



**Instytut Energetyki – Instytut Badawczy**  
**RAPORT ROCZNY 2022**



Dyrektor

**dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn**

Zastępca Dyrektora ds. Współpracy i Rozwoju

**dr inż. Jarosław Hercog**

Zastępca Dyrektora ds. Ekonomicznych

**dr hab. Grzegorz Tchorek, prof. IEn**

Główna Księgowa, Prokurent

**mgr Marta Grom**

Doradca Dyrektora ds. Naukowych

**prof. dr hab. inż. Jacek Wańkowicz**

**Instytut Energetyki – Instytut Badawczy**

**Mory 8, 01-330 Warszawa**

**tel. 22 3451 200**

**[instytut.energetyki@ien.com.pl](mailto:instytut.energetyki@ien.com.pl)**

**<http://www.ien.com.pl>**

REGON: 000020586

NIP: 525-00-08-761

KRS: 0000088963

Opracowanie: **Jarosław Hercog, Lucyna Szura, Andrzej Sławiński, Kamila Bogumił**

Opracowanie graficzne i druk

**efekt**

[www.drukraniaefekt.pl](http://www.drukraniaefekt.pl)

ISBN 978-83-63226-31-2

Warszawa 2023

# Słowo wstępne Dyrektora Instytutu

Rok 2022 był okresem szeregu zmian, które dotyczyły wielu aspektów naszego codziennego funkcjonowania. W ten rok weszliśmy z pandemią, która już z mniejszym skutkiem, jednakże cały czas stanowiła dodatkowe obciążenia. 24 lutego inwazja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę, która była eskalacją trwającego od 2014 roku konfliktu, wstrząsnęła międzynarodową społecznością. Miało to miejsce w okresie czasowego odłączenia systemu elektroenergetycznego Ukrainy od Rosji i Białorusi, co było pierwszym testem jego autonomicznego działania jako przygotowania do integracji z europejskim systemem ENTSO-E.

Z konsekwencjami tej agresji mierzymy się do dziś – wszystkich nas dotknęły zawirowania na rynkach surowców energetycznych, zwiększona inflacja i przerwanie łańcuchów dostaw.

Wojna w Ukrainie zmusiła nas wszystkich do rewizji dotychczasowego podejścia do bezpieczeństwa energetycznego – do zmian wynikających z dostosowania się do Porozumienia Paryskiego i pakietu Green Deal dochodzą propozycje zawarte w planie REPowerEU, które zmieniają paradygmaty związane z dostawami surowców energetycznych i produkcją energii.

Zmiany objęły również Instytut Energetyki, w którym 28 września 2022 r., decyzją Ministra Klimatu i Środowiska, nastąpiła zmiana dyrekcji. W tym miejscu

dziękuję mojemu poprzednikowi Panu Profesorowi Tomaszowi Gałce i Zastępcy Dyrektora ds. Współpracy i Rozwoju – dr. inż. Andrzejowi Sławińskiemu za skuteczne zarządzanie Instytutem w ostatnich latach. W efekcie tych działań utrzymana została stabilna sytuacja finansowa i organizacyjna Instytutu w trudnych latach „covidowych” oraz uzyskaliśmy wyższą kategorię naukową. W efekcie działań pracowników Instytutu wzrosły współczynniki publikacyjne, jak również wzrosła liczba publikacji w najwyższej punktowanych czasopiśmie. To znaczące osiągnięcia naszej kadry.

W 2022 roku w Instytucie Energetyki realizowanych było 30 zadań badawczych finansowanych z subwencji statutowej oraz kilkaset prac badawczych i ekspertyz na zlecenie wielu sektorów gospodarki, w szczególności dla elektroenergetyki. Kadra IEn opublikowała również 51 artykułów naukowych oraz wygłosiła 30 referatów podczas krajowych i zagranicznych konferencji.

Nasze zespoły badawcze uczestniczyły w realizacji 8 projektów międzynarodowych i 19 krajowych. Instytut w 2022 roku był zaangażowany w tworzenie ekosystemu innowacji w energetyce i przemyśle ciężkim. Kadra Instytutu pełniła funkcje eksperckie w szeregu organizacji, zasiadała w zespołach doradczych i konsultacyjnych oraz bezpośrednio współpracowała z administracją centralną w zakresie opiniowania nowych aktów prawnych i dokumentów kierunkowych.

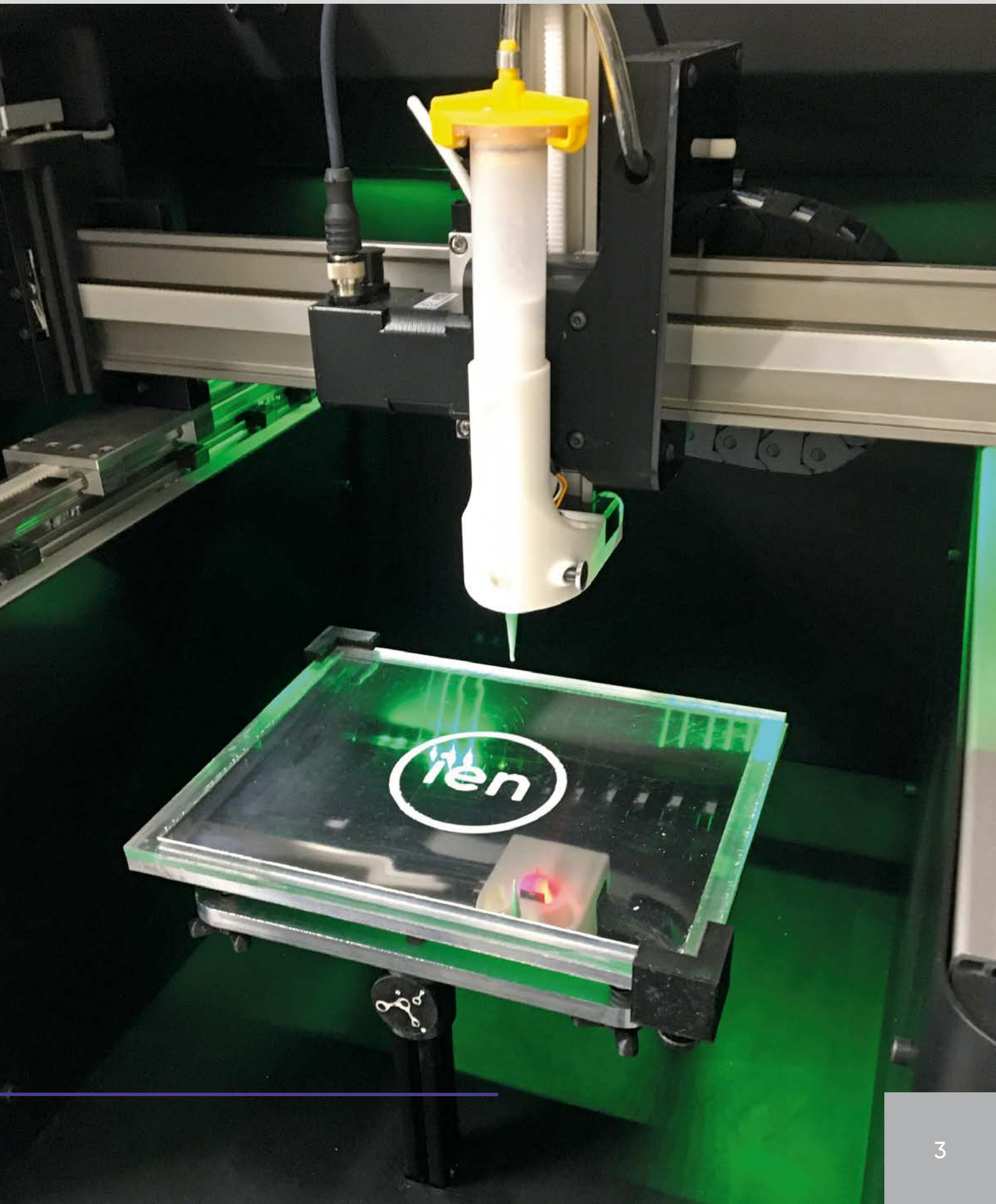
Rok 2022 pokazał jak ważne w okresie osłabienia gospodarczego i zagrożenia toczącym się tuż za naszą granicą konfliktem zbrojnym, są bliskie relacje i wzajemne wsparcie. Dotyczy to zarówno realizacji międzyludzkich, jak i relacji międzyinstytucjonalnych. Przekonaliśmy się wszyscy, jak ważne są regularne rozmowy, wzmacnianie więzi i częsty kontakt. Współpraca Instytutu z otoczeniem gospodarczym, administracją centralną oraz środowiskami naukowym i badawczym pozwalała i dalej pozwala obserwować, że wszelkie wyzwania, jakie przed nami się pojawiają, są prostsze, gdy jesteśmy razem i działamy wspólnie. W tym miejscu podziękowania należą się naszym Partnerom, Klientom i Kontrahentom oraz przedstawicielom administracji centralnej, którzy nie zwątpili w nasze możliwości i kompetencje.

Jestem przekonany, że mimo trudności i zawirowań na arenie międzynarodowej i dynamicznie zmieniającym się uwarunkowaniom prawnym i rynkowym, Instytut jest dobrze przygotowany do podjęcia się nowych wyzwań.

W 2023 roku Instytut Energetyki obchodzi swoje siedemdziesięciolecie. Nasza historia i doświadczenie pokazują, że konsekwentnie tworzymy nowoczesne rozwiązania dla energetyki oraz dla wielu gałęzi gospodarki. To hasło, które przyświeca nam od 1953 roku i towarzyszy każdej nowo opracowanej technologii oraz każdemu projektowi badawczemu, który przenosi innowacje naszego autorstwa do realiów przemysłowych i towarzyszy każdemu kolejnemu wdrożeniu, jest naszą misją.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'J. Kupecki', is positioned above the printed name and title.

**dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn**  
**Dyrektor Instytutu Energetyki**



# Spis treści

<b>Obszar działań i misja Instytutu Energetyki</b>	<b>6</b>
<b>Instytut Energetyki wczoraj, dziś i jutro</b>	<b>8</b>
<b>Dyrekcja</b>	<b>10</b>
<b>Rada Naukowa</b>	<b>11</b>
<b>Struktura Instytutu</b>	<b>12</b>
<b>Jednostka Centralna</b>	<b>13</b>
<b>Pion Ciepły</b>	<b>15</b>
Zakład Procesów Ciepłych (CPC)	16
Zakład Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych (CPE)	20
Zakład Badań Urządzeń Energetycznych (CUE)	26
<b>Pion Elektryczny</b>	<b>29</b>
Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń (EAZ)	30
Zakład Izolacji (EI)	32
Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwpzepięciowej (EOS)	34
Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych (EUR)	36
Zakład Wysokich Napięć (EWN)	38
<b>Pion Mechaniczny</b>	<b>41</b>
Laboratorium Aparatury Pomiarowej (MAP)	42
Zakład Badań i Diagnostyki Materiałów (MBM)	45
Pracownia Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń Energetycznych (MDT)	48
<b>Pion Użytkowania Energii</b>	<b>51</b>
Laboratorium Badawcze Grzejników i Armatury (UGA)	52
Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska (UOS)	53

<b>Inne jednostki JC IEn</b>	<b>57</b>
Centrum Technologii Wodorowych (CTH2)	58
Zespół ds. Certyfikacji i Inspekcji (DZC)	60
Zespół Ekspertów	61
Pracownia Ekonomiki Energetyki (DEE)	65
<b>Oddziały Instytutu Energetyki</b>	<b>67</b>
Oddział Gdańsk (OG)	68
Zakład Sterowania i Teleinformatyki (OGA)	69
Zakład Automatyki i Analiz Systemowych (OGC)	70
Zakład Urządzeń Elektrohydraulicznych (OGH)	70
Zakład Automatyki Systemów Elektroenergetycznych (OGM)	70
Zakład Strategii i Rozwoju Systemu (OGS)	70
Oddział Ceramiki CEREL (OC)	78
Zakład Inżynierii Ceramicznej	79
Zakład Prototypów	79
Oddział Techniki Ciepłej Łódź (OTC)	82
Zespół Badań Akustycznych (ZBA)	83
Zespół Technologii Biogazowych (ZTB)	83
Zespół Konstrukcyjno-Technologiczny (ZKT)	83
Zakład Doświadczalny (ZD)	85
<b>Działalność statutowa</b>	<b>88</b>
<b>Projekty międzynarodowe</b>	<b>90</b>
<b>Projekty krajowe</b>	<b>91</b>
<b>Najważniejsze prace B+R i ekspertyzy w 2022 r.</b>	<b>93</b>
<b>Lista publikacji w 2022 r.</b>	<b>110</b>
<b>Referaty konferencyjne</b>	<b>114</b>
<b>Laboratoria akredytowane</b>	<b>117</b>
<b>Statystyka zatrudnienia</b>	<b>120</b>
<b>Wyniki finansowe</b>	<b>121</b>

# Obszar działań i misja Instytutu Energetyki

Instytut Energetyki – Instytut Badawczy jest jednym z największych w Europie Środkowej instytutów prowadzących prace badawcze i świadczącym usługi w obszarze technologii energetycznych. Jest on nowoczesną jednostką naukowo-badawczą, pozostającą w nadzorze ministra właściwego do spraw energii – Ministra Klimatu i Środowiska.

Głównym celem działania Instytutu jest opracowywanie i wdrażanie nowych rozwiązań technologicznych oraz świadczenie usług badawczych, doradczych i certyfikacyjnych w odpowiedzi na potrzeby gospodarki, a w szczególności sektora energetycznego.

Działalność Instytutu obejmuje realizację badań podstawowych, przemysłowych oraz rozwojowych, prac wdrożeniowych, ekspertyz oraz świadczenie usług pomiarowych i analitycznych z zakresu wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i wykorzystania energii i nośników energii, ze szczególną koncentracją na pracach aplikacyjnych w tych obszarach.

Zakres działalności badawczo-rozwojowej oraz wdrożeniowej Instytutu Energetyki obejmuje przede wszystkim:

- rozwój technologii wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i wykorzystania energii i nośników energii,
- opracowanie nowych technologii i urządzeń energetyki niskoemisyjnej i odnawialnej,
- prowadzenie prac badawczo-rozwojowych w zakresie wysokotemperaturowych ogniw paliwowych i elektrolizerów oraz innych technologii wodorowych,
- rozwój układów energetyki rozproszonej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii,
- projektowanie automatyki elektroenergetycznej oraz systemów sterowania i pomiarów,
- badania i opracowywanie urządzeń bloków energetycznych,
- badania i certyfikację elementów systemów elektroenergetycznego i ciepłowniczego w akredytowanych jednostkach i laboratoriach,
- prognozowanie, programowanie i wspieranie rozwoju Krajowego Systemu Elektroenergetycznego oraz całego sektora energetyki,
- projektowanie i badania instalacji grzewczych i systemów kogeneracyjnych,
- analizę jakości energii, bezpieczeństwa energetycznego i efektywności energetycznej,
- diagnostykę stanu technicznego urządzeń i materiałów stosowanych w energetyce,
- opracowywanie innowacyjnych materiałów i technologii materiałowych w obszarze ceramiki technicznej, specjalnej i elektroporcelany,
- wykonywanie pomiarów oraz opracowywanie zaawansowanych metod i systemów pomiarowych w oparciu o najwyższe standardy i normy,
- wykonywanie prac eksperckich i doradczych oraz opracowywanie strategicznych



dokumentów w zakresie energetyki i technologii energetycznych,

- analizę, modelowanie i dostawę urządzeń z obszaru energetyki jądrowej,
- badania oddziaływania urządzeń elektrycznych i radiokomunikacyjnych na środowisko,
- działania w zakresie ochrony środowiska naturalnego i pracy.

Misją Instytutu jest konsekwentne opracowywanie, rozwój i wdrażanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych i systemowych oraz tworzenie nowych innowacyjnych produktów i usług w dziedzinie energetyki. Służą one zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego Polski i Europy, racjonalnemu wykorzystaniu zasobów energetycznych oraz minimalizacji negatywnego wpływu energetyki na środowisko.

Instytut Energetyki dysponuje doświadczoną kadrą naukową i inżyniersko-techniczną o wysokich kwalifikacjach, a także nowoczesną bazą laboratoryjną, często unikalną nie tylko w skali kraju. Instytut aktywnie angażuje się we współpracę międzynarodową, w tym jest członkiem Komitetu Wykonawczego *European Energy Research Alliance EERA*, a jego pracownicy uczestniczą w wielu międzynarodowych projektach badawczych Unii Europejskiej.

Instytut Energetyki ma ambicję uczestniczenia w tworzeniu strategii transformacji systemu energetycznego Polski tak, aby jego wiedza, doświadczenie i kompetencje znalazły odzwierciedlenie w kształtowaniu polityki energetycznej kraju.



# Instytut Energetyki wczoraj, dziś i jutro

Instytut Energetyki został powołany uchwałą Rady Ministrów z dnia 2 listopada 1953 roku jako jednostka badawczo-rozwojowa. W ciągu 70 lat historii jego struktura podlegała licznym zmianom. W 2008 roku decyzją Ministra Gospodarki, sprawującego wówczas nadzór nad Instytutem, zostały do niego włączone Instytut Techniki Ciepłej w Łodzi oraz Instytut Techniki Grzewczej i Sanitarnej w Radomiu, funkcjonujące od tego czasu jako oddziały. W 2010 roku Instytut Energetyki został przekształcony w instytut badawczy. W 2016 roku nadzór nad nim objął Minister Energii. Od roku 2020 nadzór nad Instytutem sprawuje Minister Klimatu i Środowiska.

Początkowe zadania Instytutu polegały na wspomaganiu energetyki zawodowej w dziedzinie eksploatacji i budownictwa energetycznego, upowszechnianiu postępu technicznego w zakresie wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i użytkowania energii elektrycznej oraz popieraniu ruchu racjonalizatorskiego i nowatorskiego w energetyce. Prowadzone wówczas prace badawcze były ograniczone do konwencjonalnej energetyki ciepłej wykorzystującej paliwa kopalne, przede wszystkim węgiel. Przemiany, jakie zaszły w polskiej gospodarce po 1989 roku, w szczególności znaczne zmniejszenie zużycia energii przez przemysł, wpłynęły na zmianę hierarchii potrzeb krajowej energetyki, do czego Instytut musiał się przystosować. Stopniowa integracja Polski z Unią Europejską

przyniosła kolejne zmiany, w tym konieczność przystosowania się energetyki do nowych standardów emisji. Przekształcenia te sprawiły, że punkt ciężkości w działalności Instytutu przesunął się w kierunku ekologicznych, wysokosprawnych i innowacyjnych technologii elektroenergetycznych.

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej było początkiem nowego etapu w historii badań prowadzonych w Instytucie. Jego charakterystyczną cechą było rosnące zaangażowanie zespołów badawczych w realizację programów międzynarodowych. Początkowo uczestnictwo w 5. Programie Ramowym UE zaowocowało pojawieniem się nowych kierunków badawczych związanych z niekonwencjonalnymi technologiami energetycznymi, takimi jak energetyczne wykorzystanie biomasy, czyste technologie węglowe czy ogniwa paliwowe. W późniejszym okresie tematyka ta poszerzyła się obejmując m.in. systemy Smart Grids, problematykę efektywności energetycznej oraz wytwarzanie zaawansowanych technologicznie wysokotemperaturowych ogniw paliwowych, a w ostatnich latach – o rozwój technologii wodorowych. Od 2000 roku Instytut uczestniczył lub uczestniczył w realizacji 42 projektów Programów Ramowych UE, w tym 14 projektów programu Horyzont 2020, a także 5 projektów Funduszu Badawczego Węgla i Stali UE oraz szeregu innych projektów międzynarodowych.

Obecnie Instytut Energetyki jest nowoczesnym ośrodkiem badawczym, odgrywającym w Polsce wiodącą rolę w zakresie technologii wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i użytkowania energii i nośników energii. Pracownie Instytutu są wyposażone w najwyższej klasy sprzęt pomiarowo-badawczy, a szereg laboratoriów posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji. Pracownicy Instytutu aktywnie uczestniczą we współpracy międzynarodowej, a także są autorami licznych publikacji i patentów.

Wizja Instytutu Energetyki, to wiodący na rynku europejskim instytut badawczo-rozwojowy w obszarze energetyki, pełniący rolę doradcą i ekspercką dla władz lokalnych i państwowych oraz przedsiębiorstw, renomowany w międzynarodowym środowisku naukowym, aktywnie uczestniczący w kreowaniu polityki energetycznej oraz zapewniający stały i zrównoważony rozwój pracowników.

W perspektywie dokonującej się w Polsce transformacji energetycznej, dynamicznie zmieniającego się otoczenia geopolitycznego, agresji rosyjskiej na Ukrainę oraz potencjalnego zagrożenia dla polskiej infrastruktury elektroenergetycznej, niezwykle istotnym staje się wsparcie funkcjonowania państwa poprzez wykorzystanie potencjału badawczego, eksperckiego i infrastrukturalnego Instytutu.

Dnia 10 marca 2021 r. ogłoszone zostało Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska prezentujące Politykę energetyczną Polski do roku 2040 (PEP2040) – strategię rozwoju sektora paliwowo-energetycznego, wyznaczającego ramy transformacji energetycznej w Polsce. W dokumencie tym stwierdza się, że „Ustawowym celem polityki energetycznej państwa jest bezpieczeństwo energetyczne, przy zapewnieniu konkurencyjności gospodarki,

efektywności energetycznej i zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko”. Polityka energetyczna Polski do roku 2040 musi uwzględniać przeciwdziałanie zmianom klimatycznym, konieczność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, sprawiedliwej transformacji, odbudowę po pandemii koronawirusa, stabilizację rynku pracy, zapewnienie trwałego rozwoju gospodarki i wzmocnienie jej konkurencyjności.

Ponadto 24 lutego 2022 roku, nastąpił bezprecedensowy atak Federacji Rosyjskiej na Ukrainę, w efekcie którego nastąpiła niewyobrażalna skala cierpienia i zniszczeń oraz drastycznie podniósł się poziom zagrożenia dla państwa polskiego i jego systemu elektroenergetycznego. Wiąże się to ściśle z bezpieczeństwem infrastruktury wytwórczej, dystrybucyjnej i przesyłowej energii. Bezpieczeństwo energetyczne jest więc traktowane jako jeden z najwyższych priorytetów państwa.

Instytut Energetyki wykazuje aktywność w wielu obszarach na rzecz transformacji energetycznej, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa energetycznego. Przykładem tych działań jest aktywność Instytutu Energetyki w tworzeniu Polskiej Strategii Wodorowej oraz Polskiego Porozumienia Wodorowego oraz członkostwo we wszystkich doliinach wodorowych, utworzonych w ramach Polskiej Strategii Wodorowej. Innym świadectwem aktywności Instytutu było współorganizowanie konferencji związanych z bezpieczeństwem energetycznym, np. „Energetyka Jądrowa – Rozwiązania dla Polski” (w dniu 22 września 2022) oraz „Kryzys energetyczny a wzrost znaczenia wodoru” (w dniu 22 listopada 2022), które odbyły się z udziałem Ministrów i innych znaczących uczestników paneli dyskusyjnych, reprezentujących polski sektor energetyczny.

