorium materiałów funkcjonalnych

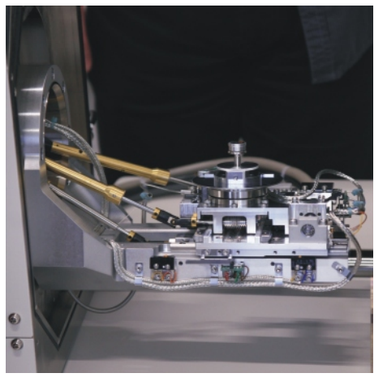
W Laboratorium Materiałów Funkcjonalnych są prowadzone prace dotyczące wytwarzania i charakterystyki materiałów funkcjonalnych dedykowanych do zastosowania w urządzeniach do konwersji i magazynowania energii.

Laboratorium
jest wyposażone w:
- skaningowy mikroskop elektronowy,
- profilometr mechaniczny,
- wysokopróżniową napylarkę magnetronową.



Przykłady nanomateriałów funkcjonalnych


Skaningowy mikroskop elektronowy



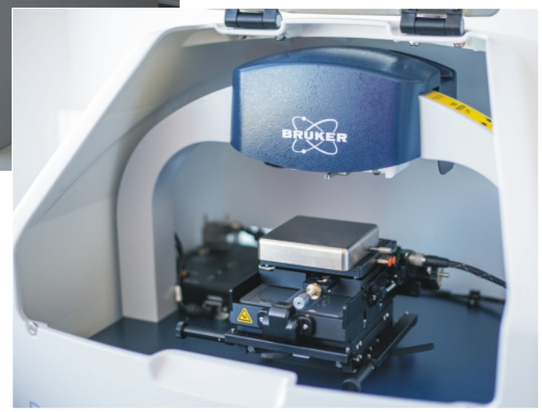


Skaningowy mikroskop elektronowy umożliwia dokładne obrazowanie morfologii materiałów przy powiększeniach dochodzących do 300 000.



Profilometr mechaniczny

Profilometr mechaniczny pozwala na powtarzalną i dokładną charakterystykę powłok, m.in. standardowy pomiar chropowatości oraz pomiary lokalnej wysokości.





Wysokopróżniowa napylarka magnetronowa wyposażona w pompę turbomolekularną pozwala na wytwarzanie cienkich warstw z metali szlachetnych i oksydujących oraz warstw tlenków metali (np. tlenek indu domieszkowany cyną) na wybranych podłożach. Wbudowana mikrowaga kwarcowa zapewnia precyzyjną kontrolę grubości napylanej warstwy.

Wyposażenie laboratorium pozwala na:

- wysokorozdzielcze obrazowanie powierzchni oraz przekroju materiałów przy wykorzystaniu skaningowej mikroskopii elektronowej,
- wytwarzanie cienkich warstw z metali szlachetnych, oksydujących oraz tlenków metali o ściśle określonej grubości,
- charakterystykę warstw (grubość do 50 mm): pomiar chropowatości powierzchni, wyznaczenie grubości, weryfikacja dokładności wykonania mikrourządzeń.

Wyposażenie laboratorium pozwala na prowadzenie badań w wielu dziedzinach nauki, gdzie nanomateriały, specyficzne przygotowanie próbki czy analiza powierzchni odgrywa bardzo ważną rolę.

Laboratorium systemów bezpieczeństwa

Laboratorium Systemów Bezpieczeństwa powstało we współpracy z Instytutem Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie. Dzięki połączeniu najnowocześniejszych urządzeń do wytwarzania przy użyciu metod przyrostowych i komplementarnej aparatury badawczej IPPT PAN będzie możliwe prowadzenie kompleksowych badań nad rozwiązaniami zwiększającymi bezpieczeństwo systemów energetycznych i transportowych.



Zespół Laboratorium posiada doświadczenie w modelowaniu i projektowaniu systemów diagnostyki konstrukcji, układów dyssypacji energii oraz profesjonalnych systemów elektronicznych do zastosowań przemysłowych.