## Dyrekcja



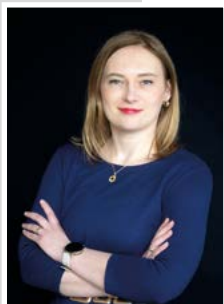
**Dyrektor Instytutu Energetyki**  
**dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn**  
tel. 797 905 299  
dyrektor@ien.com.pl



**Zastępca Dyrektora ds. Współpracy i Rozwoju**  
**dr inż. Jarosław Hercog**  
tel. 797 905 106  
jaroslaw.hercog@ien.com.pl



**Zastępca Dyrektora ds. Ekonomicznych**  
**dr hab. Grzegorz Tchorek, prof. IEn**  
tel. 797 905 103  
grzegorz.tchorek@ien.com.pl



**Główna Księgowa, Prokurent**  
**mgr Marta Grom**  
tel. 797 905 243  
marta.grom@ien.com.pl

# Rada Naukowa

Przewodniczący: **prof. dr hab. inż. Jarosław Mizera (Politechnika Warszawska)**

Wiceprzewodniczący: **prof. dr hab. inż. Jacek Wańkowicz (Instytut Energetyki)**

Sekretarz: **dr inż. Jacek Karczewski (Instytut Energetyki)**

Członek Prezydium Rady Naukowej: **dr hab. inż. Dorota Chwieduk, prof. PW (Politechnika Warszawska)**

Członek Prezydium Rady Naukowej: **prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski (Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN)**

## Członkowie Rady Naukowej w 2022 r.

mgr Szymon Byliński

prof. dr hab. inż. Maciej Chorowski

dr hab. inż. Dorota Chwieduk, prof. PW

dr hab. inż. Tomasz Gałka, prof. IEn

prof. dr Bartłomiej Głowacki

mgr inż. Bogdan Grochowski

dr inż. Magdalena Gromada

dr inż. Jarosław Hercog

dr inż. Michał Izdebski

dr inż. Jacek Karczewski

mgr inż. Jarosław Klucznik

mgr inż. Magdalena Kosiorek

prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski

dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn

prof. dr hab. inż. Zbigniew Lubośny

mgr inż. Ksenia Ludwiniak

mgr inż. Mirosław Maciąg

dr hab. Krzysztof Madajewski, prof. IEn

prof. dr hab. inż. Jarosław Mizera

prof. dr hab. inż. Aleksander

dr Paweł Pikus

prof. dr hab. inż. Waldemar Skomudek

dr inż. Paweł Skowroński

mgr inż. Zbigniew Sowa

dr inż. Bartosz Świątkowski

mgr Grzegorz Szymonik

prof. dr hab. inż. Jacek Wańkowicz

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Politechnika Wroclawska

Politechnika Warszawska

Instytut Energetyki

Instytut Energetyki, Uniwersytet Cambridge

PHU GROVIS

Instytut Energetyki

Instytut Energetyki

Instytut Energetyk

Instytut Energetyki

Instytut Energetyki

Instytut Energetyki

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

Instytut Energetyki

Politechnika Gdańska

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Instytut Energetyki

Politechnika Warszawska

Nawrat Politechnika Śląska

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

TAURON Dystrybucja, AGH

SAG Elbud, Politechnika Warszawska

ZAPEL

Instytut Energetyki

przedstawiciel MEiN

Instytut Energetyki

# Struktura Instytutu

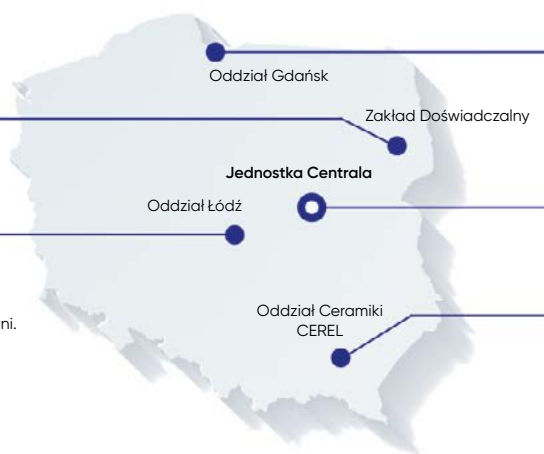
(stan na dzień 31.12.2022 r.)

**Zakład Doświadczalny**  
(lokalizacja Białystok)

Prace badawczo-rozwojowe i wdrożeniowe w zakresie aparatury łączeniowej, napędów elektromechanicznych i sterowników przeznaczonych do sieci średnich napięć.

**Oddział Techniki Ciepłej**  
(lokalizacja Łódź)

Badania akustyczne materiałów i urządzeń, projektowanie i wytwarzanie układów ograniczających hałas urządzeń przemysłowych, badania i rozwój instalacji i urządzeń dla biogazowni.



**Oddział Gdańsk**  
(lokalizacja Gdansk)

Realizacja prac badawczo-wdrożeniowych w szerokim zakresie wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej.

**Jednostka Centralna**  
(lokalizacja Warszawa)

Dyrekcja Instytutu Energetyki. Prace badawczo-rozwojowe i wdrożeniowe realizowane w ramach Pionów: Ciepłego, Mechanicznego, Elektrycznego i Użytkowania Energii.

**Oddział Ceramiki CEREL**  
(lokalizacja Boguchwała k/Rzeszowa)

Badania i rozwój nowych materiałów ceramicznych, wytwarzanie unikalnych wyrobów z tworzyw ceramicznych, badania w zakresie ogniw paliwowych i membran tlenowych.

**Jednostka Centralna w Warszawie**

**Pion Ciepły**

- CPC – Zakład Procesów Ciepłych
- CPE – Zakład Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych
- CUE – Zakład Badań Urządzeń Energetycznych

**Pion Elektryczny**

- EAZ – Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń
- EI – Zakład Izolacji
- EMS – Laboratorium Maszyn Elektrycznych
- EOS – Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwpzepięciowej
- EUR – Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych
- EWN – Zakład Wysokich Napięć

**Pion Mechaniczny**

- MAP – Laboratorium Aparatury Pomiarowej
- MBM – Zakład Badań i Diagnostyki Materiałów
- MDT – Pracownia Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń

**Pion Użytkowania Energii**

- UGA – Laboratorium Badawcze Grzejników i Armatury
- UOS – Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska

**USM – Pracownia Systemów Menadżerskich**

URP – Zespół ds. Realizacji Projektów

**Pozostałe jednostki**

- CTH<sub>2</sub> – Centrum Technologii Wodorowych
- DZC – Zespół ds. Certyfikacji
- DZE – Zespół Ekspertów
- DEE – Pracownia Ekonomiki Energetyki

**OG – Oddział Gdańsk**

- OGA – Zakład Sterowania i Teleinformatyki
- OGC – Zakład Automatyki i Analiz Systemowych
- OGH – Zakład Urządzeń Elektrohydraulicznych
- OGM – Zakład Automatyki Systemów Elektroenergetycznych
- OGS – Zakład Strategii i Rozwoju Systemu

**OC – Oddział Ceramiki „CEREL” w Boguchwale**

- ZIC – Zakład Inżynierii Ceramicznej
- ZP – Zakład Prototypów

**OTC – Oddział Techniki Ciepłej „ITC” w Łodzi**

- CITE – Centrum Innowacyjnych Technologii Energetycznych

**ZD – Zakład Doświadczalny w Białymstoku**



## Jednostka Centralna

**Jednostka Centralna** podzielona jest na pion tematyczne:

- Pion Ciepły,
- Pion Elektryczny,
- Pion Mechaniczny,
- Pion Użytkowania Energii.

W jej skład wchodzi też wyodrębnione jednostki:

- CTH<sub>2</sub> – Centrum Technologii Wodorowych
- DZC – Zespół ds. Certyfikacji
- DZE – Zespół Ekspertów
- DEE – Pracownia Ekonomiki Energetyki

Główna część Jednostki Centralnej Instytutu Energetyki mieści się w Warszawie w dwóch lokalizacjach – na Bemowie i Siekierkach.

Oprócz jednostek zlokalizowanych w Warszawie w skład Jednostki Centralnej wchodzi Zakład Badań Urządzeń Energetycznych (CUE) w Łodzi, Zakład Izolacji (EI) w Poznaniu oraz Pion Użytkowania Energii w Radomiu.

Stan zatrudnienia w Jednostce Centralnej w roku 2022 wynosił 166,25 etatu, z czego 6 profesorów i doktorów habilitowanych oraz 12 osób ze stopniem naukowym doktora (stan na 31 grudnia 2022 r.).







## Jednostka Centralna Pion Ciepły

**Pion Ciepły** jest jednym z czterech pionów Jednostki Centralnej Instytutu Energetyki. W skład Pionu wchodzi trzy jednostki:

- CPC – Zakład Procesów Ciepłych,
- CPE – Zakład Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych,
- CUE – Zakład Badań Urządzeń Energetycznych.

Główna część Zakładu Procesów Ciepłych oraz Zakład Wysokotemperaturowych Procesów

Elektrochemicznych zlokalizowane są w **Warszawie – Siekierki, ul. Augustówka 36**. Laboratorium Przygotowania Paliw do Badań Zakładu Procesów Ciepłych znajduje się na terenie kampusu **Warszawa – Bemowo, ul. Mory 8**.

Zakład Badań Urządzeń Energetycznych znajduje się w **Łodzi, ul. Dostawcza 1**.

Kierownikiem pionu był w 2022 r. dr inż. Tomasz Golec

# Zakład Procesów Ciepłych (CPC)

Kierownik: **dr inż. Bartosz Świętkowski**  
Tel. 668 215 682  
cpc@ien.com.pl



**Zakład Procesów Ciepłych** wchodzi w skład Pionu Ciepłego Instytutu Energetyki, na koniec roku 2022 pracowało w nim 26 osób. Zakład prowadzi prace badawczo-wdrożeniowe związane z konwersją paliw i nośników energii do użytecznych form energii. Wykonuje pomiary, badania i projekty urządzeń energetycznych oraz realizuje prace badawczo-rozwojowe związane z opracowywaniem i wdrażaniem nowych, wysokosprawnych i niskoemisyjnych technologii energetycznych.

Zakład Procesów Ciepłych prowadzi aktywną współpracę badawczą i uczestniczy w licznych konsorcjach realizujących projekty krajowe i międzynarodowe. Bierze również udział w pracach Wspólnego Programu Badawczego Bioenergia EERA. Pracownicy Zakładu uczestniczą w wymianie naukowej z najlepszymi ośrodkami badawczymi Europy, są także członkami różnych grup eksperckich: dr inż. Aleksandra Kiedrzyńska i dr inż. Jarosław Hercog są członkami zespołu ekspertów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

## Zakres badań

W Zakładzie wykonywane są prace w następującym zakresie:

- badania paliw konwencjonalnych i alternatywnych (w tym odpadów) oraz zjawisk towarzyszących ich spalaniu, pirolizie i zgazowaniu, w szczególności w kotłach energetycznych i gazogeneratorach,
- badania procesów spalania wielopaliwowego: mieszanin lub spalania zamiennego paliw stałych, ciekłych i gazowych, ze znaczącym udziałem wodoru i amoniaku,
- badania i projektowanie nowych konstrukcji oraz wdrażanie i optymalizacja palników, palenisk oraz układów przygotowania i dystrybucji paliw i powietrza,
- badania i modernizacja kotłów w celu obniżenia emisji zanieczyszczeń,

- badania procesów katalitycznych oraz pętli chemicznych, w tym do produkcji wodoru,
- prowadzenie prac dotyczących ciepłno–przepływowych i wytrzymałościowych warunków pracy kotłów, technologii racjonalnego uruchamiania i strat rozruchowych,
- badania procesów technologicznych pod kątem racjonalizacji kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych również w zakresie gospodarki remontowej,
- opracowywanie modeli cyfrowych, tzw. *Digital Twin*, pieców i reaktorów, w celu optymalizacji ich działania i badania wpływu warunków pracy na ich żywotność,
- badania i rozwój technologii zgazowania,
- badania i opracowywanie nowych konstrukcji oraz wdrażanie i optymalizacja układów kogeneracyjnych (CHP) dla energetyki rozproszonej,
- prace projektowe, dostawy, modernizacje i nadzory.

### Metody badawcze

Metodyka badawcza polega na równoległym wykorzystaniu badań laboratoryjnych, modelowania oraz badań obiektów energetycznych, jakkolwiek realizowane są również prace osobno w każdym z tych obszarów.

- **Badania laboratoryjne**  
Zakład posiada unikatowe, wyspecjalizowane zaplecze badawcze umożliwiające prowadzenie kompletnego zestawu badań począwszy od badań podstawowych w skali laboratoryjnej po badania prototypów urządzeń w skali przemysłowej, w celu opracowania nowych, gotowych do wdrożenia rozwiązań technologicznych. Przedmiotem prac są m.in. palniki pyłowe, palniki gazowe, komory spalania, reaktory zgazowania paliw stałych oraz

ich współpraca ze stałotlenkowymi ogniwami paliwowymi i stosami ogniw paliwowych, a także układy kogeneracyjne (CHP) oparte na silnikach tłokowych czy turbinach gazowych.

- **Pomiary i badania obiektów energetycznych**  
Wykonywanie pomiarów oraz analiza i ocena parametrów eksploatacyjnych i technicznych wraz z wyznaczaniem kierunków modernizacji w celu poprawy jakości i efektywności działania urządzeń i instalacji. Zakres pomiarów obejmuje m.in. temperaturę spalin, emisję substancji gazowych w kanałach spalin (m.in. NO, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>), rozkład temperatur i składu spalin w warstwie przyściennej komory paleniskowej kotłów, badania sprawności kotłów, szczelność komór paleniskowych, kanałów spalin i obrotowych podgrzewaczy powietrza, jakość przemiału i rozpyłu mieszaniny pyłowej, pomiary wentylatorów powietrza i spalin.
- **Modelowanie**  
Zakład posiada własne centrum obliczeniowe, którego podstawą jest klaster umożliwiający przeprowadzanie wielowątkowych obliczeń równoległych. Obliczenia i prace projektowe wykonywane są z zastosowaniem licencjonowanych programów, takich jak: ANSYS Fluent, ANSYS Mechanical, ANSYS Twin Builder, SolidWorks, ASPEN Plus, MatLab, Mathematica. Modelowanie numeryczne wykorzystywane jest jako narzędzie wspierające zarówno optymalizację już istniejących urządzeń i instalacji, jak i opracowanie nowych technologii. Przeprowadzanie wielowariantowych obliczeń numerycznych daje możliwość porównywania różnych wariantów konstrukcyjnych oraz wariantów pracy urządzeń i instalacji, co pomaga w wyborze najkorzystniejszego rozwiązania przy stosunkowo niskich kosztach.

## Działalność w roku 2022

Zakład Procesów Ciepłych (CPC) zrealizował w 2022 r. szereg ważnych prac, które nawiązują do aktualnych potrzeb sektora wytwarzania w zakresie rozwoju technologii opartych na procesach ciepłych i termochemicznych.

Jednym z głównych sukcesów CPC w roku 2022 było opracowanie koncepcji technologicznej produkcji wodoru, opartej na termochemicznym procesie rozkładu wody (TWSC) z wykorzystaniem ciepła odpadowego pochodzącego z gazów procesowych pieca hutniczego. Technologia TWSC z wykorzystaniem pętli chemicznych jest rozwijana w CPC wielotorowo. Jej połączenie z jednoczesną utylizacją ciepła odpadowego nie jest jedyną opcją. Prowadzone prace badawcze i koncepcyjne wskazują na ciekawe jej zastosowanie z innymi procesami np. utylizacją odpadów stałych takich jak RDF, a także do zagospodarowania nadwyżek ciepła z reaktorów HTGR. Atrakcyjność technologii TWSC wynika z wysokiej całkowitej sprawności produkcji wodoru sięgającej 51% w odniesieniu do energii pierwotnej oraz znikomym zapotrzebowaniu na energię elektryczną w stosunku do procesu elektrolizy niskotemperaturowej. Jej zastosowanie w praktyce przemysłowej należy postrzegać nie tylko w aspekcie niskich kosztów produkcji wodoru, ale również jako działania w celu poprawy efektywności energetycznej w procesach przemysłowych poprzez minimalizację strat do otoczenia i minimalizacji zużycia energii pierwotnej.

Kolejnym ważnym osiągnięciem CPC w 2022 roku było przeprowadzenie prac związanych z modernizacją kotła OP-215 nr 2 w Zakładach Azotowych w Puławach. Praca ta dotyczyła wdrożenia, opracowanej w poprzednich latach w CPC, innowacyjnej

technologii niskoemisyjnego spalania węgla w tzw. wirze niskotemperaturowym. W ramach prac zrealizowanych w 2022 r., Zakład Procesów Ciepłych prowadził nadzór autorski nad prefabrykacją oraz montażem poszczególnych elementów instalacji. Głównym celem modernizacji jest obniżenie emisji  $\text{NO}_x$  do poziomów wymaganych obecnymi limitami, a także poprawa elastyczności i sprawności pracy kotła. Prace związane z optymalizacją i uruchomieniem instalacji są w toku, a oddanie kotła do eksploatacji planowane jest w połowie 2023 roku.

Kolejnym istotnym osiągnięciem CPC było opracowanie narzędzia predykcyjnego dla oceny stopnia zużycia wkładów katalitycznych SCR, które umożliwiłoby szybkie i tanie określanie stopnia aktywności katalizatorów bez konieczności wyłączenia kotła. Stworzono cyfrowy model reaktora SCR oraz model korekty danych oparty o metodę uczenia maszynowego. Uzyskano poprawę predykcji czasu dezaktywacji katalizatora oraz przewidywania jego żywotności dla historycznych i bieżących parametrów pracy, z uwzględnieniem kolejnych pomiarów aktywności próbek wkładów katalitycznych oraz pomiarów obiektowych. Ponadto zaimplementowano wybrany algorytm w oprogramowaniu SCR-DT uzyskując poprawę dokładności działania aplikacji.

Jednym z najważniejszych osiągnięć CPC w 2022 roku było opracowanie, w ramach europejskiego projektu Retrofeed, koncepcji instalacji przemysłowej, która umożliwi współspalanie paliw kopalnych, biomasy, odpadów RDF oraz wodoru w celu zmniejszenia emisji  $\text{CO}_2$  i  $\text{NO}_x$  do atmosfery. Dzięki uzyskanym wynikom udało się opracować koncepcję instalacji przemysłowej, która składa

się z palnika o mocy 75 MW, przeznaczonego dla obrotowego pieca cementowego.

Kolejnym znaczącym osiągnięciem CPC było wykonanie badań dozowania modyfikatora spalania do kotła OP-430 w EC Siekierki. Celem tych badań jest zwiększenie stabilności spalania, polepszenie wypalenia paliwa, a także potencjalne zmniejszenie emisji tlenków azotu. Prace realizowane są w ramach projektu „Rozwój i wdrożenie do produkcji innowacyjnego sposobu intensyfikacji spalania paliw stałych” (nr umowy z NCBR: POIR.04.01.02-00-0068/17) i są kontynuowane w 2023 r.

W 2022 roku CPC opracował i dostarczył na Politechnikę Rzeszowską palnik gazowy o mocy 10 kW przeznaczony do spalania mieszaniny metanu oraz wodoru. Palnik ten został zaprojektowany przy użyciu obliczeń CFD oraz jest wykorzystywany do badań próbek materiałowych narażonych na działanie wysokich temperatur podczas procesu spalania w różnych atmosferach.

Kolejną ważną pracą było opracowanie sposobu wyrównania rozpyłów w pyłoprzewodach instalacji do współspalania HiCarbonu (popiołu lotnego z dużą zawartością pierwiastka węgla) kotłów OP-430 nr 10, OP-380 nr 11 i OP-430 nr 14 w EC Siekierki. Rozwiązania techniczne opracowano z uwzględnieniem obliczeń numerycznych. Wykonano trójwymiarowe modele geometryczne tras rurociągów dla każdego z kotłów oraz wyznaczono profile prędkości w celu znalezienia optymalnego rozmiaru kryz wyrównujących. Na podstawie wyników obliczeń zaprojektowano zwężki wyrównujące przepływ w rurociągach.

W 2022 r. CPC zrealizował trzy prace statutowe. Jedną z nich było opracowanie palnika

wielopaliwowego o mocy 300 kW, zdolnego do spalania lub współspalania gazu ziemnego i wodoru. Palnik ten może być wykorzystywany w różnych procesach przemysłowych zmniejszając ich negatywne oddziaływanie na środowisko (dekarbonizacja procesów przemysłowych).

Kolejna praca statutowa dotyczyła modelowania i projektowania wielopaliwowego, modułowego układu kogeneracyjnego o mocy elektrycznej 100–500 kW. Jej celem była analiza pracy i opracowanie koncepcji budowy komponentów do prototypowego, wielopaliwowego układu CHP przystosowanego do opalania wodorem (w 100% lub w mieszaninie z gazem ziemnym) i gazem syntezowym z procesu zgazowania. Prace dotyczyły opracowania efektywnego i stabilnego procesu spalania paliw w ciśnieniowej komorze spalania, która będzie podłączona do turbiny gazowej. Na podstawie wyników obliczeń została wykonana dokumentacja konstrukcyjna umożliwiająca budowę prototypu.

Ostatnia praca statutowa dotyczyła opracowania koncepcji technologii wielkoskalowej produkcji wodoru przy wykorzystaniu pętli chemicznej. Wykonano analizy termodynamiczne dwóch termochemicznych cykli produkcji wodoru opartych na metodach S-I oraz Cu-Cl, co pozwoliło na pozyskanie nowej wiedzy i umiejętności w zakresie obliczeń i modelowania procesów zachodzących w termochemicznych pętlach produkcji wodoru. Przeprowadzone badania wykazały wysokie sprawności całkowite jego produkcji. Sprawności te (46–51%) znacznie przewyższają sprawności procesu elektrolizy niskotemperaturowej (26,7%) w odniesieniu do energii pierwotnej niezbędnej do wyprodukowania ciepła i energii elektrycznej wykorzystywanych w procesach elektrolizy oraz termochemii.

# Zakład Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych (CPE)

Kierownik: **dr inż. Marek Skrzypkiewicz**  
 (do września 2022 – **dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn**)  
 Tel. 797 905 435  
 cpe@ien.com.pl



**Zakład Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych (CPE)** jest jednostką organizacyjną tworzącą Centrum Technologii Wodorowych CTH<sub>2</sub> Instytutu Energetyki, która prowadzi przełomowe badania w zakresie wysokotemperaturowych procesów elektrochemicznych, obejmujących stałotlenkowe ogniwa paliwowe (SOFC, ang. *Solid Oxide Fuel Cell*) i wysokotemperaturowe elektrolizery (SOE, ang. *Solid Oxide Electrolyser*) dedykowane systemom *Power-to-gas/power-to-liquid/power-to-chemicals* (P2G/P2L/P2X). Do września 2022 r. zakładem kierował dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn, obecny Dyrektor Instytutu. Zakład CPE realizuje liczne projekty obejmujące prace o charakterze prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych oraz kontraktów komercyjnych na dostawę instalacji z ogniwami SOFC/SOE. Ponadto Zakład realizuje usługi doradcze (głównie dotyczące tematyki wodoru) dla podmiotów gospodarczych, administracji centralnej, instytucji międzynarodowych i innych.

W roku 2022 w Zakładzie Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych wytworzono i scharakteryzowano kilka serii produkcyjnych stosów ogniwa stałotlenkowych (stosów SOC), których działanie zostało zbadane zarówno w trybie

SOFC, SOE, a także w trybie odwracalnym – rSOC, tj. przełączania pomiędzy ww. trybami. Istotną część produkcji stosów przeznaczono jako stopy do wdrożonych w 2022 roku instalacji komercyjnych. W toku badań krótko- i długoterminowych (>3000 h) z powodzeniem zweryfikowane zostały nowe rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne, mające na celu poprawę parametrów elektrochemicznych, żywotności i ekonomiki modułów SOC tworzonych na podstawie patentów i *know-how* Instytutu Energetyki.

## Zakres badań

Do zadań Zakładu należy prowadzenie prac naukowych, rozwojowych, projektowych, usługowych, doradczych, wdrożeniowych i kontrolnych w energetyce i związanych z nią działach gospodarki, w szczególności w zakresie:

- stałotlenkowych ogniwa paliwowych (SOFC), w tym dostawa kompletnych systemów,

- wysokotemperaturowych elektrolizerów (SOE), w tym dostawa kompletnych systemów,
- reaktorów wysokotemperaturowych (np. reforming, suchy reforming, kraking amoniaku i inne),
- rozwiązań z zakresu power-to-gas/power-to-liquid/power-to-chemicals,
- systemów sekwestracji (CCS) i zagospodarowania CO<sub>2</sub> (CRR),
- wytwarzania energii z paliw stałych, ciekłych i gazowych w procesach elektrochemicznych,
- magazynowania energii elektrycznej, ciepła oraz w innych formach,
- obliczeń numerycznych i symulacji komputerowej procesów elektrochemicznych i chemicznych oraz instalacji energetycznych,
- pętli chemicznych w układach wytwarzania wodoru i spalania tlenowego,
- doradztwa technicznego z zakresu nowych technologii energetycznych.

W Zakładzie prowadzone są projekty i prace finansowane przez NCBR, NCN, MEiN, NFOŚiGW, Komisję Europejską oraz bezpośrednio przez przemysł. Realizowany jest także rozwój strategiczny w ramach działalności statutowej. Istotnym aspektem działalności CPE i Centrum Technologii Wodorowych CTH<sub>2</sub> są usługi doradcze dla przedsiębiorstw oraz sektora publicznego i organizacji pozarządowych. Zakład współpracuje z wiodącymi zagranicznymi ośrodkami naukowymi związanymi z ogniwami SOFC i elektrolizerami SOE, m.in.: National Fuel Cell Research Center, University of California, Irvine (USA), VTT (Finlandia), DTU Riso (Dania), TU Graz (Austria), Politechniką Turyńską, Uniwersytetem w Perugii, Uniwersytetem w Genui, ENEA (Włochy), Uniwersytetem w Aveiro (Portugalia), DLR, IKTS, FZ Jülich (Niemcy) czy University of St. Andrews (UK). W kraju CPE współpracuje z licznymi ośrodkami naukowymi i akademickimi, w tym z Politechniką Warszawską, Akademią Górniczo-Hutniczą im. S. Staszica w Krakowie, Instytutem Technologii Paliw i Energii, Politechniką Gdańską, Instytutem Maszyn

Przepływowych im. R. Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk, Uniwersytetem Warszawskim, Politechniką Śląską, Politechniką Wrocławską oraz Instytutem Ekologii Terenów Uprzemysłowionych.

### Metody badawcze

Jednostka posiada rozbudowaną infrastrukturę wytwórczą do produkcji i charakteryzacji stosów SOC oraz laboratoryjną dedykowaną badaniom wysokotemperaturowych procesów elektrochemicznych, w szczególności ogniwo SOFC i SOE oraz reaktorów elektrochemicznych. Metody badawcze obejmują: charakteryzację prądowo-napięciową (I-V-P), spektroskopię impedancyjną (EIS), badanie oporności właściwej (ASR), wyznaczanie degradacji w różnych trybach pracy i warunkach eksploatacji SOFC/SOE (badania długoterminowe – longterm), a także metody analizy gazów (analizatory przemysłowe, GC, MS). W zakresie metod obliczeniowych stosowane są narzędzia numeryczne bilansów masy i energii, w tym kody Aspen HYSYS i Aspen Plus, narzędzia obliczeniowej mechaniki płynów, w tym Ansys FLUENT, narzędzia CAD/CAM/CAE, w tym SolidWorks.

W jednostce rozwijane są nowe metody modelowania i symulacji, w efekcie czego opracowany został szereg modeli obliczeniowych opartych na własnych formułach i kodach, w tym prowadzone są obliczenia i symulacje przy wykorzystaniu zaawansowanych technik obliczeniowych mechaniki płynów (CFD; oprogramowanie OpenFOAM – licencja open source). Zakład posiada ponadto stanowisko badawcze do analizy gazoprzepuszczalności uszczelnień stosowanych w stosach ogniwo SOC i innych wysokotemperaturowych urządzeniach wielowarstwowych. W roku 2022 opracowano i skonstruowano również stanowisko badawcze do analizy gazoprzepuszczalności spieków na bazie sondy cyrkonowej oraz stanowisko do równoległego pomiaru kilku ogniwo o wymiarach 50 mm x 50 mm.



### Działalność w roku 2022

Zespół pracowników Zakładu Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych z powodzeniem zakończył realizację pracy statutowej prowadzonej we współpracy z Oddziałem Ceramiki CEREL oraz Zakładem MBM. W ramach pierwszego roku pracy wieloletniej pt. *Rozwój odwracalnych ogniw stałotlenkowych (SOC) według technologii Instytutu Energetyki dla potrzeb układów power-to-X*, zespół projektowy realizował szereg zadań w obszarze rozwoju technologii wytwarzania warstw elektrolitowych oraz barierowych ogniw SOC. W efekcie prac uzyskano warstwy elektrolitowe 8YSZ o pełnej gazoszczelności oraz znaczące skrócenie procesu ich wytwarzania dzięki optymalizacji procesu sitodruku. Poprawiono także zagęszczenie warstw barierowych GDC, co było niezbędne dla otwarcia dalszych kierunków prac rozwojowych nad elektrodami tlenowymi. Wypracowane rozwiązania w obszarze warstw elektrolitowych i barierowych z powodzeniem zostały przeniesione na ogniwa SOC w pełnej skali 110 x 110 mm, przeznaczone do pracy w stosach. Kolejnym efektem rocznej pracy zatytułowanej *Badania i rozwój stosów SOC dla potrzeb układów Power-to-X* oraz ogniw i stosów SOFC dedykowanych do pracy w temperaturze poniżej 700°C, współpracujących z paliwami o strategicznych możliwościach magazynowania

energii, były badania eksperymentalne stosów oraz pojedynczych ogniw SOFC zasilanych amoniakiem jako perspektywicznym paliwem wodonośnym. W rezultacie wypracowano procedury oraz warunki eksploatacji stosów zasilanych amoniakiem pozwalające na ich długoterminową pracę. Równolegle kontynuowano prace badawcze nad degradacją ogniw SOE podczas pracy długoterminowej. Podczas realizacji zadań, zespół projektowy zajmował się także takimi zagadnieniami jak optymalizacja procesu nakładania warstw barierowych na stalowe interkonektory oraz separatory, kluczowe elementy stosów, obniżenie kosztów wytwarzania kompozytowych uszczelnień stosów oraz poprawa ich działania czy opracowanie nowego systemu stabilizacji mechanicznej stosu w trakcie wygrzewu.

Ponadto pracownicy Zakładu uczestniczyli w realizacji 12 projektów badawczych, w tym dwóch projektów finansowanych ze środków Komisji Europejskiej w ramach Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking: *Next Generation solid oxide fuel cell and electrolysis technology (NewSOC)* oraz *Solid oxide fuel cell combined heat and power: Future-ready Energy (SO-FREE)*. W pierwszym przedsięwzięciu zespół jest odpowiedzialny za opracowanie, wykonanie i testy ogniwa stałotlenkowego z nową strukturalną elektrodą powietrzną. W drugim projekcie większy nacisk położony jest na prace



przemysłowe. W 2022 roku pracownicy Zakładu prowadzili szeroko zakrojoną kampanię testową stosów ogniwi produkcji Elcogen oraz IKTS. Docelowo oba te stosy stanowią będą elementy składowe instalacji kogeneracyjnej dostosowanej do zasilania paliwem w postaci mieszaniny wodoru i azotu albo mieszaninami hytanowymi. Realizowane były także projekty finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju: *Opracowanie innowacyjnego stałotlenkowego elektrolizera (SOE) wytwarzanego niskokosztowymi technikami wytwórczymi jako kluczowego elementu nowoczesnych magazynów energii opartych na koncepcji power-to-gas (NEXTH 2)* oraz *Opracowanie i wdrożenie systemu wysokosprawnego wytwarzania wodoru wysokiej czystości w elektrolizerze stałotlenkowym (VETNI)* – projekt realizowany w konsorcjum z Grupą Lotos SA (obecnie Orlen SA) oraz Akademią Górniczo-Hutniczą. W ramach projektu NEXTH 2 opracowano nowe materiały elektrody tlenowej dla ogniwi SOE o obniżonej polaryzacji, zwiększonych gazoprzepuszczalności oraz przewodnictwie jonowym przeznaczone do pracy długoterminowej w trybie elektrolizera dla obniżenia tempa degradacji. W kolejnych zadaniach opracowano kompozytowe uszczelnienia szklane do stosów SOE nanoszone metodą druku 3D oraz opracowano modele matematyczne pojedynczego ogniwa oraz stosu SOE. W projekcie VETNI badano właściwości elektrochemiczne elektrod tlenowych opartych na materiałach perowskitowych z zawartością miedzi przeznaczonych do ogniwi pracujących w stosach SOE. Dodatkowo, w ramach prac eksperymentalnych, zaprojektowane i skonstruowane zostało nowe stanowisko badawcze w laboratorium Zakładu CPE, przeznaczone do badań eksperymentalnych kilku ogniwi SOC 50 x 50 mm jednocześnie. Zrealizowano także szereg innych zadań w obszarach badań i charakteryzacji modułów stosów SOE wykorzystujących różne komponenty oraz symulacji pracy stosu SOE klasy 10 kW w różnych wariantach zmiennych warunków eksploatacji.

Należy wspomnieć, iż w ubiegłym roku rozpoczęła się I faza (studium wykonalności) projektu MEGA-SOE:

*Opracowanie i wdrożenie wielkoskalowego systemu wytwarzania wodoru wysokiej czystości z wykorzystaniem OZE w elektrolizerze stałotlenkowym współrealizowanego z Grupą Orlen. Kierownikiem I fazy projektu realizowanej przez Grupę Orlen jest dr hab. inż. Jakub Kupecki. CPE będzie aktywnie zaangażowane w kolejne fazy przedsięwzięcia (po pozytywnej ocenie realizacji fazy I) tj. w fazę II – opracowanie i konstrukcja prototypowego klasy 400 kW (SOE) z możliwością pracy w trybie kogeneracyjnym (moc 150 kW w SOFC) i fazę III – opracowanie i konstrukcja demonstratora układu elektrolizy klasy 5 MW.*

Ponadto zakończono prace w ramach projektu *Projekt przed-pilotażowy obejmujący analizę oraz weryfikację eksperymentalną zasilania amoniakiem stosów stałotlenkowych ogniwi paliwowych SOFC do zasilania maszyn oraz pojazdów transportu długodystansowego (NITROCELL)* finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Realizacja pracy potwierdziła wstępne założenia, określające amoniak i jego pochodne jako paliwa wodoronośne o bardzo wysokim potencjale wdrożeniowym, w tym z wykorzystaniem krajowych technologii stosów ogniwi paliwowych, peryferyjnych komponentów układów energetycznych oraz magazynów paliwa amoniakalnego. Ma to istotne znaczenie również w szerszym kontekście ekonomiki zagospodarowania i rozbudowy zasobów wytwórczych amoniaku w Polsce. W ramach tej pracy przedstawiono także rekomendacje wyboru technologii magazynowania amoniaku dla urządzeń stacjonarnych oraz mobilnych, w tym dużych statków.

W 2022 roku realizowanych było siedem projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programów PRELUDIUM 16, SONATA 14, HARMONIA 9, HARMONIA 10, OPUS 13, OPUS 19 oraz SONATA BIS 11. Badania prowadzone w ramach wspomnianych projektów PRELUDIUM i SONATA dotyczyły odpowiednio określenia wpływu wysokiego stężenia pary wodnej po stronie elektrody powietrznej na stabilność pracy ogniwi SOC w trybie

elektrolizy oraz tempie i mechanizmie degradacji ogni, korelacji pomiędzy mikrostrukturą elektrod a osiągnięciami ogni SOEC, w tym optymalizacja mikrostruktury podłoża celem minimalizacji strat koncentracyjnych. W ramach projektu HARMONIA 10 i OPUS 13 testowane były nowatorskie rozwiązania dotyczące elektrolizerów stałotlenkowych w aspekcie wytwarzania wodoru we wspomaganym paliwem stałym elektrolizerze SOE (DC-SOFEC) oraz badania hybrydowego reaktora SOE/MCFC do syntezy lekkich węglowodorów w oparciu o wysokotemperaturowe procesy elektrochemiczne. Zakończony w 2022 roku projekt HARMONIA 9, realizowany z Politechniką Gdańską, dotyczył materiałów na warstwy ochronne dla stalowych interkonektorów tlenkowych ogni o oznaczonej zawartości kobaltu. Prace w projekcie OPUS 19, prowadzonym z Akademią Górniczo-Hutniczą, skupiają się nad opracowaniem i testowaniem efektywnych elektrod powietrznych bazujących na związkach miedzi dla ogni SOC, pracującym zarówno w trybie SOFC i SOE. Ponadto, w drugim kwartale 2022 rozpoczął się projekt typu SONATA BIS, w ramach którego prowadzone są badania procesu wysokotemperaturowej ko-elektrolizy dwutlenku węgla i pary wodnej w SOC prowadzonej w warunkach podwyższonego ciśnienia.

W roku 2022 Zakład CPE realizował sześć kontraktów przemysłowych. W ramach prac B+R, finansowanych bezpośrednio przez Grupę Kapitałową PGNiG (projekt „Mikrokogeneracja H<sub>2</sub>”), zostały opracowane, wykonane i przetestowane dwa prototypy układów mikrokogeneracyjnych każdy o mocy 1 kW na bazie stosów SOFC – pierwszy zasilany wodorem, natomiast drugi z możliwością zasilania wodorem lub gazem ziemnym. Projekt ten kontynuowany będzie w roku 2023. Kolejny projekt komercyjny obejmował zaprojektowanie, wykonanie i zintegrowanie z obiektem bazowym (z obiegiem parowym elektrociepłowni EC Elbląg) pierwszej polskiej instalacji rSOC klasy 10 kW. Praca ta stanowiła

część projektu HYDROGIN: *Modułowa instalacja odwracalnych ogniwa stałotlenkowych przewidziana do integracji z elektrownią przemysłową w celu poprawy elastyczności jej pracy i zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii w sektorze elektroenergetycznym* realizowanego przez Centrum Badawczo-Rozwojowe im. Faradaya (CBRF) – Grupa Energa SA (Grupa ORLEN) oraz Instytut Maszyn Przepływowych im. R. Szwalskiego PAN (IMP PAN) – IEn był podwykonawcą projektu. Ponadto na zlecenie Ekoenergetyka Polska SA przeprowadzona została analiza technicznych i prawno-administracyjnych aspektów budowy stacji tankowania wodorem w Polsce. W czwartej pracy (finansowanej przez NCBR w formule zamówienia przedwdrożeniowego) Zakład CPE razem z ENERGA Ciepło Ostrołęka Sp. z o.o. i CBRF opracował projekt i analizę techniczno-ekonomiczną budowy innowacyjnej elektrociepłowni klasy 1 MW bazującej na stałotlenkowych ogniach paliwowych. CPE zrealizowało wspólnie z CPC dwa kontrakty finansowane przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ). Pierwszy z nich dotyczył opracowania projektu koncepcyjnego instalacji badawczo-demonstracyjnej obiegu wtórnego pary współpracującej z obiegiem wysokotemperaturowego reaktora jądrowego chłodzonego gazem (HTGR) oraz określenia możliwych sposobów wykorzystania energii cieplnej HTGR w układzie odbiorczym. Natomiast przedmiotem drugiego kontraktu było opracowanie instalacji SOE lub TWSC współpracujących z obiegiem reaktora HTGR oraz sposobu separacji podzespołów systemu, a także określenie narzędzi niezbędnych do obliczeń statycznych i dynamicznych opracowanego modelu.

Do kadry B+R Zakładu Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych dołączyła czwórka nowych pracowników, którzy uczestniczą w realizacji projektów badawczo-rozwojowych, badań podstawowych oraz prac komercyjnych. Ponadto, o jedną osobę powiększyło się grono doktorantów

realizujących prace doktorskie w ramach programu Doktoraty Wdrożeniowe – aktualnie ośmiu pracowników Zakładu realizuje prace doktorskie w ramach ww. programu. W roku 2022 w Zakładzie powstała jedna praca dyplomowa studentki Politechniki Warszawskiej.

W ubiegłym roku personel CPE pełnił funkcje eksperckie i doradcze na rzecz szeregu organizacji i instytucji: dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn, w zespole eksperckim programów Junior i Senior Award Polsko-Amerykańskiej Komisji Fulbrighta, zespołach eksperckich krajowych i międzynarodowych konkursów NCBR, programów Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej oraz w Hydrogen Europe Research w Brukseli. Dr inż. Marcin Błesznowski pełnił funkcje eksperta we Wspólnym Programie Fuel Cells and Hydrogen EERA. Trzech pracowników CPE (mgr inż. Michał Wierzbiński, dr inż. Marek Skrzypkiewicz oraz dr hab. inż. Jakub Kupecki) współpracowało z Joint Research Center w Brukseli nad dokumentem *EU harmonized terminology for hydrogen generated by electrolysis – An open comprehensive compendium*, standaryzującym terminologię stosowaną w badaniach, publikacjach i raportach technicznych dotyczących wysokotemperaturowych elektrolizerów oraz stałotlenkowych ogniw elektrochemicznych. Ponadto trzech pracowników: dr hab. inż. Jakub Kupecki, dr inż. Marcin Błesznowski oraz mgr inż. Michał Wierzbiński są aktywnie zaangażowani w działania Grup Roboczych ds. Rozwoju Krajowego Łańcucha Wartości Gospodarki Wodorowej, działających na rzecz realizacji postanowień Polskiej Strategii Wodorowej oraz reprezentują Instytut w Dolinach Wodowych – Mazowieckiej, Podkarpackiej, Dolnośląskiej, a także uczestniczą w spotkaniach Centralnego Klastra Wodorowego.

W 2022 roku kadra Zakładu Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych zdobyła kilka istotnych nagród i wyróżnień. Dwoje doktorantów:

mgr inż. Magdalena Kosiorek oraz mgr inż. Stanisław Jagielski otrzymało stypendium Rektora Politechniki Warszawskiej dla najlepszych doktorantów uczelni. Dr inż. Agnieszka Żurawska otrzymała Nagrodę Naukową w IV edycji konkursu o nagrodę im. Prof. Waltera Hermana Nernsta w kategorii Osiągnięcie Praktyczne za nowe rozwiązanie konstrukcyjne i procesowe uszczelnień stosów stałotlenkowych ogniw elektrochemicznych oraz struktur warstwowych, wytwarzanych z zastosowaniem innowacyjnej metody opartej na metodach przyrostowych. Dr inż. Anna Niemczyk otrzymała stypendium START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej dla najzdolniejszych naukowców do 30 roku życia. Dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn został wyróżniony stypendium im. Bekkera Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (NAWA) oraz nagrodą STEM Impact Award Polsko-Amerykańskiej Komisji Fulbrighta.

Do istotnych osiągnięć CPE w roku 2022 zaliczyć należy wykonanie, zintegrowanie i wykazanie założonej funkcjonalności pierwszej, polskiej instalacji rSOC klasy 10 kW w ramach umowy komercyjnej, stanowiącej część realizacji projektu HYDROGIN. Ponadto, niewątpliwym osiągnięciem było wykonanie i odbiór dwóch prototypów układu mikrokogeneracyjnych na bazie SOFC klasy 1 kW zasilanych wodorem i gazem ziemnym, w ramach projektu komercyjnego zleconego przez PGNiG, Grupa Orlen – projekt „Mikrokogeneracja H<sub>2</sub>”. Pośród osiągnięć należy również wspomnieć o otrzymaniu finansowania pierwszej fazy projektu MEGA-SOE, dofinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, współrealizowanego z Grupą Orlen. Projekt podzielony jest na trzy fazy: faza I – studium wykonalności, faza II – opracowanie i konstrukcja prototypowego klasy 400 kW (SOE) z możliwością pracy w trybie kogeneracyjnym (moc 150 kW w SOFC), faza III – opracowanie i konstrukcja demonstratora układu elektrolizy klasy 5 MW o całkowitym budżecie projektu ponad 107 mln zł.

# Zakład Badań Urządzeń Energetycznych (CUE)

Kierownik: **mgr Paweł Mrugała**  
Tel. 42 640 08 21  
[cue@ien.com.pl](mailto:cue@ien.com.pl)



## Zakład Badań Urządzeń Energetycznych (CUE)

Zakład posiada ponad 40-letnie doświadczenie w zakresie badań kotłów, palników i urządzeń grzewczych opalanych paliwami stałymi. Zakład świadczy także usługi doradcze i eksperckie w ww. zakresie. Klientami Zakładu są zleceniodawcy krajowi oraz zagraniczni (Niemcy, Łotwa). Zakład współpracuje z producentami zrzeszonymi w Izbie Gospodarczej Urządzeń OZE.

Pracownicy CUE biorą udział w pracach komitetów technicznych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

### Zakres badań

Zakład wykonuje:

- badania, oceny i certyfikacje kotłów oraz innych urządzeń grzewczych i energetycznych w ramach uprawnień wynikających z posiadanej notyfikacji i akredytacji,
- projekty kotłów, urządzeń i systemów grzewczych, armatury wraz z dokumentacją techniczną,

- analizy spalania paliw alternatywnych i odpadów oraz badania i projekty urządzeń do ich wykorzystania.

Laboratoria Zakładu prowadzą badania i pomiary następujących urządzeń grzewczych:

- pieców, kotłów i turbin,
- chłodni wentylatorowych,
- urządzeń grzewczych i odpylających,
- ogrzewaczy pomieszczeń akumulacyjnych stalowych i ceramicznych,
- przenośnych pieców metalowych, kuchni i kominów opalanych paliwami stałymi,
- palników opalanych peletami i innymi paliwami biomasowymi,

w tym:

- pomiary parametrów czynnika grzewczego,
- pomiary parametrów spalin: temperatury, ciśnienia i składu chemicznego,
- pomiary emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłów w gazach odlotowych,
- pomiary siatkowe temperatury i składu spalin,
- badania sprawności kotłów, turbin chłodni.

### Jednostki wchodzące w skład Zakładu i ich metody badań

W skład Zakładu wchodzi 2 laboratoria posiadające akredytację Polskiego Centrum Akredytacji oraz Centrum Badań Urządzeń Grzewczych Małej Mocy (CG). W Zakładzie wdrożony jest międzynarodowy standard w zakresie zarządzania jakością w laboratorium badawczym i wzorującym – ISO/IEC 17025:2005.

- **Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych (LG)** posiadające akredytację PCA nr AB 087 wykonuje badania i pomiary urządzeń grzewczych małej mocy opalanych paliwami stałymi: kotłów grzewczych, kominków, wkładów kominkowych, kuchni, ogrzewaczy pomieszczeń, akumulacyjnych ogrzewaczy pomieszczeń. Ponadto Laboratorium wykonuje badania innych, w tym nietypowych i prototypowych urządzeń grzewczych. Badania wykonywane są w laboratorium oraz w warunkach eksploatacyjnych zgodnie z posiadanym zakresem akredytacji i notyfikacji.

W Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych (LG) wszystkie procedury badawcze oparte są na znormalizowanych metodach badawczych (w procedurach i zakresie akredytacji odwołanie wprost do normy): PN-EN 303-5:2012, PN-M-34452:1999, PN-EN 13240:2008, PN-EN 13229:2002, PN-EN 12815:2004, PN-EN 12809:2002, PN-EN 15250:2009, PN-EN 14785:2009.

- **Laboratorium Badań Kotłów, Turbin, Urządzeń Grzewczych i Odpylających oraz Emisji Pyłowo-Gazowej (LK)** posiadające akredytację PCA nr AB 048 wykonuje pomiary w warunkach laboratoryjnych, przemysłowych oraz w energetyce zawodowej zgodnie z posiadanym zakresem akredytacji: badania bloków energetycznych,



kotłów wodnych i parowych energetycznych, przemysłowych, wodnych ciepłowniczych, palników na pelety, energetycznych turbin parowych, urządzeń pomocniczych kotłów i turbin, a w szczególności obrotowych podgrzewaczy powietrza, instalacji młynowych, urządzeń odpylających, układów regeneracji, wymienników regeneracyjnych i ciepłowniczych; chłodni, pomiary emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych; badania urządzeń energetycznych i przemysłowych poza zakresem akredytacji; badania rozkładu temperatury wewnątrz urządzeń technologicznych i wewnątrz pomieszczeń; pomiary strumieni masy czynników grzewczych oraz pomiary ciepłobilansowe urządzeń energetycznych; badania odbiorcze instalacji rozładunku i transportu biomasy; dokumentację uwierzytelniającą oraz opinie i ekspertyzy w zakresie „czerwonych” i „zielonych” certyfikatów; projekty systemów pomiarowych; audyty energetyczno-technologiczne; ekspertyzy układów odpylania małych kotłowni

Laboratorium posiada zwalidowaną, objętą akredytacją procedurę obliczeń ciepło-przepływowych turbin parowych. Dotyczy ona turbin różnych typów i wielkości, różniących się konstrukcją, układem technologicznym oraz opomiarowaniem. Pozostałe dokumenty odniesienia to znormalizowane metody badawcze (w procedurach i zakresie akredytacji odwołanie wprost do normy): PN-EN 12952-15:2006, PN-EN 12953-11:2006, PN-EN ISO 5167-1:2005, PN-M-34130.01:1989, PN-EN ISO 1953:1999, PN-M-34131:1999, PN-M-34126:2004, ASME Performance Test Codes nr PTC 4.3-1968, PN-EN 15270:2008, PN-Z-04030-7:1994, PN-EN 13284-1:2007, PN-ISO 10396:2001, PN-ISO 7935:2000, PN-EN 15058:2006, PN-EN 14792:2006, PN-EN 14789:2006, PN-EN 15456:2008, PN-EN 50963-2:2000, PN-M-34801.01:1987, PN-ISO 1928:2002,

PN-G-04511:1980, PN-ISO 1171:2002, PN-G-04584:2001, PN-G-04516:1998, PN-EN 14918:2010.

- **Centrum Badań Urządzeń Grzewczych Małej Mocy (CG)** realizuje badania naukowe i prace rozwojowe w zakresie projektowania i doradztwa dla producentów kotłów i urządzeń grzewczych, badania i pomiary na potrzeby przemysłu w zakresie spełnienia wymagań norm i przepisów, badania urządzeń grzewczych nieobjęte zakresem akredytacji, badania i projekty instalacji do termicznej utylizacji odpadów wraz z badaniami emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłu, pomiary i analizy w zakresie racjonalizacji i efektywności zużycia energii, analizy techniczno-konstrukcyjne, ekspertyzy techniczne i technologiczne.