Napylarka typu
Aerosol Jet Printing



Drukarka 3D – model EOSINT M 280











Stacje szybkiego prototypowania
dla opracowywanych urządzeń
elektronicznych

W szczególności, w laboratorium będą prowadzone prace badawcze związane z:

- rozwojem systemów monitorowania stanu i prognozowania czasu życia konstrukcji (structural health monitoring – SHM) oraz metod badań nieniszczących infrastruktury energetycznej,
- opracowaniem nowych rozwiązań dla pasywnych i adaptacyjnych systemów zabezpieczających konstrukcje przed obciążeniami dynamicznymi,
- projektowaniem i wytwarzaniem elektronicznych urządzeń kontrolno–sterujących, pomiarowych i diagnostycznych,
- modelowaniem i wytwarzaniem zaawansowanych technologicznie elementów konstrukcyjnych dla systemów energetycznych przy wykorzystaniu technik przyrostowych.

Laboratorium posiada wyposażenie pozwalające na profesjonalne projektowanie i wykonywanie zaawansowanych urządzeń elektronicznych, nanoszenie ścieżek i cienkich warstw materiałów na powierzchniach w trzech wymiarach przy wykorzystaniu technologii "Aerosol Jet Printing" oraz prowadzenie badań nad wytwarzaniem złożonych elementów metalowych przy użyciu techniki selektywnego spiekania laserowego.

Laboratorium systemów kogeneracji

Laboratorium systemów kogeneracji jest integralną częścią Zintegrowanego Laboratorium Plus Energetycznego. Zlokalizowane jest głównie w budynku L5 i służy demonstracji i badaniom eksploatacyjnym najnowszych technologii wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej. W skład wyposażenia Laboratorium wchodzą jednostki kogeneracyjne mCHP o mocach od ok. 1 kWe i 20 kWt do ok. 30 kWe i 80 kWt wykonane w różnych technologiach. Są to układy bazujące na: gazowych silnikach tłokowych, silnikach spalania zewnętrznego (silnikach Stirlinga), mikroturbinie gazowej, ogniwie paliwowym. Zakresem swojej pracy laboratorium obejmuje również system grzewczy wykorzystujący kocioł gazowy i biomasowy, turbinę gazową o mocy 120 kWe współpracującą z układem ORC o mocy ok. 20 kWe wykorzystującym ciepło niskotemperaturowe, kogeneracyjny układ z silnikiem tłokowym zasilany syngazem ze zgazowarki biomasy, układy absorpcyjne generujące chłód z ciepła z kolektorów słonecznych i ciepła odpadowego, pompy ciepła oraz magazyny ciepła. Powyższe układy sterowane są przez lokalny system zarządzania kontrolujący produkcję, dystrybucję oraz pobory energii elektrycznej na terenie całego obiektu.



Turbina gazowa



Niskotemperaturowy układ odzyskiwania ciepła oparty na ORC



Chłodnica absorpcyjna





Urządzenie do mikrokogeneracji



Magazyn ciepła

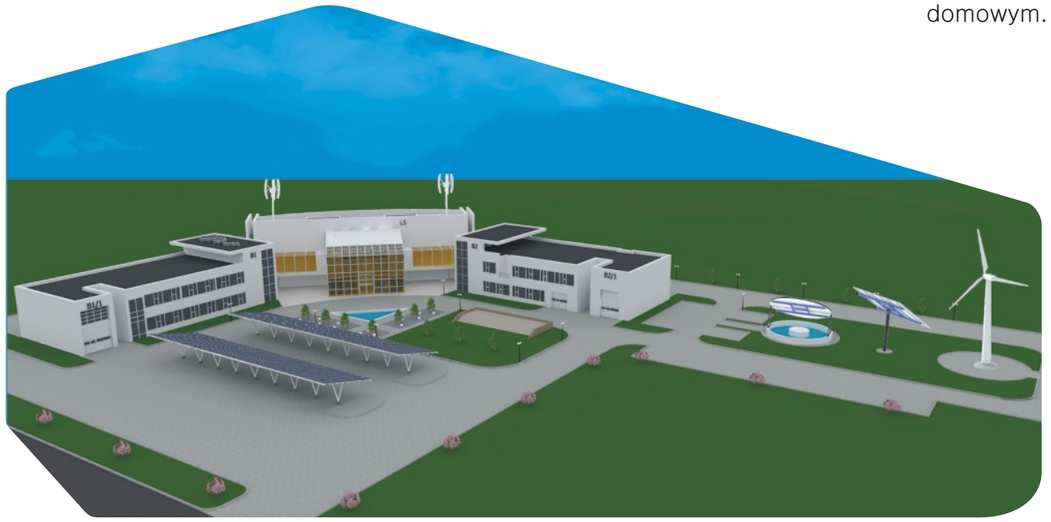
Zakres prac Laboratorium:

- demonstracja innowacyjnych technologii kogeneracyjnych do zastosowań w energetyce rozproszonej,
- testy i certyfikacja nowych urządzeń przed wprowadzeniem na rynek,
- współpraca wielu urządzeń w ramach systemów energetyki rozproszonej,
- symulacje systemów rozproszonej produkcji energii i weryfikacja eksperymentalna,
- analizy układów trigeneracyjnych: energia elektryczna, ciepło, chłód,
- prace badawcze nad układami hybrydowymi np. turbin gazowych i ORC, kogeneracji z magazynami energii, zintegrowanych układów ogniw fotowoltaicznych i pompy ciepła (PV/PC), fotowoltaiki i kolektora słonecznego (PVT),
- analizy porównawcze różnych technologii kogeneracji: silnik spalinowy, silnik spalania zewnętrznego, ORC, współpraca z magazynami energii cieplnej i elektrycznej,
- integracja mikro CHP z niestabilnymi źródłami energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych: małą elektrownią wiatrową, fotowoltaiką – stabilizacja produkcji energii.

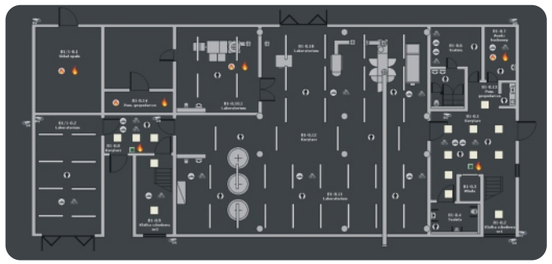
Laboratorium monitorowania i zarządzania energią w budynku

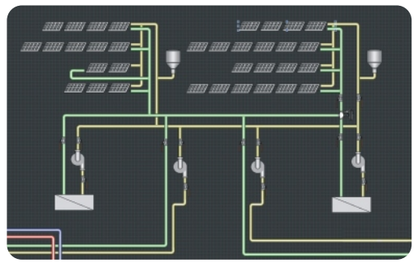
Laboratorium działa w oparciu o rozszerzony system BMS znajdujący się w budynku Centrum oraz specjalistyczne oprogramowanie służące pracom poświęconym poszukiwaniom optymalnego bilansu energetycznego dla różnych urządzeń OZE pracujących w jednej sieci energetycznej.

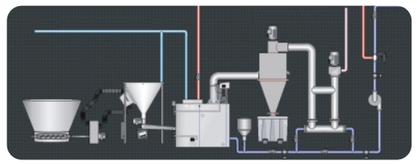
W skład niniejszego laboratorium wchodzi również zestaw central IoT (Interent of Things) pozwalający na komunikację i sterowanie urządzeniami znajdującym się w statystycznym gospodarstwie domowym.