#### Działalność w roku 2022

W 2022 r. Zakład CUE kontynuował realizację prac komercyjnych w zakresie badań kotłów i urządzeń grzewczych opalanych paliwami stałymi, głównie biomasowymi dla klientów krajowych i zagranicznych. Wykonano badania 40 typów wodnych kotłów grzewczych oraz 45 wkładów kominkowych, ogrzewaczy pomieszczeń i kuchni grzewczych na potrzeby oceny i weryfikacji właściwości użytkowych zgodnie z udzieloną notyfikacją UE nr 1452 do Rozporządzenia nr 305/2011 CPR.

W ramach prac finansowanych przez PARP w Zakładzie prowadzono badania we współpracy ze Zleceniodawcą, których celem było „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnych i proekologicznych piecyków peletowych”.

Zakład ściśle współpracuje z producentami zrzeszonymi w Izbie Gospodarczej Urządzeń OZE.



## Jednostka Centralna Pion Elektryczny

**Pion Elektryczny** jest jednym z czterech pionów Jednostki Centralnej Instytutu Energetyki. W skład Pionu wchodzi następujące jednostki:

- EAZ – Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń,
- EI – Zakład Izolacji,
- EMS – Laboratorium Maszyn Elektrycznych (do 31.07.2022 r.)
- EOS – Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwpzepięciowej,

- EUR – Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych,
- EWP – Laboratorium Wielkoprdowe.

Większość jednostek Pionu zlokalizowana jest w **Warszawie, ul. Mory 8**, z wyjątkiem Zakładu Izolacji, który mieści się w **Poznaniu, ul. Przędzniczki 3**.

Kierownikiem pionu od 1.08.2022 r. jest dr inż. Przemysław Berowski (wcześniej mgr inż. Grażyna Wieczorek).

# Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń (EAZ)

Kierownik: **mgr inż. Emil Tomczak**  
Tel. 22 836 89 24  
lab.eaz@ien.com.pl



**Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń** realizuje prace związane z badaniami laboratoryjnymi i eksploatacyjnymi zabezpieczeń i opracowywaniem nowych koncepcji zastosowania techniki mikroprocesorowej na potrzeby elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Prowadzone są prace polegające na opracowywaniu, konstruowaniu i krótkoseryjnej produkcji zabezpieczeń (zabezpieczenia różnicowe transformatorów, generatorów i silników) oraz sprzętu do badań elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (testery zabezpieczeń). Sporządzane są ekspertyzy dopuszczające urządzenia elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej do zastosowań w energetyce.

Kadra ekspertów Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń świadczy także usługi w zakresie wykonywania prac analitycznych polegających na weryfikacji poprawności bądź doborze nastaw zabezpieczeń (analizy zabezpieczeń w sieciach przemysłowych oraz bloków wytwórczych dużej mocy), tworzeniu projektów koncepcyjnych układów automatyki zabezpieczeniowej

(w tym także projektów wykonawczych). Wykonywane są także ekspertyzy poawaryjne w dziedzinie elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej.

W ramach działalności naukowej Instytutu Energetyki, Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń prowadzi także cykliczne prace badawczo-rozwojowe, pozwalające na nieustanne podnoszenie swoich kompetencji, zdobywanie unikalnego doświadczenia i wiedzy w zakresie problematyki elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej.

## Zakres badań

Zakres realizowanych prac obejmuje wykonywanie:

- testera zabezpieczeń typu: UTC-GT i UTC-GT2,
- wymuszalnika prądu typu: DOK600, DOK1800 i DOK2400,
- cyfrowego zabezpieczenia różnicowoprądowego dla transformatora dwu i trójfazowego typu: RRTC2 i RRTC3,



- badań laboratoryjnych opuszczających urządzenie elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej,
- testów i uruchomienia urządzeń zabezpieczeniowych na obiektach,
- opracowań i wdrożeń do produkcji urządzeń do badania i kontroli automatyki zabezpieczeniowej,
- opracowywanie konstrukcji nietypowych zabezpieczeń,
- projektów koncepcyjnych i wykonawczych układów zabezpieczeń elektrycznych dla generatorów i bloków generator-transformator (bloków energetycznych) oraz sieci średnich i wysokich napięć,
- obliczeń zwarciovych dla sieci średnich i wysokich napięć,
- analiz sieciowych pod kątem doboru i weryfikacji nastaw zabezpieczeń,
- analiz sieciowych pod kątem podatności ferrozonansowej, rezonansowej oraz przepięć atmosferycznych i łączeniowych.

### Działalność w roku 2022

Działalność Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń w roku 2022 obejmowała realizację dwóch prac statutowych. Pierwsza z prac została wykonana przy współpracy z Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych (EUR) oraz pracownią DZE-3. Praca statutowa dotyczyła badania efektywności tłumienia prototypowego tłumika drgań ferrozonansowych współpracującego z niekonwencjonalnymi elektronicznymi przekładnikami pomiarowymi w sieciach średnich napięć. Wyniki przeprowadzonych badań stanowiły podstawę do rozpoczęcia prac nad komercyjną wersją tłumika drgań ferrozonansowych, który to będzie przedmiotem dalszych

prac badawczo-rozwojowych prowadzonych przez laboratorium.

Druga z prac została wykonana przy współpracy z Pracownią Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwprzepięciowej (EOS). Praca statutowa dotyczyła wykonania badań terenowych oraz udoskonalenia prototypu autonomicznej przystawki do analizy stanu ograniczników przepięć montowanej do typowych liczników zadziałała ograniczników przepięć. W ramach wykonywanej pracy zbudowano analizator stanu ograniczników przepięć oraz opracowano nowy algorytm służący do analizy danych pomiarowych.

Działalność Laboratorium w roku 2022 obejmowała również realizację prac analitycznych dotyczących obliczeń zwarciovych dla sieci elektroenergetycznych zakładów przemysłowych, analiz sieciowych wykonywanych pod kątem doboru nastaw zabezpieczeń czy koncepcji układu zabezpieczeń dla dwóch bloków wytwórczych dużej mocy.

Zespół wykonał liczne badania przekaźników zabezpieczeniowych, w tym przekaźnika realizującego automatykę regulacji napięcia transformatora oraz badania eksploatacyjne przekaźników zabezpieczeniowych generatora i rozdzielni potrzeb własnych elektrociepłowni.

W zakresie produkcji laboratorium wdrożyło do sprzedaży urządzenie zabezpieczeniowe realizujące zabezpieczenie różnicowe generatora i silnika wysokiego napięcia.

Pracownicy laboratorium wygłosili dwa referaty konferencyjne dotyczące ferrozonansu w sieciach średnich napięć oraz badania wybranych funkcji zabezpieczeniowych za pomocą testera UTC-GT2.

## Zakład Izolacji (EI)

Poznań, ul. Prąszniczki 3  
Tel. 61 852 52 04  
zaklad.isolacji@ien.poznan.pl

Kierownik: **mgr inż. Krzysztof Pietrzak**  
Tel. 602 241 411  
krzysztof.pietrzak@ien.poznan.pl



**Zakład Izolacji** prowadzi prace badawcze i analizy związane z wysokonapięciowymi maszynami, głównie turbogeneratorami i hydrogeneratorami dużej mocy w zakresie technologii i diagnostyki układów izolacyjnych oraz procesów starzeniowych izolacji uzwojeń.

### Zakres badań

- badania diagnostyczne wysokonapięciowych maszyn elektrycznych – w szczególności badań izolacji uzwojeń turbogeneratorów i hydrogeneratorów dużej mocy,
- badania i analizy intensywności wyładowań niepełnych izolacji uzwojeń stojanów generatorów, wykonywanych w trybie *off-line* i *on-line*,
- badania i pomiary parametrów dielektrycznych materiałów i układów izolacyjnych oraz elementów uzwojeń,
- ekspertyzy z badań i analiz wyników oraz ocen stanu technicznego izolacji uzwojeń generatorów,
- nadzory technologiczne nad wytwarzaniem nowych stojanów i wirników generatorów, a także nad remontami i modernizacjami wysokonapięciowych maszyn wirujących już pracujących,

- badania, pomiary i próby odbiorcze nowych, remontowanych i modernizowanych generatorów oraz wykonywanie badań i ekspertyz poawaryjnych,
- zalecenia eksploatacyjne, remontowe i modernizacyjne dla eksploatatorów generatorów, w zakresie układów izolacyjnych uzwojeń,
- badania wpływu narażeń elektrycznych i termicznych na stan układów izolacyjnych uzwojeń wysokonapięciowych oraz prób starzeniowych ich elementów,
- prace rozwojowe z zakresu technologii układów izolacyjnych i ochrony przeciwjarzeniowej uzwojeń generatorów.

### Metody badań

Zakład Izolacji posiada laboratorium wysokonapięciowe oraz mobilną przyczepę pomiarową do badań na obiektach energetycznych. Prowadzone badania izolacji i układów izolacyjnych bazują głównie na pomiarach intensywności wyładowań niepełnych, współczynnika strat dielektrycznych i rezystancji.

Badania wykonywane są nowoczesną aparaturą pomiarową, a proces badawczy wspomagany jest przez specjalistyczne oprogramowanie komputerowe z szeroką bazą danych z przeznaczeniem do wykonywania analiz diagnostycznych i porównawczych oraz śledzenia procesów starzeniowych izolacji.

### Działalność w roku 2022

W ramach działalności statutowej Zakład Izolacji prowadził pracę dotyczącą analizy wyników badań wyładowań niezupełnych pod kątem pozyskania nowych wzorców ich źródeł w układach izolacyjnych uzwojeń stojanów generatorów

W opracowaniu przedstawiono analizę wyników przeprowadzonych badań wyładowań niezupełnych, koncentrując się na zebranych obrazach PRPD w perspektywie poszerzenia wiedzy o występujących defektach i możliwości dokładniejszego określenia ich lokacji. W tym celu przeprowadzono próbę starzeniową VET dla dwóch nowo wytworzonych prętów, rejestrując zmiany w obrazach wnz i parametrach podczas pomiarów w trybie monitoringu, jak i pozyskując dane przed i po zakończeniu tej próby.

W roku 2022 Zakład Izolacji w ramach 20 umów/zleceń wykonał 52 ekspertyzy obejmujących badania specjalistyczne uzwojeń różnego typu turbogeneratorów dla elektrowni i elektrociepłowni oraz hydrogeneratorów dla elektrowni wodnych. Miały one na celu ocenę stanu technicznego izolacji uzwojeń, wydanie zaleceń eksploatacyjnych i remontowych oraz prognozowanie czasu życia izolacji. Wykonywane badania porównawcze izolacji uzwojeń stojanów generatorów przed i po remontach, głównie pomiary wyładowań niezupełnych, stanowiły podstawę do oceny jakości wykonania remontu.

Zakład przeprowadził jeden nadzór technologiczny modernizacji turbogeneratorów w EC Gdynia, gwarantującą wysoką jakość wykonania.



# Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwprzepięciowej (EOS)



Kierownik: **mgr inż. Hubert Śmietanka**

Tel. 22 345 13 31

eos@ien.com.pl

**Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwprzepięciowej (EOS)** wykonuje prace badawczo-rozwojowe oraz ekspertyzy związane z oddziaływaniem urządzeń elektrycznych i radiokomunikacyjnych na środowisko, diagnostyki ograniczników przepięć średniego i wysokiego napięcia metodami *off-line* i *on-line*, pomiarami mocy akustycznej transformatorów, dławików, prefabrykowanymi stacjami transformatorowymi WN/nn oraz badaniami struktur warystorów i elementów dociskowo-centrujących metodami mikroskopii elektronowej.

Zespół Pracowni prowadzi analizy, wykonuje opracowania i ekspertyzy oraz wydaje opinie i zalecenia w zakresie ochrony przeciwprzepięciowej i kompatybilności elektromagnetycznej EMC.

Pracownia posiada akredytację PCA nr AB 252 w zakresie badań akustycznych i hałasu oraz badań dotyczących inżynierii środowiska – w szczególności pola elektromagnetycznego w środowisku pracy i ogólnym. Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwprzepięciowej spełnia wymagania PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02.

## Zakres badań

W Pracowni prowadzone są różnego typu badania środowiskowe – badania pola elektromagnetycznego w zakresie od 0 Hz do 60 GHz, pomiary hałasu i zakłóceń radioelektrycznych od obiektów elektroenergetycznych, badania hałasu przemysłowego w środowisku i pomiary hałasu w budynkach mieszkalnych, badania mocy akustycznej stacji

transformatorowych oraz pomiary pól elektromagnetycznych, hałasu infradźwiękowego i słyszalnego od siłowni wiatrowych. W zakresie działań Pracowni znajduje się też diagnostyka ograniczników przepięć i liczników zadziałań, termowizja w środowisku ogólnie dostępnym (sąsiedztwo obiektów elektroenergetycznych), a także pomiary parametrów linii WN (napięcia rażenia, prądy indukowane, zgodność faz, parametry rezystancyjne i impedancyjne, rezystancja uziemień).

Pracownia wykonuje ekspertyzy i opinie techniczne związane z wykorzystaniem terenów w otoczeniu obiektów elektroenergetycznych i oddziaływaniem ich na ludzi, środowisko i infrastrukturę techniczną.

#### Metody badawcze

Pracownia prowadzi badania (z wykorzystaniem wzorcowych stanowisk pomiarowych WKPE-1/50Hz i WKPM-1/50Hz wykonanych przez pracownię EOS) wzorcowania i sprawdzania mierników natężenia pola elektrycznego i magnetycznego niskiej częstotliwości, sprawdzania skuteczności ekranowania pola elektrycznego, badania prądów upływnościowych w ogranicznikach przepięć, prób nieniszczących ograniczników przepięć i oceny poprawności wskazań mierników pola elektromagnetycznego. Do badania ograniczników przepięć stosowana jest analiza Fouriera przebiegów prądowych i analiza struktur elementów wewnętrznych ograniczników.

#### Działalność w roku 2022

Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska w 2022 roku zrealizowało prawie 50 prac badawczo-pomiarowych na zlecenie podmiotów gospodarczych wielu branż. Wykonało przy tym

setki badań hałasu oraz dziesiątki badań innych czynników szkodliwych i uciążliwych na stanowiskach pracy. Wyniki prac laboratorium nieustannie pomagały pracodawcom i służbom BHP w polepszaniu bezpieczeństwa i warunków pracy. Były bodźcem m.in. do wykonania modernizacji instalacji parowo-ciśnieniowej w celu zmniejszenia poziomu hałasu na stanowisku pracy.

Wyniki badań posłużyły również do identyfikacji źródeł hałasu przy linii produkcyjnej i zoptymalizowaniu jej pracy z zachowaniem wydajności, przy jednoczesnym zmniejszeniu hałasu na stanowisku, co miało przełożenie również na pobór energii.

Wykonane liczne pomiary oświetlenia na stanowiskach pracy pomogły efektywniej wykorzystać istniejące w danej lokalizacji lampy oświetleniowe oraz zredukować zużycie energii.

# Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych (EUR)

Kierownik: **dr inż. Przemysław Berowski**  
Tel. 797 709 683  
eur@ien.com.pl



**Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych** realizuje prace badawczo-rozwojowe oraz badania urządzeń elektro-energetycznych wysokiego, średniego i niskiego napięcia. Laboratorium posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AB 324 w zakresie badań elektrycznych i mechanicznych wyrobów i wyposażenia elektrycznego oraz rekomendację ENERGOSERT w zakresie uznawalności wyników badań wykonywanych wg norm GOST R, IEC oraz PN-EN w systemie certyfikacji GOST R i w systemie certyfikacji ENERGOSERT. Laboratorium jest członkiem POLLAB (Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych) stowarzyszonego z EUROLAB (Europejską Organizacją Laboratoriów Badawczych).

## Zakres badań

- badania rozdzielnic niskiego napięcia i kablowych rozdzielnic szafowych nn, rozdzielnic i złączy kablowych prefabrykowanych stacji transformatorowych SN/nn, uziemiaczy przenośnych i uziomów, łączników SN i nn, zestawów rozłączników z bezpiecznikami WN i nn, podstaw bezpiecznikowych i bezpieczników WN i nn, przekładników prądowych,
- próby wytrzymałości zwarciowej urządzeń i aparatury łączeniowej w obwodzie trójfazowym do 150kA/3 s, 125kA/5 s i w obwodzie jednofazowym do 200kA/3 s,
- próby wytrzymałości zwarciowej ograniczników przepięć do 123kV,
- próby wytrzymałości zwarciowej zespołów transformator-prostownik,
- próby wytrzymałości dynamicznej transformatorów rozdzielczych do 36kV i specjalnych do 120kV,
- próby wytrzymałości zwarciowej dławików i transformatorów uziemiających,
- próby zdolności łączenia wyłączników, rozłączników, zestawów rozłączników z bezpiecznikami oraz reklozerów na napięcia znamionowe do 36kV,
- próby zdolności łączenia odłączników i uziemników do 550kV,

- próby nagrzewania prądem znamionowym urządzeń energetycznych do 20kA AC i 4kA DC,
- badania nagrzewania transformatorów rozdzielczych i przekładników,
- badania odporności na działanie łuku wewnętrznego rozdzielnic i złączy SN i nn, rozdzielnic GIS i prefabrykowanych stacji transformatorowych SN/nn,
- próby odporności na działanie łuku elektrycznego do 40kA łańcuchów izolatorów do 420kV,
- próby wytrzymałości zwarciowej i wytrzymałości mechanicznej przekładników prądowych, napięciowych i kombinowanych do 145kV,
- charakterystyki czasowo-prądowe oraz próby zdolności wyłączania bezpieczników topikowych i gazowymuchowych do 36kV,
- próby działania mechanicznego i trwałości mechanicznej aparatury rozdzielczej i osprzętu,
- badania szynoprzewodów i mostów szynowych WN i nn,
- badania osprzętu do linii napowietrznych i kablowych,
- badania przewodów do linii napowietrznych i przewodów światłowodowych,
- sprawdzenie stopnia ochrony do IP45 oraz IK10.

#### Metody badawcze

Laboratorium sieciowe zasilane jest z systemu 220 kV/110 kV przez autotransformator 230/120 kV/kV, 160 MVA. Laboratorium wykonuje badania z wykorzystaniem: trzech transformatorów zwarciowych o mocy zwarciowej 580 MVA/5s, napięciu pierwotnym 115,5 kV i napięciu wtórnym 1 – 32 kV z regulacją co 1 kV, trzech transformatorów zwarciowo – grzejnych o parametrach na jednostkę 15/0,8/0,4/0,2/0,1 kV/kV i mocy zwarciowej

2 000 kVA oraz trzech transformatorów zwarciowych 15 kV / 346 V o łącznej mocy zwarciowej 5 sekundowej 130 MVA.

#### Działalność w roku 2022

W ramach działalności statutowej Laboratorium współuczestniczyło w realizacji pracy statutowej Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń dotyczącej badania efektywności tłumienia prototypowego tłumika drgań ferorezonansowych współpracujących z niekonwencjonalnymi elektronicznymi przekładnikami pomiarowymi w sieciach średnich napięć. Laboratorium w ramach dwóch prac statutowych współpracowało z Zespołem ds. Certyfikacji i Inspekcji, w zakresie analizy rozkładu temperatury oraz obliczenie sił elektrodynamicznych na szynach zbiorczych rozdzielnic przemysłowej niskiego napięcia podczas przepływu prądu znamionowego oraz prądu zwarcia w warunkach laboratoryjnych oraz analizie metody ograniczania skutków narażenia na oddziaływanie łuku elektrycznego przez zastosowanie odpowiednich materiałów składowych odzieży ochronnej. W ramach pracy statutowej EMS i DZE-1 Laboratorium wykonało badanie na modelu nagrzewania w miejscu styku elementarnego przewodnika pręta stojana turbogeneratorsa z odizolowaną od niego rurką stalową.

Na zamówienie partnerów przemysłowych Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych w 2022 r. wykonało łącznie ponad 69 różnego typu prac badawczych i ekspertyz. Prace te obejmowały próby zwarciowe, próby zdolności łączeniowej, próby mechaniczne, testy zwarcia udarowego, próby nagrzewania i badania łukochronności. Przedmiotem badań były różnej mocy transformatory, rozłączniki napowietrzne, odłączniki, uziemniki, wkładki bezpiecznikowe, złącza kablowe i rozdzielnice.

# Zakład Wysokich Napięć (EWN)

Kierownik: **mgr inż. Joanna Czupryńska**

Tel. 22 345 13 92

ewn@ien.com.pl



**Zakład Wysokich Napięć** wykonuje ekspertyzy oraz badania urządzeń elektroenergetycznych średnich i wysokich napięć. W skład Zakładu wchodzi Laboratorium Wysokich Napięć posiadające akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AB 272 na:

- badania napięciem udarowym piorunowym (do 4,5 MV) i łączeniowym (do 2,8 MV),
- badania napięciem przemiennym (do 860 kV),
- pomiary zakłóceń radioelektrycznych,
- pomiary wyładowań niezupełnych,
- badania termomechaniczne i mechaniczne izolatorów oraz ograniczników przepięć,
- próby odporności na wyładowania pełzne i erozję polimerowych osłon izolacyjnych,
- badania zabrudzeniowe izolatorów ceramicznych.

Dodatkowo laboratorium posiada możliwość wykonywania wielu innych badań z zakresu wysokonapięciowej techniki probierczo pomiarowej, w tym między innymi:

- prób wytrzymałości elektrycznej przy napięciu stałym do 200 kV,

- pomiaru błędów przekładników prądowych, napięciowych i kombinowanych,
- pomiaru parametrów metrologicznych dzielników napięć przemiennych i udarowych,
- kalibracji rejestratorów napięć impulsowych,
- badania urządzeń i wyposażenia do prac pod napięciem,
- badania eksperymentalne i konstruktorskie z wykorzystaniem aparatury wysokonapięciowej,
- badania wytrzymałości elektrycznej reklozerów,
- badania wytrzymałości elektrycznej bezpieczników topikowych wysokonapięciowych,
- badania elektryczne dławików,
- badania elektryczne kabli i osprzętu kablowego w mgłę wodnej i solnej.

W roku 2022 rozszerzono zakres wykonywanych usług w ramach zakresu akredytacji o badania elektryczne następujących urządzeń:

- osprzęt linii i stacji,
- osprzęt do linii kablowych,
- rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe,



- wyłączniki niskiego napięcia,
- rozłączniki, odłączniki, rozłączniki,
- izolacyjne i zestawy łączników z bezpiecznikami topikowymi, niskiego napięcia,
- rozdzielnice prądu przemiennego w obudowie metalowej i izolacyjnej, wysokiego napięcia.

W Laboratorium wdrożony jest system zarządzania jakością zgodny z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02.

#### Zakres badań

- badania w zakresie akredytacji napięciem udarowym i przemiennym oraz pomiary zakłóceń radioelektrycznych izolatorów, łańcuchów izolatorów, stacji rozdzielczych, aparatury łączeniowej, przekładników prądowych i napięciowych, transformatorów, ograniczników przepięć, kabli i osprzętu kablowego, osprzętu linii napowietrznych i stacji oraz sprzętu BHP i gaśnic,
- badania i próby w zakresie norm polskich, jak i międzynarodowych, w tym IEC, IEEE, BS i GOST,
- badania mechaniczne i zabrudzeniowe izolatorów,
- badania wytrzymałości elektrycznej reklozerów,
- badania elektryczne bezpieczników topikowych wysokonapięciowych, • badania elektryczne dławików,
- badania elektryczne kabli i osprzętu kablowego w mgłę wodnej i solnej,
- ekspertyzy dotyczące oceny wyników badań izolatorów, przewodów OPGW i systemów kablowych do wydania certyfikatów zgodności,
- szkolenia w zakresie prowadzenia prac pod napięciem.

#### Metody badawcze

Laboratorium Wysokich Napięć posiada największą w Polsce Halę Wysokich Napięć o wymiarach 50x50x33 m z pełnym zapleczem technicznym niezbędnym do załadunku i montażu obiektów badań. Laboratorium dysponuje wyposażeniem pozwalającym na wykonywanie badań napięciowych i mechanicznych w zróżnicowanych warunkach środowiskowych.

Przed Halą Wysokich Napięć znajduje się pole napowietrzne o powierzchni około 4000 m<sup>2</sup>, na którym możliwe jest prowadzenie badań napięciowych przy wyprowadzeniu napięć probierczych z tej hali.