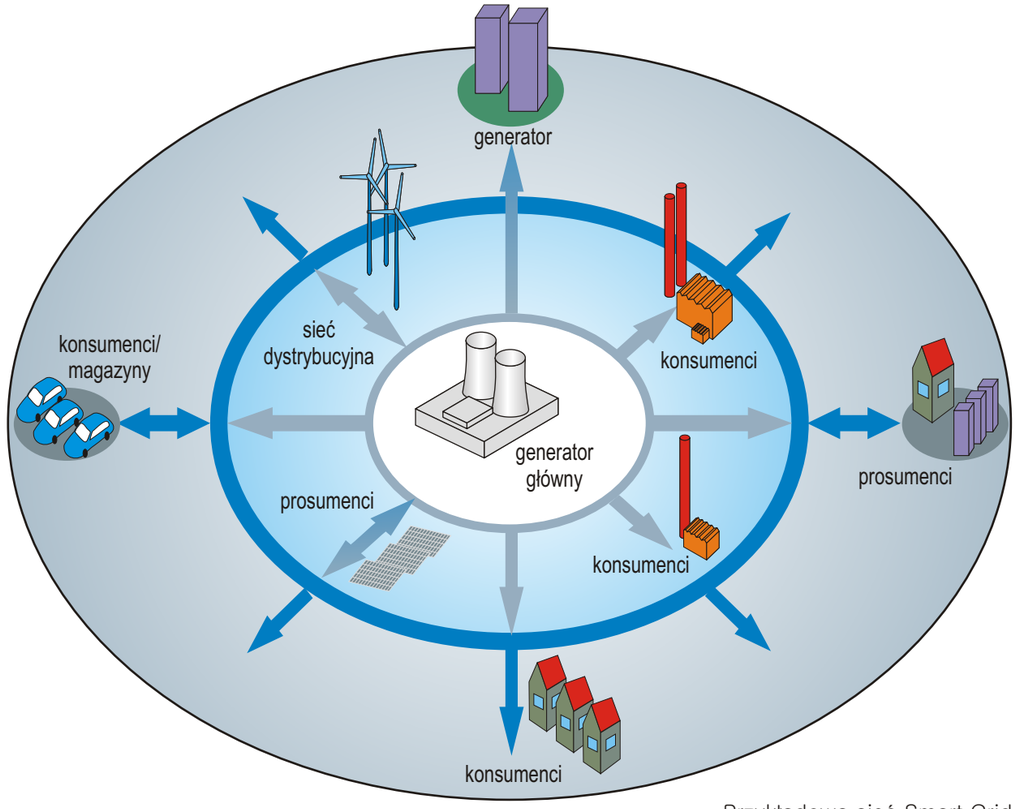


Rozszerzony system zarządzania budynkami Centrum (BMS)









Przykładowa sieć Smart Grid

Badania jakie prowadzi laboratorium to:

- monitorowanie lokalnej sieci ciepłowniczej oraz energetycznej,
- tworzenie różnego rodzaju scenariuszy pracy dla konkretnych rozwiązań rzeczywistych bądź wirtualnych,
- opracowywanie optymalnych algorytmów zarządzających dla określonej infrastruktury energetycznej,
- współpraca z innymi ośrodkami naukowymi poświęcona zagadnieniu zarządzania energią w kontekście sieci typu smart grid.



Motto Centrum:

Technologie Mikro Plus-Energetyczne dla domów i obiektów publicznych

μT+E

Centrum Badawcze IMP PAN
KEZO w Jabłonnie

Laboratorium Technik Słonecznych	L1	lab-L1@kezo.pl
Laboratorium Mikrosiłowni Kogeneracyjnych	L2	lab-L2@kezo.pl
Laboratorium Energetyki Wiatrowej	L3	lab-L3@kezo.pl
Laboratorium Inżynierii Bezpieczeństwa Energetyki	L4	lab-L4@kezo.pl
Zintegrowane Laboratorium Plus Energetyczne	L5	lab-L5@kezo.pl



Instytut Maszyn Przepływowych
im. Roberta Szewalskiego
Polskiej Akademii Nauk

80-231 Gdańsk, Fiszera 14

www.imp.gda.pl

Centrum Badawcze IMP PAN
KEZO w Jabłonnie

05-110 Jabłonna, Akademijna 27

www.kezo.pl



Dyrektor Instytutu
dr hab. **Marcin Lackowski**, prof. IMP PAN
tel.: +48 58 3416071, e-mail: marcin.lackowski@imp.gda.pl



Zastępca Dyrektora ds. Naukowych
dr hab. inż. **Grzegorz Żywica**, prof. IMP PAN
tel.: +48 58 3416071, e-mail: grzegorz.zywica@imp.gda.pl



Pełnomocnik Dyrektora ds. Współpracy Międzyregionalnej i Administracji KEZO
Marzena Patoleta
tel.: +48 58 5225195, e-mail: marzena.patoleta@imp.gda.pl