#### Działalność w roku 2022

W ramach pracy statutowej w Laboratorium Wysokich Napięć wykonano pracę badawczą polegającą na określeniu funkcjonalności i ustaleniu parametrów prototypów wskaźników napięć i uzgadniaczy faz na podstawie przeprowadzonych prób i badań. Rezultatem tych badań będą prototypy wskaźników i uzgadniaczy faz, na których zostaną przeprowadzone próby konstrukcyjne, laboratoryjne i próby typu. Na zlecenie partnerów przemysłowych Laboratorium wykonało ponad 160 różnego typu prac badawczych i usług pomiarowych. Prowadzono między innymi badania napięciowe łańcuchów izolatorowych, izolatorów kompozytowych, badania napięciowe napięciem przemiennym o częstotliwości sieciowej oraz badania napięciem udarowym na wyłączniku napowietrznym, wytrzymałości mechanicznej izolatorów przy obciążeniu zmiennym, drążków izolacyjnych, trójfazowego transformatora olejowego, rozłącznika napowietrznego, ograniczników przepięć, badania elektryczne i mechaniczne drążków teleskopowych i nieteleskopowych oraz sprzętu dielektrycznego i BHP.





## Jednostka Centralna Pion Mechaniczny

**Pion Mechaniczny** jest jednym z czterech pionów Jednostki Centralnej Instytutu Energetyki. W skład Pionu wchodzi trzy jednostki:

- MAP – Laboratorium Aparatury Pomiarowej,
- MBM – Zakład Badań i Diagnostyki Materiałów,
- MDT – Pracownia Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń Energetycznych.

Wszystkie jednostki Pionu zlokalizowane są w **Warszawie – Siekierki, ul. Augustówka 36.**

Kierownikiem Pionu jest **mgr inż. Marek Rusiniak.**

# Laboratorium Aparatury Pomiarowej (MAP)

Kierownik: **mgr inż. Roman Witkowski**  
Tel. 22 3451 446  
map@ien.com.pl



**Laboratorium Aparatury Pomiarowej** jest laboratorium wzorcującym świadczącym usługi w dziedzinie pomiarów temperatury, ciśnienia, wilgotności i wielkości elektrycznych DC i m. cz. Od września 1999 r. Laboratorium posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji Nr AP 013. Realizuje swoje usługi w siedzibie i poza nią.

Od lipca 2021 r., w wyniku rozszerzenia zakresu akredytacji, Laboratorium wykonuje wzorcowania przetworników ciśnienia i ciśnieniomierzy w zakresie (0 ÷ 20) MPa również w miejscu ich instalacji.

Laboratorium jest członkiem organizacji Klub Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB – nr członkowski 084 oraz współpracuje z organizacją POLSKIE FORUM ISO 9000. Kierownik Laboratorium jest Członkiem Zarządu w Klubie Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB. W 2021 r. ponownie został wybrany na 4 letnią kadencję Przewodniczącego Komisji ds. Auditorów Klubu POLLAB. Jest także auditorem wiodącym i technicznym Polskiego Centrum Akredytacji.

## Zakres badań

- wzorcowanie w zakresie wielkości fizycznej: temperatura (czujników termometrów rezystancyjnych, czujników termoelektrycznych, termometrów elektrycznych, elektronicznych, w tym z funkcją rejestrującą, regulatorów, przetworników, kalibratorów temperatury, mierników temperatury, symulatorów temperatury, termometrów manometrycznych, bimetalowych, szklanych cieczowych, komór termostatycznych, termostatów, termobloków, termocyklerów, pieców laboratoryjnych, autoklawów, pirometrów oraz kamer termowizyjnych),
- wzorcowanie w zakresie wielkości fizycznej: wielkości elektryczne DC i m. cz. (multimetrów cyfrowych, amperomierzy, woltomierzy, watomierzy, rezystorów wzorcowych, rezystorów regulowanych, zasilaczy, kalibratorów, mierników cęgowych, boczników prądu stałego),
- wzorcowanie w zakresie wielkości fizycznej: ciśnienie (ciśnieniomierzy sprężynowych,

sygnalizacyjnych, elektronicznych, barometrów, przetworników ciśnienia),

- wzorcowanie w zakresie wielkości fizycznej: wilgotność (higrometrów punktu rosy, psychrometrów, termohigrometrów, przetworników wilgotności, komór klimatycznych),
- pomiary temperatury i wilgotności (m.in. mapowanie) w obiektach technologicznych (hale, magazyny, chłodnie).

### Metody badawcze

W Laboratorium funkcjonuje system zarządzania zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025. Wyposażenie Laboratorium jest nowoczesne, wysoko precyzyjne, skomputeryzowane i zapewnia odniesienie do Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI). Laboratorium bezwzględnie przestrzega realizację harmonogramów kalibracji własnych wzorców pomiarowych. Kierownictwo Laboratorium dokłada wszelkich starań, aby baza wyposażenia Laboratorium była unowocześniana i zapewniała najwyższą jakość wykonywanych pomiarów. Personel posiada wysokie kwalifikacje i ogromne doświadczenie zdobyte w czasie wieloletniej praktyki zawodowej oraz na kursach metrologicznych i szkoleniach dotyczących systemów zarządzania. Procedury i instrukcje pomiarowe w oparciu o zdobywane doświadczenie, rozwój technik pomiarowych oraz wytyczne międzynarodowej organizacji EURAMET podlegają corocznej aktualizacji oraz ocenie przez auditorów jednostki akredytującej Polskiego Centrum Akredytacji. Działania badawcze Laboratorium są tak ukierunkowywane, aby zapewnić stały rozwój nowych technik oraz możliwość dogłębnego poznawania problemów podczas realizacji pomiarów różnych wielkości fizycznych.

### Działalność w roku 2022

W ramach działań statutowych w Laboratorium Aparatury Pomiarowej rozpoczęto przedsięwzięcia w zakresie zbudowania precyzyjnego stanowiska pomiarowego do badania mierników częstotliwości, czasu i generatorów częstotliwości.

Do realizacji pracy wykorzystano wzorzec czasu oparty na sygnale GPS.

W ramach pracy zaprojektowano i uruchomiono Serwer Czasu Rzeczywistego pracujący w lokalnej sieci LAN, funkcjonalność IT wyższego poziomu zbudowano w oparciu o komputer jedнопłytkowy i system operacyjny UNIX-Debian. Zaprojektowano i zaimplementowano oprogramowanie modułu z wykorzystaniem PHP, Java Scripts, języka Python oraz bazy danych. Do komunikacji z wzorcem czasu wykorzystano interfejs szeregowy RS-232.

Część sprzętowa systemu została oparta o precyzyjny miernik częstotliwości i generator przebiegów arbitralnych.

Uruchomiono usługę demona NTP z wykorzystaniem synchronizacji bezpośrednio z wzorca czasu GPS oraz zrealizowano interfejs użytkownika dostępny przez sieć WWW.

Oszacowano podstawowe parametry metrologiczne zbudowanego systemu pomiarowego. Opracowano nową procedurę pomiarową opisaną w instrukcji E/I 4/MAP „Wzorcowanie częstościomierzy i czasomierzy cyfrowych oraz generatorów częstotliwości” oraz dokonano analizy istotnych składowych niepewności pomiaru.

Z wykorzystaniem opracowanego systemu pomiarowego możliwe jest badanie urządzeń w zakresie:

1. Częstościomierze i czasomierze:
  - odchylenie względne częstotliwości (o.w.cz) wewnętrznego generatora podstawy czasu,
  - niestabilność względna częstotliwości wewnętrznego generatora podstawy czasu w czasie co najmniej 7 h,
  - błąd pomiaru częstotliwości
  - błąd pomiaru okresu
  - błąd pomiaru przedziału czasu.
2. Generatory wysokostabilne:
  - odchylenie względne częstotliwości wewnętrznego generatora podstawy czasu,
  - niestabilność względna częstotliwości wewnętrznego generatora podstawy czasu w czasie co najmniej 7 h,
  - błąd odtwarzania częstotliwości.
3. Generatory bezkwarcowe:
  - krótkoterminowa niestabilność względna częstotliwości wewnętrznego generatora podstawy czasu w czasie 15 min,
  - długoterminowa niestabilność względna częstotliwość wewnętrznego generatora podstawy czasu w czasie 3 h;
  - błąd odtwarzania częstotliwości.

Zakres wielkości mierzonych:

- 0,1 Hz ÷ 80 MHz pomiar częstotliwości przy przebiegach prostokątnych i sinusoidalnych,
- 0,1 Hz ÷ 250 MHz pomiar błędu odtwarzania częstotliwości,
- 12,5 ns ÷ 10 s pomiar okresu dla przebiegu prostokątnego i sinusoidalnego,
- 1  $\mu$ s ÷ 1000 s pomiar przedziału czasu.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy niepewności pomiaru określono dokładność zbudowanego stanowiska pomiarowego, co stanowi

podstawę do rozszerzenia zakresu posiadanej przez Laboratorium akredytacji o nowe poddziedziny (zgodnie z załącznikiem do dokumentu PCA DAP-04):

- 10.01 Czas (przedział czasu),
- 10.02 Częstotliwość.

W 2022 r. Laboratorium prowadziło również działalność szkoleniową. Szkolenia obejmowały tematy związane z wzorcowaniem termometrów szklanych cieczowych oraz ciśnieniomierzy.

Kierownik Laboratorium Roman Witkowski był współautorem referatu konferencyjnego pt. „Podstawowe zagadnienia związane z oceną wyników badań transformatorów”, który został wygłoszony na XII konferencji naukowo-technicznej *Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów*.

W ramach działalności w Klubie Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB był organizatorem spotkania z ramienia Komisji ds. Auditorów Klubu POLLAB na temat „*Doskonalenie kompetencji audytora wewnętrznego w zakresie identyfikacji formułowania niezgodności oraz oceny planów działań korygujących*”. Spotkanie miało charakter szkoleniowo – warsztatowy, w którym uczestniczyło ponad 160 osób z całej Polski.

Jako Członek Zarządu Klubu POLLAB aktywnie brał udział w organizacji dwóch tur symposium ogólnopolskiego na temat: „*Rozwój laboratorium poprzez doskonalenie*”. Z symposium zostały wydane materiały szkoleniowe jako praca zbiorowa (ISBN 978-83-945199-4-0) pod redakcją merytoryczną Krystyny Krzyśko i Romana Witkowskiego.

Kierownictwo Laboratorium Aparatury Pomiarowej współpracuje z Polskim Centrum Akredytacji w charakterze auditorów oceniających laboratoria w Polsce w zakresie swoich kompetencji.

# Zakład Badań i Diagnostyki Materiałów (MBM)

p.o. kierownik: **Marcin Maternicki**  
 Tel. 602 440 442  
 mbm@ien.com.pl



**Zakład Badań i Diagnostyki Materiałów** wykonuje badania materiałoznawcze oraz prowadzi szeroko pojętą diagnostykę materiałową i wytrzymałościową urządzeń energetycznych, w szczególności głównych rurociągów pary, wody zasilającej, rurociągów komunikacyjnych, powierzchni ogrzewalnych kotłów, komór przegrzewaczy, systemów zawieszzeń rurociągów oraz walczaków kotłowych.

## Zakres badań

- badania strukturalne materiałów urządzeń energetycznych bezpośrednio na obiektach metodą replik oraz na pobieranych próbkach z wykorzystaniem mikroskopów optycznych i skaningowego mikroskopu elektronowego,
- badania własności mechanicznych materiałów: badania wytrzymałości na pełzanie, statyczne próby rozciągania w temperaturze pokojowej i w temperaturze podwyższonej, badania udarności (oprzyrządowana próba udarności), badania twardości i mikrotwardości sposobem Vickersa, badania rozkładu twardości, określanie głębokości strefy umocnionej,
- badania odkształceń (naprężeń) metodami tensometrii oporowej w elementach pod obciążeniem, badania naprężeń własnych technologicznych i montażowych w elementach urządzeń przed lub po zainstalowaniu,
- diagnostykę systemów zamocowań – badania wszystkich typów zawieszzeń i podparć stało-siłowych, sprężynowych i sztywnych, oceny działania systemów zamocowań rurociągów energetycznych, komór przegrzewaczy itp., opracowywanie wytycznych remontowych i regulacyjnych usprawniających działania systemów zamocowań,
- obliczenia i analizy wytrzymałościowe instalacji rurociągowych z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania,
- badania zużycia korozyjnego i erozyjnego,
- ultradźwiękowe pomiary grubości,
- pomiary efektu Barkhausena,
- pomiary geometryczne,

- oceny stopnia wyczerpania trwałości eksploatacyjnej materiału urządzeń energetycznych i prognozowanie okresu dalszej bezpiecznej eksploatacji,
- opracowania programów diagnostycznych urządzeń energetycznych m.in. długo eksploatowanych rurociągów energetycznych,
- badania poawaryjne.

#### Metody badawcze

Zakład stosuje metody badawcze objęte uznaniem Urzędu Dozoru Technicznego – Świadectwo Uznania nr LBU-064/27-22:

- pomiary twardości metali,
- próby udarności metali,





- próby rozciągania metali,
- badania metalograficzne,
- próby pełzania metali,
- badania tensometryczne oraz pomiary naprężeń własnych,
- ultradźwiękowy pomiar grubości ścianki.

### Działalność w roku 2022

W ramach prac statutowych Zakład MBM zrealizował jedną pracę badawczą. Tematem pracy było określenie wpływu stopnia degradacji na wytrzymałość na pełzanie i budowę mikrostrukturalną nowo opracowanej stali dla energetyki typu Thor 115 (11Cr-0,5Mo-VNbNB). Stal Thor 115 jest nowoczesnym materiałem żarowytrzymałym i żaroodpornym przewidywanym do pracy w temperaturze powyżej 600°C. Możliwość zastosowania stali Thor 115 zgodnie z założeniami – do budowy elementów kotłowych pracujących w wysokich temperaturach i w warunkach znacznego wyężenia – wymaga określenia jej własności mechanicznych, w tym pełzaniowych, w powiązaniu ze zmianami mikrostruktury, co stanowiło cel pracy. Wykorzystano wyposażenie badawcze Zakładu MBM Instytutu Energetyki, przede wszystkim pełzarki, mikroskop optyczny i mikroskop skaningowy. Opracowanie oparto na badaniach własnych i Politechniki Częstochowskiej. Uzyskano szereg danych stanowiących cenne informacje w zakresie własności stali Thor 115 oraz metodyki jej badania. Zakład MBM uczestniczy w realizacji kilkuletniej pracy badawczej kierowanej przez Zakład Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych CPE, której tematem w roku 2022 były badania i rozwój stosów SOC dla potrzeb układów Power-to-X oraz ogniów i stosów SOFC dedykowanych do pracy w temperaturze poniżej 700°C współpracujących z paliwami o strategicznych możliwościach magazynowania energii (amoniak, metanol). Zespoły badawcze Zakładu

MBM wykonały szereg prac badawczych i eksperckich na zamówienie przede wszystkim dużych spółek energetycznych. Spośród zrealizowanych prac należy wymienić kontynuację autorskiego, wieloletniego programu kompleksowego nadzoru diagnostycznego nad głównymi rurociągami pary oraz ciśnieniowymi elementami kotłów w Elektrowni Pątnów i Elektrowni Konin. Wyniki prac umożliwiły opracowanie warunków dalszej bezpiecznej eksploatacji badanych urządzeń, częściowo znacznie poza rewers obliczeniowy (m.in. dopuszczalne parametry ciśnienia i temperatury, zakres wymian i napraw elementów). Uwzględnione zostały zagadnienia obejmujące diagnostykę materiałową i wytrzymałościową głównych rurociągów energetycznych wraz z ich systemami zamocowań. W ramach programu zastosowano liczne metody diagnostyczne nieniszczące i niszczące, w tym metalografię z wykorzystaniem mikroskopii skaningowej i optycznej. Wyniki prac stanowiły podstawę do podjęcia przez Urząd Dozoru Technicznego pozytywnej decyzji odnośnie dalszej eksploatacji rurociągów i komór, mimo nawet ponad trzykrotnego przekroczenia okresu obliczeniowego poszczególnych badanych obiektów. Pracownicy Zakładu MBM na zlecenie ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o. wykonali kolejny etap prac regulacyjnych obejmujących zawieszenia komór przegrzewaczy i rurociągów przerzutowych. Ponadto przeprowadzono badania diagnostyczne elementów rurociągów pary świeżej i wtórnie przegrzanej bloku w PGE GiEK SA Oddział Elektrownia Opole oraz określono aktualny stan materiału badanych elementów. Na podstawie zlecenia Remak-Energomontaż SA pracownicy Zakładu MBM wykonali poawaryjne badania materiałowe rur ekranowych ściany szczelnej kotła biomasowego i określili przyczynę awarii. Zakład MBM wykonał badania metalograficzne i ocenę stanu struktury komór przegrzewacza pary kotła OP-430 w Elektrociepłowni Veolia Energia Łódź SA.

# Pracownia Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń Energetycznych (MDT)

Kierownik: **mgr Dariusz Mężyk**

Tel.: 22 345 11 28

mdt@ien.com.pl



**Pracownia Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń Energetycznych** prowadzi badania oraz wykonuje pomiary, analizy, ekspertyzy i ocenę stanu technicznego urządzeń energetycznych, w szczególności kotłów, rurociągów i turbin.

Laboratorium Pracowni Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń Energetycznych posiada Świadectwo Uznania Laboratorium nr LBU-132/27-18 wydane przez Urząd Dozoru Technicznego w zakresie wykonywania badań laboratoryjnych.

Kierownik Pracowni mgr Dariusz Mężyk pełni funkcję Przewodniczącego Komitetu Technicznego Armatury Przemysłowej i Rurociągów Przemysłowych

Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Pracownik MDT Marek Jaworski jest członkiem Komitetu Technicznego AP i RP PKN. Kierownik Pracowni jest także członkiem Polskiego Towarzystwa Badań Nieniszczących, Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej oraz SPE.

## Zakres badań

- analizy przyczyn awaryjności urządzeń energetycznych,
- oceny zmian położenia przestrzennego układów kocioł – rurociągi – turbina w odniesieniu do stanu projektowego, określenie przemieszczeń dylatacyjnych i spadów odcinków rurociągów,

- korekty położenia przestrzennego rurociągów, naciągów montażowych oraz spadów rurociągów wysokoprężnych i wysokotemperaturowych,
- oceny stanu technicznego i poprawności działania układów zamocowań, prawidłowości ich doboru do rzeczywistych sił obciążających oraz regulację,
- pomiary grubości i twardości elementów ciśnieniowych bezpośrednio na obiekcie,
- pomiary średnic zewnętrznych ścianek elementów urządzeń energetycznych i wyznaczania odkształceń trwałych,
- badania tensometryczne naprężeń i sił w kryterialnych węzłach bloków energetycznych,
- badania naprężeń w elementach konstrukcyjnych metodą magnetyczną z wykorzystaniem efektu Barkhausena,
- badania ultradźwiękowe,
- badania termowizyjne,
- badania endoskopowe,
- obliczenia wytrzymałościowe, przeliczenia programowe naprężeń, dylatacji termicznej, momentów i sił w oparciu o rzeczywiste dane zgodnie z wymaganymi normami europejskimi,
- opracowywanie zakresu zmian modernizacyjnych układów kocioł – rurociągi – turbina na podstawie dostępnej dokumentacji i badań własnych,
- opiniowanie projektów i zmian modernizacyjnych układów kocioł – rurociągi – turbina zgodnie z przepisami UDT.

### Metody badawcze

Pracownia wyposażona jest w specjalistyczną aparaturę pomiarową do badań tensometrycznych

naprężeń, obciążeń, sił, badań naprężeń metodą magnetyczną, badań twardości metodą przenośną, do ultradźwiękowych badań defektoskopowych i pomiarów grubości, badań endoskopowych wizualnych niedoskonałości kształtu oraz nieciągłości powierzchniowej zewnętrznej, wewnętrznej, złączy spawanych, badań termowizyjnych, pomiarów długości i parametrów geometrycznych.

### Działalność w roku 2022

W ramach prac statutowych zespół MDT opracował metodykę korekty naciągów montażowych w rurociągach parowych po przekroczeniu okresu obliczeniowego eksploatacji w celu przedłużenia ich żywotności.

Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań i obliczeń programami ADLPIPE i AUTO PIPE potwierdziły skuteczność metody korekty naciągów montażowych poprzez wycięcie odpowiedniego odcinka rurociągu. W wyniku przeprowadzonej na rurociągach operacji korekty trasy uzyskano poprawę w zakresie wielkości naprężeń badanych kryterialnych obszarów oraz prawidłowości spadów poziomych odcinków rurociągu. Uzyskane wyniki badań i obliczeń potwierdziły skuteczność przedstawionej metody do stosowania na długo eksploatowanych rurociągach w celu wprowadzenia poprawnych naciągów montażowych.

Na zlecenie partnerów przemysłowych zespół MDT zrealizował 7 prac badawczych i eksperckich dla energetyki krajowej. Dotyczyły one oceny stanu technicznego oraz prowadzenia nadzoru nad prawidłową eksploatacją rurociągów wysokoprężnych wraz z układami zamocowań.





## Jednostka Centralna Pion Użytkowania Energii

**Pion Użytkowania Energii został utworzony 1 stycznia 2021 r.** na bazie dotychczasowego Oddziału Techniki Grzewczej i Sanitarnej w Radomiu. Obecnie jest jednym z czterech pionów Jednostki Centralnej Instytutu Energetyki w Warszawie.

W skład Pionu wchodzi 4 jednostki:

- UGA – Laboratorium Badawcze Grzejników i Armatury,
- UOS – Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska,

- USM – Pracownia Systemów Menadżerskich,
- URP – Zespół ds. Realizacji Projektów.

Wszystkie jednostki Pionu zlokalizowane są w **Radomiu, ul. Wilcza 8.**

Kierownikiem Pionu jest **mgr inż. Marlena Małek.**

# Laboratorium Badawcze Grzejników i Armatury UGA)

Kierownik: **mgr inż. Marlena Małek**  
Tel. 691 484 665  
marlena.malek@ien.com.pl



**Laboratorium Badawcze Grzejników i Armatury (UGA)** wykonuje badania wodnych grzejników c.o. i termostatycznych zaworów grzejnikowych oraz armatury wodnej sieci domowej. Klientami Laboratorium są producenci, importerzy oraz dystrybutorzy grzejników i armatury na rynku polskim i unijnym. Laboratorium wykonuje również badania weryfikacyjne dostępnych na polskim rynku grzejników c.o. w ramach prowadzonego nadzoru rynku wyrobów budowlanych przez Główny i Wojewódzkie Inspektoraty Nadzoru Budowlanego.

Laboratorium posiada akredytację PCA nr AB 143 oraz notyfikację UE nr 1452 do Rozporządzenia Nr 305/2011 (CPR).

## Zakres badań

Laboratorium wykonuje badania grzejników wodnych, zaworów grzejnikowych i armatury służące ocenie zgodności z aktualnymi normami, znakowaniu CE oraz znakowaniu wyrobów znakiem budowlanym B.

Laboratorium prowadzi badania typu grzejników wg EN 442-1:2014, badania termostatycznych zaworów grzejnikowych wg PN-EN 215:2020-01 oraz badania armatury wodnej i c.o. wg PN-PN-M-75002:2016-10 i PN-M-75019:2016-10.

## Działalność w roku 2022

Laboratorium zrealizowało badania kilkudziesięciu modeli grzejników oraz armatury. Dokonano oceny i weryfikacji właściwości użytkowych (AVCP System3) wodnych grzejników centralnego ogrzewania dla celów znakowania znakiem zgodności europejskiej CE oraz znakiem budowlanym B. Wykonano badania weryfikacyjne dostępnych na polskim rynku grzejników c.o. w ramach prowadzonego nadzoru krajowego rynku wyrobów budowlanych przez Główny i Wojewódzkie Inspektoraty Nadzoru Budowlanego.

Na rzecz krajowych i zagranicznych producentów oraz importerów przeprowadzono badania armatury przed wprowadzeniem ich wyrobów na rynek krajowy i UE.

# Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska (UOS)

Kierownik: **mgr inż. Bartłomiej Sobczak**  
 Tel. 601 455 160  
 bartlomiej.sobczak@ien.com.pl



## Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska (UOS)

jest akredytowanym laboratorium świadczącym usługi w dziedzinie badań i pomiarów czynników szkodliwych i uciążliwych na stanowiskach pracy oraz hałasu pochodzącego od instalacji i urządzeń zakładów przemysłowych.

Od 2004 roku posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AB 458.

### Zakres badań

W zakresie akredytacji laboratorium prowadzi następujące badania i pomiary:

- 1) Środowisko pracy:
  - a) hałas – pomiary parametrów charakteryzujących hałas słyszalny,
  - b) drgania – pomiary parametrów charakteryzujących drgania mechaniczne o ogólnym oddziaływaniu na organizm człowieka oraz oddziałujące przez kończyny górne,

- c) oświetlenie – pomiary parametrów natężenia oświetlenia elektrycznego we wnętrzach,
- d) mikroklimat umiarkowany, zimny i gorący – pomiary parametrów środowiska termicznego,
- e) pyły przemysłowe wraz z określeniem stężenia frakcji wdychalnej i respirabilnej,
- f) substancje organiczne i metale – pobieranie próbek powietrza wraz z opracowaniem wyników pomiarów,
- g) stężenie tlenu węgla.

### 2) Środowisko ogólne:

- a) pomiary emisji hałasu do środowiska ogólnego pochodzącego od instalacji, urządzeń i zakładów przemysłowych.

Wszystkie pomiary i badania są wykonywane na potrzeby oceny zgodności w obszarach regulowanych prawnie.

Laboratorium wykonuje również badania poza zakresem akredytacji dostosowując się do potrzeb i wymagań rynku oraz klientów. Do takich badań należą m.in. badania natężenia oświetlenia

awaryjnego, szacowanie wydatku energetycznego metodą tabelaryczną Lehmana czy dobór ochronników słuchu.

Na podstawie otrzymanych wyników laboratorium poza zakresem akredytacji dokonuje różnego rodzaju analiz, opinii i interpretacji pod względem BHP. Jedną z większych realizacji tego typu jest analiza wpływu czynników szkodliwych i uciążliwych na układ mięśniowo kostny pracowników.

#### Metody badawcze

Laboratorium posiada wdrożony System Zarządzania zgodny z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02.

Badania akredytowane wykonywane są zgodnie z polskimi normami, w przypadku pomiarów tlenu węgla na podstawie własnej procedury badawczej opartej o polską normę oraz wytyczne krajowe. Badania i pomiary wykonywane poza zakresem akredytacji realizowane są na podstawie polskich norm lub własnych procedur badawczych zawierających wytyczne polskich norm oraz krajowych jednostek wiodących w danej dziedzinie.

Badania realizowane są różnymi metodami pomiarowymi:

1. Hałas, drgania o ogólnym oddziaływaniu na organizm człowieka, drgania oddziałujące przez kończyny górne, mikroklimat, oświetlenie, hałas pochodzący od instalacji i urządzeń przemysłowych – metoda pomiarowa bezpośrednia, poza siedzibą laboratorium.
2. Pyły przemysłowe, substancje organiczne i metale – metoda dozymetrii indywidualnej poza siedzibą laboratorium. W przypadku związków, których stężenie można określić metodą filtracyjno-wagową, laboratorium stosuje tę metodę w swojej siedzibie.
3. Tlenek węgla – metoda elektrochemiczna, poza siedzibą laboratorium.

Laboratorium posiada nowoczesne wyposażenie pomiarowe, regularnie wzorcowane i sprawdzane. Kierownictwo Laboratorium oraz Instytutu Energetyki sukcesywnie przyczynia się do unowocześniania i udoskonalania wykorzystywanej aparatury pomiarowej. Dzięki wiedzy i zaangażowaniu zespołu laboratorium do opracowania wyników badań i pomiarów wykorzystywane są własne, zwalidowane programy obliczeniowe, a sprawozdania z badań tworzone są na drukach i tabelach własnego projektu. Dzięki temu laboratorium jest bardziej elastyczne, szybciej dostosowuje się do zmian zachodzących w normach i aktach prawnych, może również wyjść naprzeciw najbardziej wymagającym Klientom.

#### Działalność w roku 2022

Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska w 2022 roku zrealizowało prawie 50 prac badawczo – pomiarowych na zlecenie podmiotów gospodarczych wielu branż. Wykonało przy tym setki badań hałasu oraz dziesiątki badań innych czynników szkodliwych i uciążliwych na stanowiskach pracy. Wyniki prac laboratorium nieustannie pomagały pracodawcom i służbom BHP w polepszaniu bezpieczeństwa i warunków pracy. Były bodźcem m.in. do wykonania modernizacji instalacji parowo-ciśnieniowej w celu zmniejszenia poziomu hałasu na stanowisku pracy.

Wyniki badań posłużyły również do identyfikacji źródeł hałasu przy linii produkcyjnej i zoptymalizowaniu jej pracy z zachowaniem wydajności, przy jednoczesnym zmniejszeniu hałasu na stanowisku, co miało przełożenie również na pobór energii.

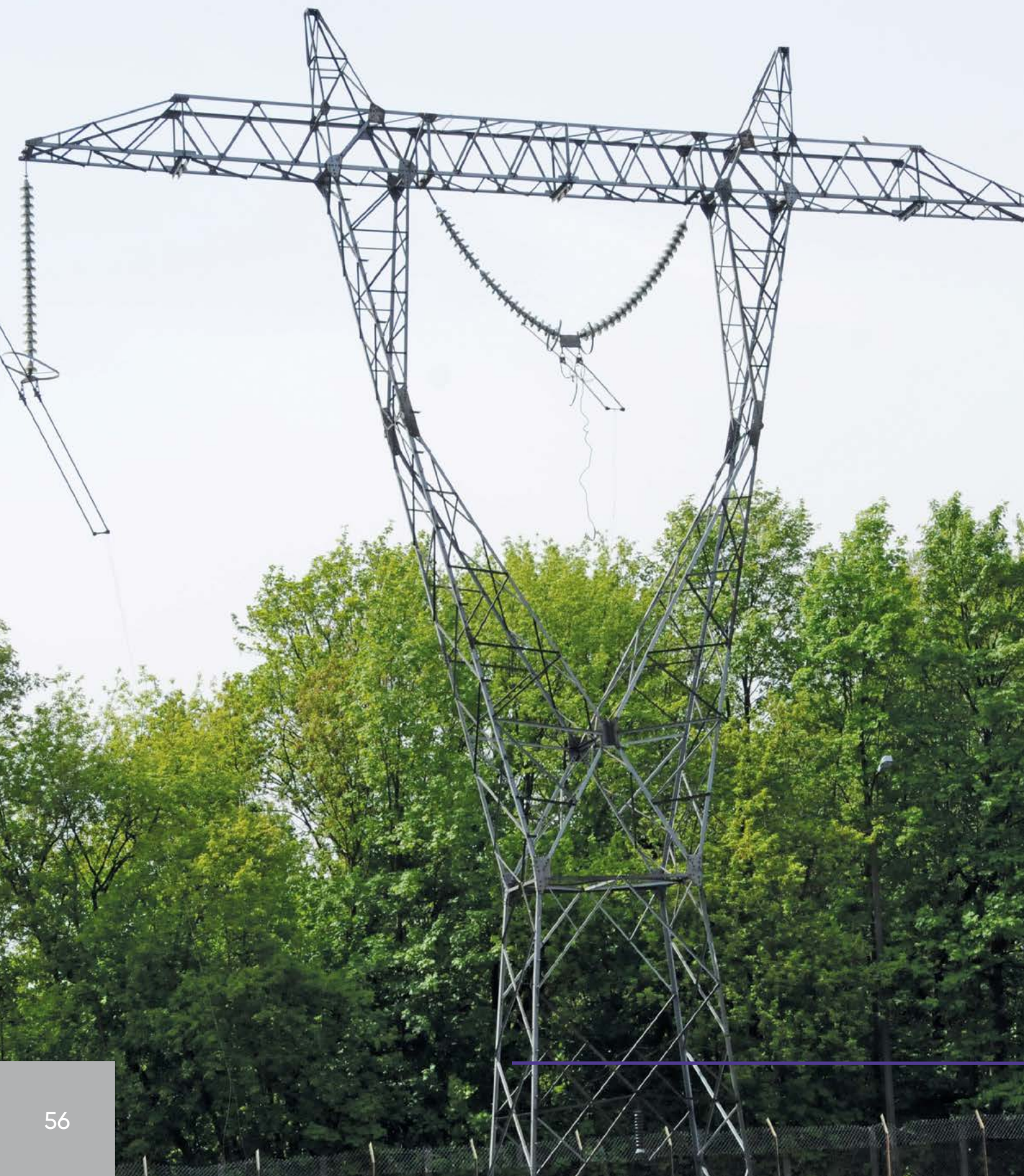
Wykonane liczne pomiary oświetlenia na stanowiskach pracy pomogły efektywniej wykorzystać istniejące w danej lokalizacji lampy oświetleniowe oraz zredukować zużycie energii.



## Inne jednostki wchodzące w skład Pionu Użytkowania Energii

**Pracownia Systemów Menadżerskich** prowadziła w 2022 roku aktualizację i obsługę serwisową oprogramowania do zarządzania przedsiębiorstwem klasy Comarch ERP OPTIMA i ERP XL oraz wdrożenia i obsługę autorskiego oprogramowania do wspomaganie zarządzania tzw. gospodarką mundurową w komendach Państwowej Straży Pożarnej.

**Zespół ds. Realizacji Projektów** działający w ramach Instytutu Energetyki jako lider klastra utworzonego w ramach finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego projektu Wspieranie powiązań i rozwój produktów branży AGD obsługiwał kilkudziesięciu zrzeszonych w nim przedsiębiorców w zakresie udostępnienia im usług i produktów nabytych i wytworzonych w czasie realizacji projektu.





## Jednostka Centralna Inne jednostki JC IEn

W Jednostce Centralnej IEn poza strukturą Pionów funkcjonują jednostki, których profil działalności nie jest bezpośrednio związany z tematyką prac prowadzonych w Pionach badawczych lub których celem działania jest koordynacja prac badawczo-wdrożeniowych w określonym obszarze tematycznym. Do jednostek tych należą:

- Centrum Technologii Wodorowych (CTH<sub>2</sub>),
- DZC – Zespół ds. Certyfikacji,
- DZE – Zespół Ekspertów,
- DEE – Pracownia Ekonomiki Energetyki.

# Centrum Technologii Wodorowych (CTH<sub>2</sub>)

**Centrum Technologii Wodorowych (CTH<sub>2</sub>)** Instytutu Energetyki powstało w maju 2020 roku jako odpowiedź na nowe wyzwania w zakresie rozwoju technologii wodorowych w Polsce.

Podstawowym zadaniem Centrum jest koordynacja prac badawczo-wdrożeniowych Instytutu Energetyki w zakresie rozwoju technologii wodorowych z wykorzystaniem potencjału naukowego i technicznego oddziałów i jednostek Instytutu. Centrum odpowiada za prowadzenie szeroko rozumianego doradztwa w przedmiotowym zakresie zarówno dla jednostek sektora publicznego jak i innych podmiotów. Centrum pełni również rolę jednostki upowszechniającej wiedzę w zakresie technologii wodorowych i stanowi głos doradczy dla organów administracji centralnej oraz podmiotów gospodarczych. W skład zespołów zadaniowych Centrum wchodzi oddelegowani przedstawiciele Oddziału Ceramiki CEREL, Oddziału Gdańsk, Zespołu Ekspertów DZE-2, Zakładu Procesów Ciepłych (CPC) oraz Zakładu Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych (CPE), który zapewnia organizację administracyjną prac CTH<sub>2</sub>. Obecnie kadre Centrum tworzy 60 pracowników Instytutu Energetyki. Pracami Centrum kieruje jego dyrektor – dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn – wspomagany przez Radę Centrum złożoną z kierowników współpracujących oddziałów i jednostek.

W roku 2022 Centrum koordynowało realizację zadania prowadzonego w ramach Programu Priorytetowego 5.1.1 „Wsparcie Ministra Klimatu w zakresie realizacji polityki klimatycznej, finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej”:

„Projekt przed-pilotażowy obejmujący analizę oraz weryfikację eksperymentalną zasilania amoniakiem stosów stałotlenkowych ogniwo paliwowych SOFC do zasilania maszyn oraz pojazdów transportu długodystansowego”, który obejmuje 18 eksperymentów ze stosami SOFC w tym realizację wybranych stanów pracy symulujących pracę stosu zasilanego amoniakiem bezpośrednio oraz z zastosowaniem zewnętrznego procesora paliwa – krakera amoniaku (NITROCELL).

Członkowie kadry Centrum Technologii Wodorowych uczestniczyli w pracach zespołów eksperckich i konsultacyjnych oraz organów doradczych administracji publicznej, w tym w:

1. Radzie Koordynacyjnej Porozumienia sektorowego na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej,
2. Radzie Mazowieckiej Doliny Wodorowej,
3. International Energy Agency, Annex 32: Advanced Fuel Cells,
4. European research initiative on Green Hydrogen,
5. Hydrogen Europe Research,
6. European Energy Research Alliance, Fuel Cells and Hydrogen,
7. Państwowej Radzie Ochrony Środowiska,
8. Zespole ekspertów ds. Wodoru Izby Gospodarczej Gazownictwa,
9. Zarządzie Podkarpackiej Doliny Wodorowej.

Przedstawiciele Centrum byli liderami zespołów zadaniowych realizujących cele wskaźnikowe Polskiej Strategii Wodorowej w ramach Grupy 1 Porozumienia Wodorowego: Wytwarzanie Wodoru, koordynowanej przez dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IEn:

1. Zespół G1.1: Uruchomienie krajowej produkcji nowych komponentów, technologii wodorowych w oparciu o krajowy potencjał naukowo-badawczy,
2. Zespół G1.2: Realizacja prac B+R i badań podstawowych w obszarze elektrolizerów (w tym określenie optymalnego typoszeregu mocy elektrolizerów przewidzianych do instalowania w Polsce),
3. Zespół G1.8: Dekarbonizacja hutnictwa i przemysłu cementowego.

Centrum reprezentowało Instytut Energetyki w Dolinach Wodorowych podczas wydarzeń branżowych, targów, wydarzeń popularno-naukowych i debat medialnych, w tym podczas konferencji: VII Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”, Wodór w Gospodarce, Nowy Model Energetyki, International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2022), World Fuel Cell Conference, VIII Kongres Energetyczny Bezpieczeństwo dostaw energii w dobie transformacji, International Conference on Electrolysis, 5th International Workshop on Degradation Issues of Fuel Cells and Electrolysers, Ceramics in Europe, 7th International Conference on Contemporary Problems of Thermal Engineering (CPOTE 2022), 17th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (SDEWES), 241st Meeting of the Electrochemical Society (ECS) i inne.

W roku 2022 Kadra CTH<sub>2</sub> odbyła wizyty studyjne w University of Aveiro w Portugalii, DTU w Danii, Colorado Fuel Cell Center, Colorado School of Mines, Golden, CO oraz w National Fuel Cell Research Center, University of California, Irvine, CA w Stanach

Zjednoczonych, w ramach realizowanego polsko-amerykańskiego projektu SUPER-SOE: *Investigation of high temperature co-electrolysis of carbon dioxide and steam in solid oxide electrochemical cells operated at elevated pressure*, który jest realizowany w ramach programu SONATA BIS Narodowego Centrum Nauki (SONATA-BIS 2021/42/E/ST8/00401).

W 2022 roku złożone zostały dwa wnioski dedykowane wsparciu rozwoju i promocji stosów stałotlenkowych ogniwo elektrochemicznych (ang. *solid oxide cells*, SOC) wg. technologii Instytutu Energetyki:

1. Wniosek w XXV edycji programu Polski Produkt Przyszłości (POIR, oś priorytetowa 2 Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I, działanie 2.4 Współpraca w ramach krajowego systemu innowacji, poddziałanie 2.4.1, oraz
2. Wniosek w programie GreenEvo – Akceleratorze Zielonych Technologii Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

Instytut Energetyki został laureatem w obu programach.



# Zespół ds. Certyfikacji i Inspekcji (DZC)

Kierownik: **mgr inż. Dariusz Zienkiewicz**  
 (w 2022 r. zastępca kierownika; 2022  
 – mgr inż. Andrzej Kieliszek)  
 Tel. 22 345 13 43  
 certyfikacja@ien.com.pl



**Zespół ds. Certyfikacji i Inspekcji (DZC)** świadczy usługi certyfikacji wyrobów w ramach Jednostki Certyfikującej oraz usługi inspekcji (nadzorów nad badaniami wyrobów) w ramach Jednostki Inspekcyjnej. Usługi świadczy zgodnie z międzynarodowymi dokumentami normatywnymi, przepisami prawnymi oraz wymaganiami zagranicznych koncernów energetycznych (ENEL, ENEDIS) w zakresie oceny zgodności wyrobów przeznaczonych do stosowania w elektroenergetyce. W Zespole funkcjonują dwie jednostki oceniające zgodność akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji (PCA): Jednostka Certyfikująca, Nr AC 117, Jednostka Inspekcyjna typu A, Nr AK 037. Procesy w obu jednostkach objęte zakresami akredytacji są przeprowadzane zgodnie z procedurami jednostek. Działalność Jednostki Certyfikującej odbywa się zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17065:2013-03, a działalność Jednostki Inspekcyjnej – zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17020:2012.

## Zakres badań

Zespół ds. Certyfikacji i Inspekcji (DZC) świadczy usługi certyfikacji wyrobów w ramach Jednostki Certyfikującej oraz usługi inspekcji (nadzorów nad badaniami wyrobów) w ramach Jednostki Inspekcyjnej. Usługi świadczy zgodnie z międzynarodowymi dokumentami normatywnymi, przepisami prawnymi oraz wymaganiami zagranicznych koncernów energetycznych (ENEL, ENEDIS) w zakresie oceny zgodności wyrobów

przeznaczonych do stosowania w elektroenergetyce. W Zespole funkcjonują dwie jednostki oceniające zgodność, akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji (PCA): Jednostka Certyfikująca, Nr AC 117, Jednostka Inspekcyjna typu A, Nr AK 037. Procesy przeprowadzane w obu jednostkach objęte zakresami akredytacji są przeprowadzane zgodnie z procedurami jednostek. Działalność Jednostki Certyfikującej odbywa się zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17065:2013-03, a działalność Jednostki Inspekcyjnej – zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17020:2012.

## Metody badawcze

Zespół działa zgodnie z procedurami Jednostki Certyfikującej i Jednostki Inspekcyjnej (<http://www.ien.com.pl/dzc>).

## Działalność w roku 2022

W ramach działalności certyfikacyjnej w roku 2022 Zespół ds. Certyfikacji i Inspekcji wydał ponad 100 certyfikatów dla klientów polskich i zagranicznych. W liczbie tej mieszczą się certyfikaty zgodności wydane w zakresie akredytacji (w dwóch programach certyfikacji – 1a oraz 3), a także certyfikaty IEn wydane poza zakresem akredytacji. Jednostka Inspekcyjna, po uzyskaniu akredytacji nr AK 037 Polskiego Centrum Akredytacji (PCA), prowadzi akredytowane nadzory nad badaniami wyrobów elektroenergetycznych.

# Zespół Ekspertów

## Ekspert DZE-1

**dr hab. inż. Jerzy Przybysz, prof. IEn**

tel. 22 345 12 80

jerzy.przybysz@ien.com.pl



Prowadzi prace badawcze turbogeneratorów i hydrogeneratorów w zakresie eksploatacji i diagnostyki oraz modernizacji (rekonstrukcji) szczególnie hydrogeneratorów.

### Zakres działań

- ocena stanu technicznego pracujących turbogeneratorów i hydrogeneratorów na podstawie wyników badań wibracyjnych i cieplnych w różnych stanach obciążenia,
- analiza przyczyn awarii oraz opracowanie technicznych środków zaradczych,
- wyznaczenie granicznych obciążeń turbogeneratorów i hydrogeneratorów,
- analiza pracy generatorów synchronicznych w nietypowych stanach obciążenia,
- pomiary parametrów fizycznych generatorów synchronicznych.

### Działalność w roku 2022

Na zamówienie zakładów remontowych wykonano ekspertyzę dotyczącą przyczyny uszkodzenia uzwojenia wirnika turbogeneratora. Dr hab. Jerzy Przybysz, prof. IEn współpracuje ze związany z projektowaniem nowoczesnych turbogeneratorów i hydrogeneratorów National Aerospace University in Kharkov. Najważniejsze prace badawczo-rozwojowe i ekspertyzy:

1. Metoda wyznaczania strat mocy i przyrostu temperatury w miejscach przejściowych zwarć w stojanie i wirniku generatora synchronicznego.
2. Analiza przyczyny uszkodzenia uzwojenia wirnika turbogeneratora o mocy 169764 kVA.



## Ekspert DZE-2

**prof. dr Bartłomiej Głowacki**

tel. 797 905 409

bartlomiej.glowacki@ien.com.pl



**Ekspert DZE-2** Prowadzi międzyuczelniane oraz międzynarodowe prace naukowo-badawcze w zakresie generacji, akumulacji, przesyłu oraz użycia rozproszonej (zdecentralizowanej) energii. Specjalizuje się w analizie i optymalizacji procesów oraz materiałów dla przyszłościowej rozproszonej energetyki wodorowej i nadprzewodnikowej pod skróconą nazwą Hydrogen-Cyo-Electromagnetics. Działalność naukowo-badawcza dotyczy również analizy wytwarzania energii nuklearnej w jądrowych reaktorach zespolonych z układami składowania energii jak i również badań nad modularnymi reaktorami termojądrowymi, w których wytwarzanie silnych pól magnetycznych i plazmy przy użyciu Hydrogen-Cyo-Electromagnetics jest przyszłościowym kierunkiem rozwojowym dla energetyki.

### Zakres działań

Zakres prac naukowo-badawczych obejmuje:

- opracowania naukowe w formie międzynarodowych publikacji i zaproszonych/eksperskich prezentacji na międzynarodowych konferencjach dotyczących zastosowania nadprzewodnictwa w energetyce i elektrotechnice opartej o chłodzenie ciekłym wodorem,
- doradztwo energetyczne w zakresie: wodór, nadprzewodnictwo, zdecentralizowana energetyka, technologie plazmy,
- doradztwo energetyczne w zakresie: zdecentralizowana energetyka, systemy kogeneracji, magazynowanie energii, gaz naturalny i jego efektywne użycie,
- doradztwo materiałowe: ciekły wodór i nadprzewodnictwo rozwój technologii drukowania perowskitowych funkcjonalnych powłok i urządzeń dla potrzeb odnawialnej energii takich jak SOFC oraz SOEC.

### Metody badań

Prace koncepcyjne oraz analityczne prowadzone są na podstawie rozważań teoretycznych z zastosowaniem rzeczywistych parametrów analizowanych układów nadprzewodzących, kriogenicznych oraz urządzeń elektromagnetycznych. Międzynarodowe prace badawcze wspomagane są obliczeniowo i modelowo z wykorzystaniem współczesnych technik komputerowych i symulacyjnych.

### Działalność w roku 2022

W obecnej sytuacji konieczności magazynowania energii, jak również zapoczątkowanego w Polsce rozwoju elektrowni jądrowych, zespół podjął ważne studium badawcze techniczno – ekonomiczne, analizujące przypadek czy elektrownię jądrową można połączyć z magazynem energii w ciekłym powietrzu, aby powstała elektrownia hybrydowa mogła dostarczać energię elektryczną niezależnie od obciążenia. Prof. Głowacki podjął starania o stworzenie Międzynarodowego „Hydrogen Innovation Facility”, w którym zademonstrowane zostanie połączenie między ciekłym wodorem (LH<sub>2</sub>) a ogniwem paliwowym dla wysokotemperaturowych, nadprzewodzących zasobników energii dla kriogenicznych zastosowań nadprzewodników w energetyce takich jak Fault Current Limiters, Superconducting Magnetic Energy Storage lub Superconducting Flywheel. Kontynuowane badania nad reformingiem metanu przy użyciu mikrofalowej plazmy pod ciśnieniem atmosferycznym została rozszerzona o badanie wpływu plazmowego rozkładu CO<sub>2</sub> oraz syntezy elektro-paliw.



## Ekspert DZE-3

**dr inż. Janusz Karolak**

Tel.: 22 837 05 85, 22 345 12 22

janusz.karolak@ien.com.pl

Prowadzi prace w zakresie analiz warunków pracy różnych średnio- i wysokonapięciowych urządzeń i aparatów zainstalowanych w sieciach elektroenergetyki zawodowej i przemysłowej, oceny technicznej wyrobów elektrotechnicznych na zgodność z normami oraz koncepcji rozwoju nowych stanowisk badawczych instytutu w zakresie badań zwarciowych.

Dr inż. Janusz Karolak jest wiceprzewodniczącym Komitetu Technicznego nr 74 ds. Wysokonapięciowej Aparatury Rozdzielczej i Sterowniczej PKN.

### Zakres działań

- analizy zagrożeń przepięciowych występujących w układach elektroenergetycznych średnich i wysokich napięć podczas operacji łączeniowych i wyładowań piorunowych,
- oceny wyrobów elektrotechnicznych stosowanych w krajowej energetyce, które stanowią podstawę do wydania Certyfikatów Zgodności z Normą,
- analizy przyczyn awarii rozmaitych urządzeń i aparatów elektrycznych, oceny stanu technicznego tych urządzeń oraz weryfikacje ich doboru do pracy w warunkach normalnych i zakłóceń,
- opracowania wymagań technicznych oraz doradztwo w zakresie aparatury i urządzeń elektroenergetycznych instalowanych w sieciach wysokiego napięcia,
- opinie techniczne.

### Metody badań

Prace analityczne i koncepcyjne są prowadzone na podstawie rozważań teoretycznych z zastosowaniem rzeczywistych parametrów analizowanych



układów i urządzeń oraz wspomagane obliczeniowo z wykorzystaniem współczesnych technik komputerowych.

### Działalność w roku 2022

W ramach zadań statutowych Zespół współpracował, w zakresie programu i wniosków końcowych, przy realizacji pracy prowadzonej przez Zakład EAZ dotyczącej badań efektywności tłumienia tłumika drgań ferorezonansowych współpracującego z niekonwencjonalnymi elektronicznymi przekładnikami pomiarowymi w sieciach średnich napięć. Na zamówienie odbiorców przemysłowych zespół wykonał ekspertyzy dotyczące analizy podatności ferorezonansowej i przepięciowej od wyładowań atmosferycznych rozdzielni 400 kV Dunowo z uwzględnieniem wpływu rodzaju przekładników napięciowych na poprawność działania SPZ oraz analizę możliwości wystąpienia rezonansu harmonicznego tej rozdzielni przy współpracy napowietrznych linii wysokiego napięcia i dławika do kompensacji mocy biernej.

## Ekspert DZE-4

(do 27.09.2022 r. Dyrektor Instytutu)

**dr hab. inż. Tomasz Gałka, prof. IEn**

tel. 797 905 431

tomasz.galka@ien.com.pl



### Działalność w roku 2022

Prof. Tomasz Gałka pełnił funkcję Dyrektora Instytutu Energetyki do 27.09.2022 r. Po zakończeniu sprawowania tej funkcji prof. Gałka kontynuował działalność naukową i ekspercką w obszarze swojej specjalności oraz w zakresie diagnostyki maszyn wirnikowych.

## Ekspert DZE-5

(do 27.09.2022 r. Z-ca Dyrektora ds. Współpracy i Rozwoju)

**dr inż. Andrzej Sławiński**

Tel. 728 938 532

andrzej.slawinski@ien.com.pl



**Ekspert DZE-5** prowadzi działania wspomagające nową dyrekcję w zakresie realizacji działalności statutowej IEn i opracowywania strategicznych dokumentów IEn.

### Działalność w roku 2022

Dr inż. Andrzej Sławiński, do września 2022 zastępca dyrektora IEn ds. współpracy i rozwoju, jako ekspert

DZE-5 wspomaga dyrekcję IEn w sprawach dotyczących oceny parametrycznej Instytutu, okresowej oceny pracowników oraz strony internetowej IEn. Korzystając z wieloletniego doświadczenia, wspiera realizację przez jednostki Instytutu projektów finansowanych ze środków krajowych i zagranicznych.

# Pracownia Ekonomiki Energetyki (DEE)

Kierownik: **dr Hanna Bartoszewicz-Burczy**

Tel. 22 345 11 58, 602 681 704

dee@ien.com.pl



**Pracownia Ekonomiki Energetyki** wykonuje ekspertyzy, analizy i opracowania, prowadzi prace badawczo-wdrożeniowe oraz realizuje projekty międzynarodowe dotyczące aspektów ekonomiczno-społecznych oraz bezpieczeństwa sektora energetycznego. Dr Hanna Bartoszewicz-Burczy jest członkiem zespołu ekspertów ds. wdrożeń Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

## Zakres działań

Pracownia Ekonomiki Energetyki wykonuje ekspertyzy, analizy i opracowania, prowadzi prace badawczo-wdrożeniowe oraz realizuje projekty międzynarodowe dotyczące rozwoju źródeł odnawialnych oraz bezpieczeństwa sektora energetycznego.

## Metody badań

Pracownia Ekonomiki Energetyki dysponuje zbiorami danych dotyczących sektora paliwowo-energetycznego, posiada procedury do obliczeń ekonomicznych.

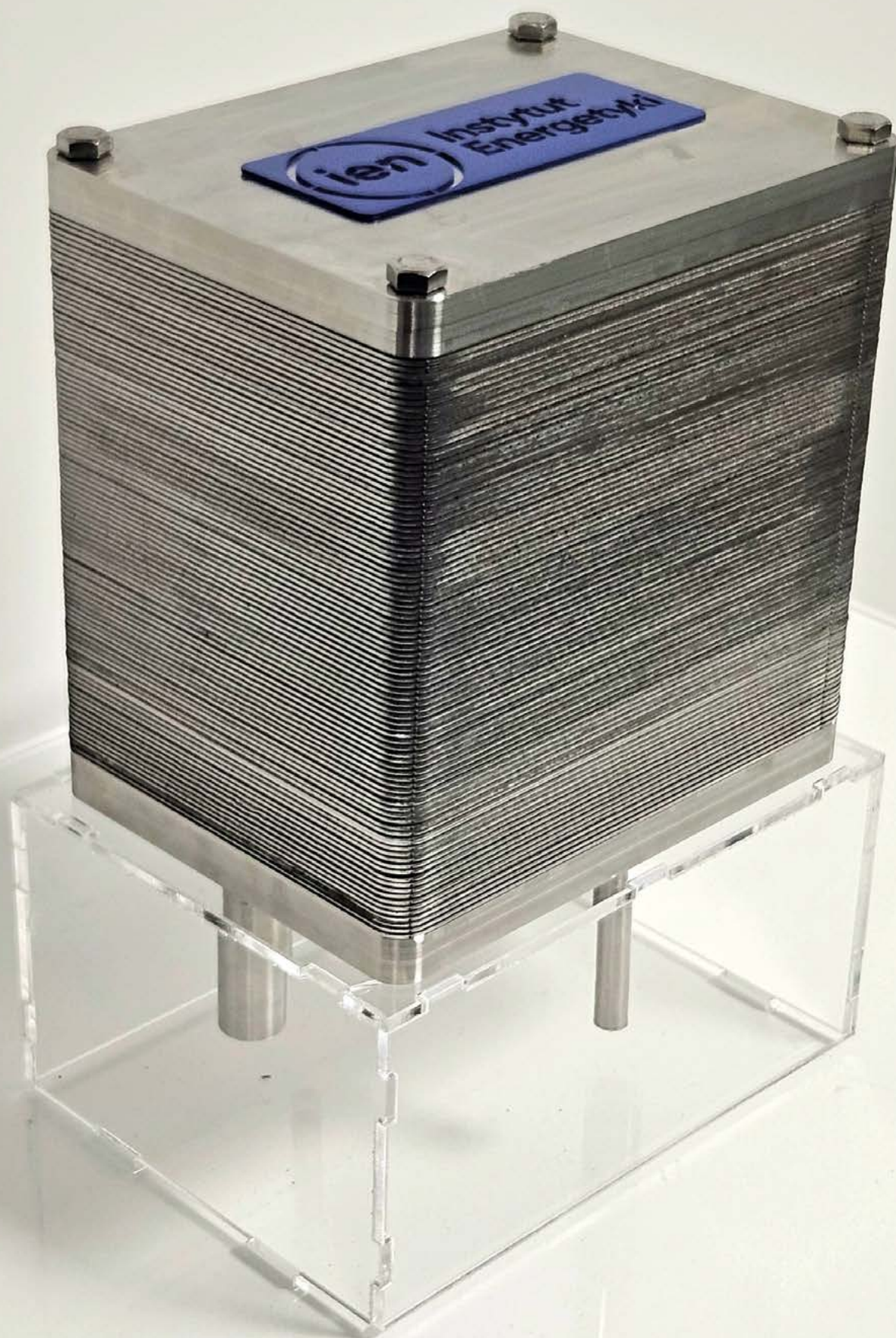
## Działalność w roku 2022

W 2022 roku, Pracownia kontynuowała realizację projektu „DRES2Market: Podejścia techniczne, biznesowe i regulacyjne mające na celu zwiększenie

możliwości rozwojowych energii odnawialnej do prowadzenia aktywnych działań na rynkach energii elektrycznej i usług pomocniczych (DRES2Market – technical, business and regulatory approaches to enhance renewable energy capabilities to take part actively in the electricity and ancillary services markets).

Celem prowadzonych w projekcie DRES2Market badań było opracowanie wszechstronnego i ekonomicznie korzystnego podejścia ułatwiającego integrację generacji rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii, tj.: energii słonecznej i wiatrowej w systemie elektroenergetycznym oraz umożliwienie dostarczania przez te źródła usług bilansujących i usług rezerwowych według kryteriów rynkowych. Projekt był finansowany z programu badań naukowych i innowacji Horyzont 2020 Unii Europejskiej w ramach umowy o grant nr 952851.

Instytut Energetyki wraz z ENEA Operator przeanalizowali główne bariery hamujące rozwój generacji rozproszonej ze źródeł odnawialnych takich jak fotowoltaika i energetyka wiatrowa oraz przeprowadzili szereg obliczeń sieciowych dotyczących wpływu dużej ilości źródeł odnawialnych na pracę sieci dystrybucyjnej. Podczas wykonanych badań zebrano profile dla najbardziej istotnych zmiennych tj.: obciążenia każdej z linii, mocy pracujących magazynów i ich poziomu naładowania.





## Oddziały Instytutu Energetyki

W skład Instytutu Energetyki, oprócz Jednostki Centralnej w Warszawie, wchodzi obecnie cztery oddziały zlokalizowane w różnych częściach kraju:

- OG - Oddział Gdańsk,
- OC - Oddział Ceramiki CEREL w Boguchwale,
- OTC - Oddział Techniki Ciepłej „ITC” w Łodzi,
- ZD - Zakład Doświadczalny w Białymstoku.



## Oddział Gdańsk (OG)

### Dyrektor Oddziału:

**dr inż. Michał Izdebski**  
 m.izdebski@ien.gda.pl  
 ul. Mikołaja Reja 27  
 80-870 Gdańsk  
 Tel. 58 349 82 00  
<http://www.ien.gda.pl/>

Oddział Gdańsk jest największym pozawarszawskim oddziałem Instytutu Energetyki.

Na koniec 2022 roku Oddział zatrudniał 106 osób, z czego 70% załogi to wysokiej klasy specjaliści w dziedzinie nauk technicznych, głównie z obszaru energetyki.

Oddział wykonuje prace badawczo-wdrożeniowe, pomiary, analizy i ekspertyzy w szerokim zakresie wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej dostarczając nowoczesnych rozwiązań dla sektora elektro-energetycznego. Realizowane prace obejmują cały proces od fazy badawczo-rozwojowej, poprzez projekt, wykonanie urządzeń, nadzór

nad ich instalacją, uruchomienie, aż do przekazania do eksploatacji. Powyższe działania wykonywane są samodzielnie lub we współpracy z partnerami przemysłowymi i placówkami naukowymi. Wszystkie prace Oddziału skierowane są na osiągnięcia założonego celu, głównie poprzez testy i analizy, próby na obiektach pozwalające na wdrożenie i uruchomienie konkretnego rozwiązania.

W skład Oddziału wchodzi 5 Zakładów naukowo-badawczych:



#### Zakład Sterowania i Teleinformatyki (OGA)

Kierownik: **Marcin Tarasiuk**  
 Tel: 58 349 21 00  
 m.tarasiuk@ien.gda.pl



#### Zakład Automatyki i Analiz Systemowych (OGC)

Kierownik: **Mariusz Mazur**  
 Tel: 58 349 21 20  
 m.mazur@ien.gda.pl



#### Zakład Urządzeń Elektrohydraulicznych (OGH)

Kierownik: **Dariusz Downar**  
 Tel: 58 349 21 40  
 d.downar@ien.gda.pl



#### Zakład Automatyki Systemów Elektroenergetycznych (OGM)

Kierownik:  
**Tomasz Ogryczak**  
 Tel: 58 349 21 60  
 t.ogryczak@ien.gda.pl



#### Zakład Strategii i Rozwoju Systemu (OGS)

Kierownik:  
**Bogdan Czarnecki**  
 Tel: 58 349 22 20  
 b.czarnecki@ien.gda.pl

**Zakład Sterowania i Teleinformatyki (OGA)** prowadzi działalność związaną głównie z wdrażaniem elektroenergetycznych sieci inteligentnych. Oferuje kompleksowe rozwiązania w tym zakresie obejmujące: działalność analityczną i doradczą, badawczo-rozwojową, projektowanie i produkcję nowoczesnych urządzeń oraz systemów informatycznych, nadzór nad montażem i uruchomieniem. Specjalizuje się w rozwiązaniach do zdalnego monitorowania i sterowania urządzeniami w sieciach elektroenergetycznych SN i nn, zajmuje się zagadnieniami łączności oraz standardami komunikacyjnymi w energetyce, w tym zagadnieniami dotyczącymi bezpieczeństwa teleinformatycznego.

Zakład OGA obejmuje również swoją działalnością zagadnienia: usług elastyczności dla sieci elektroenergetycznej, sterowania napięciem w sieci nn przy dużym udziale instalacji prosumenckich oraz wykorzystania systemów pomiarowych AMI do monitorowania sieci nn. Zakład wdrożył i od wielu lat rozwija system Dynamicznej Obciążalności Linii

zwiększający zdolności przesyłowe sieci WN i NN, wykorzystywany przez wszystkich największych OSD w Polsce, będący obecnie (2022) w fazie uruchamiania przez OSP.

#### **Zakład Automatyki i Analiz Systemowych (OGC)**

jest największą komórką organizacyjną w strukturach gdańskiego Oddziału Instytutu Energetyki. Oferuje między innymi nowoczesne cyfrowe układy wzbudzenia i regulacji napięcia generatorów synchronicznych (AVR – ang. Automatic Voltage Regulators) zapewniające pełen zakres korzyści nowoczesnego regulatora cyfrowego, bardzo dobre własności regulacyjne – zarówno statyczne jak i dynamiczne, optymalnie dobrane parametry pracy i wygodę eksploatacji, a także niezawodność i wysoką jakość wykonania. W ofercie Zakładu znajdują się również innowacyjne bezczujnikowe układy rozruchu częstotliwościowego maszyn synchronicznych (SFC – ang. Static Frequency Converters), które znajdują zastosowanie między innymi w elektrowniach szczytowo-pompowych oraz w turbinach gazowych, czy prace związane z doбором nastaw regulatorów napięcia (AVR) oraz stabilizatorów systemowych (PSS) generatorów synchronicznych. W tym celu opracowywane są modele dynamiczne analizowanego generatora synchronicznego wraz z układami wzbudzenia, a następnie z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi symulacyjnych dokonuje się doboru i weryfikacji nastaw. Ponadto w ramach swojej działalności Zakład oferuje ekspertyzy przyłączeniowe magazynów energii i OZE. Dotyczą one wpływu przyłączonego obiektu (generacji konwencjonalnej, OZE, magazynów energii, odbiorów) na sieć SN, WN, NN zgodnie z kryteriami określonymi przez Operatorów odpowiednich sieci elektroenergetycznych, zawartych w instrukcjach IRiESD oraz IRiESP. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, prace te są wykonywane na zlecenie operatora sieci elektroenergetycznej. Zakład Automatyki i Analiz Systemowych posiada bogate doświadczenie w zakresie opracowywania

modeli matematycznych elementów systemu elektroenergetycznego i ich układów regulacji. Ponadto wykonuje prace analityczne dotyczące badania i oceny stabilności pracy systemów elektroenergetycznych wybranych obszarów systemu (na przykład pojedyncze OSD, całe kraje), jak również całych obszarów połączonych synchronicznie (na przykład obszar kontynentalnej Europy – ENTSO-CE) oraz analizy weryfikujące zgodność obiektów przyłączanych do sieci elektroenergetycznej z obowiązującymi przepisami. W tym celu opracowywany jest model rozpatrywanego modułu wytwarzania energii, wraz z jego układem sterowania, a następnie z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi symulacyjnych przeprowadzane są analizy zarówno dla stanów ustalonych, jak i dynamicznych.

**Zakład Urządzeń Elektrohydraulicznych (OGH)** zajmuje się zagadnieniami związanymi z układami regulacji w elektrowniach wodnych. Prace badawcze i wdrożeniowe obejmują m.in.:

- opracowanie i wdrażanie nowych elektrohydraulicznych regulatorów obrotów dla wszystkich typów turbin wodnych,
- opracowanie i wdrażanie systemów sterowania i kontroli elektrowni wodnych,
- ekspertyzy i badania układów regulacji turbin oraz systemów sterowania w elektrowniach wodnych.

**Zakład Automatyki Systemów Elektroenergetycznych (OGM)** zajmujący się szeroko rozumianą regulacją napięcia i gospodarką mocy biernej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym. Prace Zakładu związane są z opracowywaniem, projektowaniem i wdrażaniem układów automatycznej regulacji napięcia i mocy biernej w stacjach przesyłowych oraz elektrowniach i elektrociepłowniach. Zakład zajmuje się również tematyką sterowania generacją mocy biernej farm wiatrowych oraz



fotowoltaicznych. Zakład prowadzi również prace związane z wdrażaniem systemów nadrzędnej regulacji napięcia i mocy biernej sterującymi pracą układów implementowanych w sieci przesyłowej.

**Zakład Strategii i Rozwoju Systemu (OGS)** zajmuje się zagadnieniami związanymi z długoterminowym planowaniem pracy systemu elektroenergetycznego, w szczególności modelowaniem bilansów mocy, elastycznością systemu, planowaniem wystarczalności zasobów wytwórczych i regulacyjnych (resource adequacy assesment), studiami wykonalności inwestycji. Kompetencje Zakładu obejmują warstwę techniczną, formalno-prawną i ekonomiczną.

#### Działalność w roku 2022

W ramach działalności statutowej Oddział Gdańsk zrealizował 9 prac dotyczących m.in. opracowania i badania metod prognozowania bilansu mocy elektrycznej w sieci nn z uwzględnieniem mikroinstalacji i małych instalacji fotowoltaicznych przy wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji czy opracowania i badania symulacyjnego innowacyjnego algorytmu skoordynowanego sterowania mikroinstalacjami PV w sieci nn w celu utrzymania normatywnych parametrów jakości napięcia zasilającego. Zadanie polegało na opracowaniu algorytmu skoordynowanego sterowania mikroinstalacjami fotowoltaicznymi w sieci niskiego napięcia. Opracowany algorytm utrzymuje napięcia fazowe poniżej zadanej wartości, przy jednoczesnej minimalizacji sumarycznego ograniczenia generacji mocy czynnej pochodzącej z instalacji fotowoltaicznych w zarządzanym segmencie sieci. W sieciach o dużym nasyceniu instalacjami jednofazowymi opracowany algorytm dąży dodatkowo do utrzymania dopuszczalnej wartości współczynnika asymetrii napięć. W pracy dotyczącej metod prognozowania opracowano system informatyczny, który wyznacza krótkoterminowe prognozy bilansu mocy dla sieci nn na podstawie

prognoz dla instalacji PV i zagregowanych profili obciążenia odbiorców energii elektrycznej. System wykorzystuje do tego bieżące i historyczne dane meteorologiczne ze stacji pogodowych oraz bieżące i historyczne dane z liczników bilansujących zainstalowanych w stacjach Sn/nn. Opracowanie systemu pozwala na estymację nadwyżki lub niedoboru energii elektrycznej w rozpatrywanym węźle Sn/nn. W roku 2022 został opracowany katalog usług elastyczności w sieci dystrybucyjnej – Badanie zastępowalności inwestycji sieciowych usługami elastyczności w procesach planowania rozwoju i prowadzenia ruchu sieci dystrybucyjnej. Celem projektu była analiza porównawcza inwestycji sieciowych vs alternatywnych dla rozwoju infrastruktury dystrybucyjnej usług elastyczności, pozwalających na przeciwdziałanie potencjalnym zagrożeniom związanym z rozwojem OZE i przyłączaniem do sieci nowych typów odbiorców energii. W ramach projektu opracowano koncepcję planowania rozwoju z wykorzystaniem usług elastyczności, a następnie przeprowadzono walidację zaproponowanej metodyki. Wykonany model symulacyjny charakteryzuje się skalowalnością i przenaszalnością rozwiązań w obrębie sieci WN i jest kompatybilny z metodyką planowania rozwoju sieci przez OSP oraz jest elastyczny w zakresie możliwości dostosowania do specyfiki dowolnego obszaru sieci WN. Zaproponowany sposób modelowania i interpretacji wyników analiz rozptylowych (linie) i bilansowych (transformatory) pozwala na jakościową i ilościową ocenę zagrożeń przeciążeniami transformatorów WN/SN oraz linii WN. Ponadto opracowano algorytmy i przeprowadzono badania modelowe adaptacyjnego stabilizatora systemowego poprawiającego stabilność i bezpieczeństwo krajowego systemu elektroenergetycznego, jak również opracowanie, koncepcję i budowę stanowiska badawczego do badań systemów elektroenergetycznych o małej inercji w szczególności badania stabilności częstotliwościowej systemu wyspowego. Głównym rezultatem pracy było stworzenie

stanowiska laboratoryjnego wykorzystującego cyfrowy symulator czasu rzeczywistego, w którym zaimplementowano model systemu wyspowego o szerokich możliwościach parametryzacji i konfiguracji. W roku 2022 powstała również praca na temat optymalizacji geometrii głównego rozdzielacza sterującego przepływem czynnika roboczego w układzie sterowania hydrozespołem z zastosowaniem numerycznych symulacji przepływu CFD. W ramach ww. pracy dokonano teoretycznej analizy wszystkich procesów fizycznych w dziedzinie mechaniki płynów oraz obliczeń symulacyjnych CFD zachodzących w modelu obliczeniowym oraz teoretycznej analizy budowy hydraulicznych rozdzielaczy suwakowych. Zbudowano model obliczeniowy CFD na podstawie dokumentacji obecnego rozdzielacza przepływu znajdującego się w laboratorium IEn. Przeprowadzono badania istniejącego rozdzielacza przepływu. Stworzono nową geometrię rozdzielacza przepływu, a także przeprowadzono symulację natężenia przepływu przy maksymalnym spadku ciśnienia (określenie maksymalnego natężenia przepływu) dla nowej geometrii rozdzielacza przepływu.

Ponadto zakończono pracę nad studium porównawczym metod estymacji wartości chwilowej mocy czynnej farmy wiatrowej oraz przeprowadzono badania na stanowisku symulacyjnym algorytmu sterowania przełącznikiem zaczepów w GPZ na podstawie danych pomiarowych z głębi sieci średniego napięcia.

W ramach prac realizowanych na zamówienie sektora przemysłowego Oddział Gdańsk wykonał ponad 380 prac badawczo-rozwojowych i ekspertyz.

W roku 2022 Oddział Gdańsk zrealizował szereg prac o dużym znaczeniu gospodarczym. Jednym z takich osiągnięć było wykonanie koncepcji powiązania KSE z morskimi farmami wiatrowymi w perspektywie długoterminowej, której celem

była ocena bezpieczeństwa funkcjonowania KSE po przyłączeniu morskich farm wiatrowych o sumarycznej mocy ponad 10 GW do czterech stacji 400 kV na terenie północnej Polski. W ramach pracy dokonano identyfikacji zagrożeń związanych ze zmianą rozkładu generacji mocy w KSE, transferem mocy na linii północ – południe związanych z pracą MFW. Kolejna praca dotyczyła instalacji systemu monitorowania linii. Jej celem jest wdrożenie w Polskich Sieciach Elektroenergetycznych SA systemu wyznaczania dynamicznej obciążalności linii. Praca wymagała opracowania dedykowanego dla tego systemu punktu pomiarowego, co wiązało się z przeprowadzeniem szeregu prac analitycznych, badawczych i badań prototypu. W roku 2022 Oddział wykonał część zakresu analiz systemowych i prac koncepcyjnych realizowanych przez konsorcjum operatorów, w skład którego weszli operatory systemów przesyłowych krajów bałtyckich (Litgrid, Elering, AST) oraz PSE SA w ramach studium „*Implementation Studies in the Process of Synchronous Interconnection of Power System of Baltic States and Power System of Continental Europe*”. W zakresie pracy było wykonanie analiz związanych z pracą synchroniczną krajów bałtyckich z systemem CESA wraz z identyfikacją zagrożeń wynikających z pracy równoległej przy wykorzystaniu pojedynczego połączenia AC obu systemów oraz zagrożeń spowodowanych utratą połączenia. Zakres pracy obejmował m.in. analizę stabilności kątowej dużych zakłóceń, analizę modalną wartości własnych czy analizę stabilności częstotliwościowej krajów bałtyckich po awaryjnym podziale systemu na linii Elk – Alytus. Jednym z zadań było opracowanie koncepcji nadrzędnego systemu monitorowania stabilności częstotliwościowej krajów bałtyckich do wdrożenia u operatorów. Warto podkreślić, że fakt, iż zaproponowana koncepcja, algorytmy działania i sposób realizacji zostały zaadaptowane do dokumentacji przetargowej na dostawę rzeczywistego systemu. Ponadto Oddział opracował modele rozptylowe dla układów prądu stałego

(HVDC) w technologii tyrystorowej (LCC) przyłączonych do KSE. W zakresie pracy była m.in. ocena konieczności uwzględnienia dokładnego sterowania urządzeniami do kompensacji mocy biernej oraz układu regulacji podobciążeniowym przełącznikiem zaczepów transformatorów w stacjach przekształtnikowych w obliczeniach rozplływowych dla obu układów. Dodatkowo sprawdzono możliwość realizacji powyższych układów regulacji przy wykorzystaniu dedykowanych skryptów w wykorzystywanym środowisku symulacyjnym. Wspomnieć w tym miejscu należy także o przygotowaniu próby systemowej EW Rożnów – El. Połaniec w zakresie zjawisk rezonansowych w torze rozruchowym, w której oprogramowanie Power Factory do analizy wariantowej zagrożeń rezonansowych dla różnej konfiguracji toru rozruchowego planowanego do utworzenia pomiędzy EW Rożnów i El. Połaniec. Wnioski z przeprowadzonych badań symulacyjnych stanowiły podstawę do wyboru optymalnej konfiguracji toru. Uzyskane wyniki stanowiły również istotną informację dla opracowania poszczególnych etapów programu próby w sposób zapobiegający wystąpieniu zjawisk rezonansowych. Podobną pracę wykonano dla EC Nowa Sarzyna – EC Stalowa Wola. Z kolei projekt zrealizowany dla TAURON Dystrybucja SA miał na celu wykorzystanie usług elastyczności w celu poprawy niezawodności i bezpieczeństwa dostaw energii. Projekt o charakterze badań przemysłowych, zrealizowany w trzech etapach, zawierał w szczególności opracowanie prototypów metod:

- budowania modeli obliczeniowych sieci WN,
- prognozowania warunków pracy systemu dystrybucyjnego w krótkim, średnim i długim horyzoncie czasu,
- identyfikacji ograniczeń sieciowych i potencjału wykorzystania elastyczności dla unikania zagrożeń (krótkoterminowo) oraz poprawy niezawodności i bezpieczeństwa dostaw energii (średni i długi horyzont).

Wspomnieć w tym miejscu należy także o wykonanej w roku 2022 próbie systemowej uruchomienia z ESP Żarnowiec bloku w Elektrowni Ostrołęka. Realizacja prac analitycznych, stanowiących przygotowanie do przeprowadzenia próby, wymagała opracowania modelu obejmującego SEE pomiędzy obiektami. Wykonane analizy potwierdziły, że podanie napięcia z ESP Żarnowiec do El. Ostrołęka i uruchomienie bloku TG2 w tej elektrowni możliwe jest bez przekraczania napięcia nominalnego elementów ciągu liniowego 400 kV przy zbilansowaniu zapotrzebowania na moc bierną tworzonego ciągu. Pracami o szczególnym znaczeniu gospodarczym, realizowanym w roku 2022, była analiza wyższych harmonicznych w SE FW Lotnisko oraz dobór rozwiązań układowych i parametrów filtrów układu zasilania po kątem ograniczenia poziomu wyższych harmonicznych w miejscu przyłączeni na zlecenie CJR POLSKA Sp. z o.o., czy opracowanie raportu JEE w wymaganym dla pracy zakresie w PWP do PO Pniewnik, wykonanie analizy SE OSD Korytnica pod kątem doboru parametrów elektrycznych filtra harmonicznych na zlecenie P&Q Sp. z o.o. Ponadto pracownicy gdańskiego Oddziału Instytutu Energetyki przeprowadzili analizę stabilności kątownej dużych i małych zaburzeń jednostek wytwórczych pracujących w wybranych elektrowniach Krajowego Systemu Elektroenergetycznego oraz analizę wpływu generacji wiatrowej na dynamikę tego systemu. W ramach pracy opracowano również modele dynamiczne KSE niezbędne do przeprowadzenia analiz. Na szczególną uwagę zasługują prace wykraczające swym zasięgiem poza obszar naszego kraju. Zaliczyć do nich można analizy dynamiczne przyłączenia systemu Ukrainy i Mołdawii do systemu elektroenergetycznego Europy kontynentalnej (ENTSO-E CE) w wyniku czego powstała lista środków zaradczych zwiększających tłumienie oscylacji międzyobszarowych o niskiej częstotliwości, które w określonych warunkach mogą wystąpić podczas synchronicznej pracy równoległej tych systemów. Wykazano między innymi, że urządzenia

FACTS zlokalizowane w ukraińskiej sieci WN i wyposażone w POD (Power Oscillation Damper) mogą znacznie poprawić tłumienie. Celem pracy była ocena skuteczności wykorzystania bateryjnych magazynów energii (BESS) w zwiększaniu tłumienia problematycznych oscylacji międzyobszarowych o niskiej częstotliwości oraz określenie zalecanych mocy zainstalowanych i lokalizacji BESS w ukraińskim systemie elektroenergetycznym. Praca, która została zainicjowana jako wsparcie ad-hoc udzielone PSE SA po inwazji Rosji na Ukrainę, była analizą załączenia linii Rzeszów – Chmilenicka do pracy synchronicznej systemu Europy kontynentalnej z systemami UA/MD na napięciu 400 kV. W ramach pracy dokonano oceny możliwości pracy synchronicznej systemu ukraińskiego i europejskiego. W dalszych etapach sprawdzono efekty załączenia istniejących linii pomiędzy systemami Polski i Ukrainy do pierścienia wymiany pomiędzy UA/MD i CESA. Natomiast na zlecenie The World Bank w Stanach Zjednoczonych, w wyniku zachodzących zmian w topologii sieci elektroenergetycznej na profilu CESA-UA/MD, oraz w związku ze zmianami w układach regulacji jednostek synchronicznych na Ukrainie, niezbędna była aktualizacja obliczeń efektywności bateryjnych magazynów energii (BESS) w zwiększaniu tłumienia problematycznych oscylacji międzyobszarowych o niskiej częstotliwości, które w określonych warunkach mogą wystąpić podczas synchronicznej pracy równoległej systemów Europy kontynentalnej oraz UA/MD. Ponadto jako potencjalny środek zaradczy rozważono inne urządzenie FACTS – SSSC. Celem pracy było przeanalizowanie wpływu ww. urządzeń na poprawę stabilności małosygnałowej połączonych obszarów synchronicznych, a tym samym na możliwości zwiększenia przesyłu mocy pomiędzy nimi. Kolejną pracą wykraczającą poza zasięg ogólnokrajowy było wsparcie i doradztwo techniczne w zakresie przygotowania próby systemowej podania napięcia i mocy rozruchowej z systemu polskiego do Elektrowni Lietuvos (Litwa). W ramach zadania wykonano prace analityczno-obliczeniowe

obejmujące sprawdzenie możliwości i wymaganych warunków podania napięcia i mocy rozruchowej liniami 400kV z polskiego systemu elektroenergetycznego na wydzielony, wyspowy obszar systemu litewskiego w celu uruchomienia generatora w elektrowni. Realizacja prac analitycznych wymagała opracowania modelu połączonych systemów elektroenergetycznych Polski i Litwy. Wykonane badania analityczne wykazały możliwość podania napięcia ze SE 400kV EKB na wydzielony system Litgrid w kierunku PP Lietuvos i uruchomienia bloku G9B9 w tej elektrowni, bez przekraczania typowego napięcia elementów w analizowanym obszarze sieci. Potwierdziły również możliwość wykorzystania zdolności regulacyjnej autotransformatora 400/330kV w SE ALYTUS oraz hydrogeneratorów HG1 i HG2 w pracy kompensacyjnej, potwierdzając możliwość realizacji próby. Próba została zrealizowana z wynikiem pozytywnym.

Pracownicy Oddziału opublikowali 5 artykułów naukowych, w tym w wysoko punktowanym czasopiśmie *Energies* pt. „*New Performance Indices for Power System Stabilizers*”. Przedmiotem artykułu są zagadnienia związane z innowacyjnymi wskaźnikami stabilizatorów systemowych (PSS). Na podstawie opisanych w artykule wskaźników będzie możliwe wskazanie, który stabilizator PSS (spośród wielu innych) nie działa poprawnie i należy zastosować zaawansowane metody optymalizacji i symulacji, aby poprawić jego nastawy. Autorzy zwracają uwagę na fakt, że wymagania odbiorcze dla PSS są różne w różnych systemach elektroenergetycznych. Ponadto operatorzy systemów przesyłowych (OSP) często mają różne wymagania dla stabilizatorów PSS, mimo że pracują w tym samym dużym systemie elektroenergetycznym. W artykule dokonano przeglądu wymagań dla stabilizatorów PSS stosowanych przez OSP różnych systemów elektroenergetycznych. Wykazano potrzebę uzupełnienia wymaganych badań o nowe wskaźniki jakościowe poprawiające ocenę PSS oraz sprawdzające właściwe działanie

tych stabilizatorów. Zaproponowane wskaźniki PSS pozwalają na graficzną wizualizację właściwości wszystkich generatorów synchronicznych wyposażonych w PSS w danym obszarze na pojedynczym wykresie 3D. Taka wizualizacja może być bardzo przydatna do szybkiego wykrycia słabych punktów systemu elektroenergetycznego. Kolejny artykuł, napisany przez jednego z pracowników Zakładu Sterowania i Teleinformatyki, ukazał się na łamach czasopisma *Measurement* pt. „*Fault detection method for energy measurement systems equipped with a Rogowski coil using the coil's response to a unit voltage jump and a fully convolutional neural network*”, w którym przedstawiono metodę oceny stanu układu pomiarowego wyposażonego w cewkę Rogowskiego wykorzystującą odpowiedź cewki na jednostkowy skok napięcia w obwodzie wtórnym. Do estymacji stanu układu wykorzystano w pełni konwolucyjną sieć neuronową oraz zdolność tego rodzaju sieci do ekstrakcji cech sygnału. Ta właściwość sieci neuronowej, w połączeniu z krótkim czasem zbierania danych treningowych i testowych przez zastosowaną metodę pomiaru w dziedzinie czasu, umożliwia łatwą i szybką rozbudowę systemu detekcji uszkodzeń o nowe klasy błędów. W roku 2022 zostały również opublikowane dwa artykuły na łamach *Przeglądu Elektronicznego*. Pierwszy pt. „*Nowoczesna stacja energetyczna SN/nn jako narzędzie do świadczenia usług elastyczności*” był efektem pracy zbiorowej, w którym opisano nowatorską stację energetyczną SN/nn stanowiącą podstawowy element infrastruktury sieci średniego i niskiego napięcia, przeznaczoną do autonomicznego zarządzania podłączoną do niej siecią niskiego napięcia (nn) oraz umożliwiającą świadczenie usług elastyczności sieci. Opisane rozwiązanie elastycznej stacji elektroenergetycznej zostało opracowane i przygotowane do wdrożenia w ramach projektu unijnego „*Market enabling the interface to unlock flexibility solutions for cost-effective management of smarter distribution grids*”, który otrzymał dofinansowanie z unijnego programu badań i innowacji Horyzont 2020. Natomiast

w artykule pt. „*Nowa metoda estymacji krzywej mocy czynnej farmy wiatrowej bazująca na podejściu statystycznym*” opisany został sposób na rozwiązywanie problemów związanych z estymacją mocy czynnej generowanej przez farmy wiatrowe. W opracowanej metodzie posłużono się podejściem statystycznym. W odróżnieniu od przedstawionych w literaturze metod, do wyznaczania krzywej mocy czynnej wykorzystano prędkość i kierunek wiatru, a także analizowano stany przejściowe turbin wiatrowych. Opracowany algorytm pozwala na wyznaczanie mocy czynnej badanej, rzeczywistej farmy wiatrowej z błędem nie przekraczającym 2%.

Jedną z ciekawszych publikacji w roku 2022 była wspólna praca z naukowcami z Włoch, którą zaprezentowano podczas konferencji naukowo-technicznej w Palermo. Artykuł „*Enabling conditions for the deployment of integrated local Energy communities in Europe*” powstał w ramach prac nad projektem eNeuron H2020, którego celem jest opracowanie innowacyjnych narzędzi do optymalnego projektowania i funkcjonowania lokalnych społeczności energetycznych, integrujących rozproszone zasoby energetyczne i wiele nośników energii w różnych skalach. W artykule przedstawiono studium przeglądowe warunków sprzyjających wdrażaniu zintegrowanych lokalnych wspólnot energetycznych (ILEC) w Europie, przeprowadzone w ramach projektu. Warunki te zostały omówione poprzez zdefiniowanie kluczowych aktorów i ich interesów we wdrażaniu wspólnoty energetycznej na poziomie lokalnym oraz poprzez szczegółowe mapowanie technologii energetycznych, technologii informacyjnych i komunikacyjnych zarówno na poziomie gospodarstwa domowego, jak i społeczności. Szczególny nacisk położony jest również na mapowanie technologii elastyczności po stronie popytu, aby zrozumieć korzyści płynące z lokalnej elastyczności i wpływu na większe systemy. Natomiast podczas Gdańskich Dni Energetyki pracownicy Oddziału przedstawili prezentację

dotyczącą wdrożenia w ramach projektu EUniversal – FlexSubStation; stacja transformatorowa SN/nn zapewniająca monitorowanie i sterowanie siecią nn. W prezentacji omówiono zakres i postępy realizacji polskiej części demonstracyjnej projektu europejskiego EUnivesral, w którym uczestniczą Energa Operator (lider), Instytut Energetyki i Mikroelektroniki. Zreferowano stan zaawansowania prac, w tym zakres wykonanych modernizacji stacji SN/nn oraz omówiono działanie algorytmu sterującego transformatorem z podobciążeniowym przełącznikiem zaczepów zainstalowanym na tych stacjach wg różnych kryteriów regulacji. Wskazano źródła pomiarów pozyskiwane ze stacji i z głębi sieci oraz możliwości ich wykorzystania w algorytmie sterującym. Praca, której dotyczy referat, realizowana jest w ramach projektu „Market enabling the interface to unlock flexibility solutions for cost-effective management of smarter distribution grids”, dofinansowanego z programu UE Horyzont 2020.

W gdańskim Oddziale od wielu lat utrzymywany jest system zarządzania jakością zgodny z normą PN-EN ISO 9001:2015-10. Posiadanie przez Oddział SZJ gwarantuje, że nasi Klienci otrzymują opracowania, ekspertyzy, urządzenia i usługi zawsze takie, jakich oczekują, na najwyższym poziomie naukowym i technologicznym. Walidacja wykonywanych urządzeń minimalizuje ryzyko awarii i przestojów, co przyczynia się do obniżenia kosztów eksploatacji ponoszonych przez Klienta. W roku bieżącym położyliśmy szczególny nacisk na analizę infrastruktury technicznej Oddziału pod kątem zapewnienia bezpiecznych i przyjaznych warunków pracy naszej kadry technicznej. Nadal skupiamy się także na rozwijaniu Systemu Zarządzania Jakością w kierunku wspierania obsługi klientów z zagranicy i dostarczania im urządzeń oraz opracowań zgodnych z wymaganiami technicznymi oraz formalnymi, specyficznymi dla regionu, z którego Klienci ci się wywodzą.

Z dumą zawiadamiamy, że w rezultacie przeprowadzonego w styczniu 2022 r. audytu certyfikacyjnego, Oddział Gdańsk otrzymał certyfikat zgodności Systemu Zarządzania Środowiskowego (SZŚ) z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:2015. Certyfikacja, przyznana przez PCC-CERT Sp. z o.o. Sp. k. jest zwieńczeniem naszych intensywnych starań, aby zagwarantować pełne poszanowanie środowiska naturalnego w każdym aspekcie, związanym z funkcjonowaniem Oddziału. Naszą niezmienną troską i zobowiązaniem jest, aby prace, zarówno wykonywane w Oddziale, jak i świadczone na rzecz Klientów Oddziału w kraju i zagranicą nie wywierały negatywnego wpływu na otoczenie, w tym środowisko przyrodnicze. Pragniemy, aby Oddział nie tylko był postrzegany z zewnątrz jako podmiot działający odpowiedzialnie i rozważnie wobec natury, ale także by nasze prace i usługi pomagały w bardziej efektywnym wykorzystaniu zasobów naturalnych (paliwa, kopaliny, surowce) przez Klientów Oddziału. Certyfikat SZŚ w Oddziale obejmuje swym zakresem prace naukowo – badawcze i projektowe oraz wytwarzanie urządzeń i systemów automatyki, przetwarzania i transmisji danych dla energetyki i przemysłu.

Oddział Gdańsk współpracuje z wieloma instytucjami polskiego sektora energetycznego, a także bierze aktywny udział w pracach European Energy Research Alliance EERA, uczestnicząc w Programie Badawczym Smart Grids – jako pełnoprawny członek (Full Member).

Pracownicy Oddziału Gdańsk reprezentują Polski Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych (PKWSE), który jest członkiem międzynarodowego stowarzyszenia Conseil International des Grands Réseaux Électriques (CIGRE). Celem CIGRE i PKWSE jest tworzenie nowej wiedzy technicznej i wymiana informacji dotyczących wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej przy poziomach napięć od wysokich

do średnich. Pracownicy Instytutu biorą czynny udział w pracach czterech Komitetów Studiów SC:

- A1 – Elektryczne maszyny wirujące – Mariusz Mazur,
- B4 – Energoelektronika i systemy DC – Krzysztof Madajewski; prof. IEn,
- C2 – Sterowanie i praca systemów elektroenergetycznych – Michał Izdebski,
- C6 – Rozproszone źródła energii i aktywne sieci rozdzielcze – Jan Smoter.

Oddział Gdańsk w ramach Programu Horyzont 2020 zakończył realizację dwóch projektów Sharing Cities i INTEgrated opeRation PLAnning tool towards the Pan-European Network (INTERPLAN). Jednocześnie kontynuuje realizację projektu greEN Energy hUbs for local integRated energy cOmmunities optimization (eNeuron) oraz MARKET ENABLING INTERFACE TO UNLOCK FLEXIBILITY SOLUTIONS FOR COST-EFFECTIVE MANAGEMENT OF SMARTER DISTRIBUTION GRIDS (EUniversal).

Oddział Gdańsk wykonuje wysoko zaawansowane analizy realizowane w oparciu o symulator czasu rzeczywistego RTDS (ang. Real Time Digital Simulator), którego zakup został dofinansowany w ramach RPO Województwa Pomorskiego. Laboratorium Badań Symulacyjnych RTDS jest wyposażone w nowoczesny, jedyny w Polsce tej klasy i tak bogatej konfiguracji cyfrowy symulator, który bazuje na wielordzeniowym systemie komputerowym Novacor i jest wyposażone w układy wejść i wyjść pozwalające na przyłączenie każdego urządzenia w standardzie w stosowanym w energetyce. RTDS pozwala w szczególności na prowadzenie badań zdalnie – ze stanowiskiem przyłączonym siecią (RTDS w IEn – użytkownik w dowolnej lokalizacji) oraz zdalnie – z odległymi układami połączonymi transmisją cyfrową z RTDS (RTDS w IEn – użytkownik

oraz badane urządzenia połączone poprzez sieć LAN z RTDS w dowolnej lokalizacji).

Możliwości badawcze laboratorium to między innymi:

- systemy zabezpieczeń,
- automatyka stacyjna,
- WAMS i PMU,
- układy regulacji,
- mikro sieci,
- układy Smart Grid i OZE.

Zastosowanie symulatora RTDS pozwala między innymi na:

- walidację działania zabezpieczeń w warunkach odpowiadającym rzeczywistym,
- testy w układzie zamkniętym urządzeń z protokołem IEC 61850,
- symulacje działania układów PMU i testowanie koncentratorów PDC,
- testy i parametryzacja układów regulacji urządzeń/maszyn pracujących w modelowanych warunkach rzeczywistych,
- testy kontrolerów i zabezpieczeń dla mikro sieci i Lokalnych Obszarów Bilansowania,
- poszerzanie kompetencji dla operatorów systemów dystrybucyjnych i przesyłowych oraz wytwarzania.

Wart podkreślenia jest również fakt, iż gdański Oddział Instytutu Energetyki aktywnie uczestniczył w roku 2022 w Międzynarodowych Targach Bielskich ENERGATAB. Targi to niepowtarzalna okazja pozwalająca budować wizerunek firmy, zaprezentować najnowsze rozwiązania techniczne czy pozyskać bezpośrednie opinie od odbiorców na temat oferowanych produktów i usług.



## Oddział Ceramiki CEREL (OC)

### Dyrektor Oddziału:

**dr inż. Marek Grabowy**

grabowy@cerel.pl

ul. Techniczna 1

36-040 Boguchwała

Tel. 504 745 481, 17 871 17 00

<http://www.cerel.eu/>

**Oddział Ceramiki CEREL** jest jednym z czterech pozawarszawskich oddziałów Instytutu Energetyki, mieszczącym się w Boguchwale koło Rzeszowa. W roku 2022 CEREL zatrudniał 49 osób, w tym 6 ze stopniem naukowym doktora i jedną ze stopniem dr hab. CEREL realizuje prace badawczo-rozwojowe w zakresie ceramiki technicznej oraz zajmuje się

wytwarzaniem unikalnych wyrobów z tworzyw ceramicznych na potrzeby przemysłu energetycznego, motoryzacyjnego, metalurgicznego, chemicznego, lotniczego, drzewnego i wielu innych.

Specjalnością Oddziału są precyzyjnie obrabiane elementy maszyn i urządzeń wytwarzane z ceramiki





korundowej i cyrkonowej. Oddział CEREL dysponuje nowoczesną aparaturą laboratoryjną. W Oddziale obowiązuje system jakości ISO 9001:2008.

CEREL prowadzi zaawansowane prace badawcze w zakresie stałotlenkowych ogniw paliwowych (SOFC) i membran tlenowych. Zespół CEREL pracuje między innymi nad zastosowaniami materiałów perowskitowych do wytwarzania membran tlenowych metodą ink-jet printing. Dodatkowo od kilkudziesięciu lat jednostka zajmuje się badaniami i rozwojem w zakresie zaawansowanych ceramicznych, tlenkowych i nietlenkowych, materiałów konstrukcyjnych.

Oddział CEREL tworzą dwa zakłady:

**Zakład Inżynierii Ceramicznej** w skład, którego wchodzi Laboratorium Badań Surowców i Tworzyw Ceramicznych oraz Laboratorium Materiałowe Ogniwa Paliwowych,

**Zakład Prototypów** z Warsztatem Mechanicznym oraz Pracownią Technologiczno-Konstrukcyjną.

#### Metody badawcze

- Badanie rozkładu wielkości porów (metoda porozymetrii rtęciowej),
- Badanie rozkładu wielkości cząstek (metoda dyfrakcji laserowej),
- Badanie właściwości reologicznych (metoda reometrii rotacyjnej),
- Badanie twardości i mikrotwardości (metoda Vickersa),
- Badanie wytrzymałości na zginanie (metoda trójpunktowa),
- Badanie rozszerzalności cieplnej ciał (metoda dylatometryczna),
- Badanie temperatury mięknięcia i topnienia (mikroskop grzewczy MHO-2),

- Badanie wielkości przemiany termicznej (zmiana masy w zależności od zmiany temperatury – analiza termogravimetryczna),
- Ilościowa analiza chemiczna (absorpcyjna spektrometria atomowa),
- Badanie odporności na ścieranie (zestaw trybologiczny T-07 do badania suchym ścierniwem),
- Badanie wytrzymałości dielektrycznej (układ do badania wytrzymałości elektrycznej z aparatem typu ABO-60),
- Badanie współczynnika strat dielektrycznych (mostek Scheringa typ P5026),
- Badanie rezystywności skrośnej (układ pomiarowy do badania rezystywności skrośnej z woltomierzem prądu stałego typu WK2-16).

### Działalność w roku 2022

Oddział Ceramiki CEREL w ramach zadań statutowych prowadził działania w zakresie rozwoju technologii materiałów ceramicznych: przeprowadzono modyfikację warstw elektrolitowej oraz warstwy barierowej ogniwa stałotlenkowego, opracowano technologię wytwarzania kompozycji materiału perowskitowego  $Ba_{0,8}Ca_{0,2}TiO_{3-\delta}$  (BCT) metodą reakcji w fazie stałej, opracowano technologię nanoszenia kontaktowej oraz pośredniej warstwy anodowej i warstwy elektrolitowej w zastosowaniu dla średniotemperaturowych ogniwa paliwowych na podłożu anodowym z elektrolitem przewodzącym protonowo, dobrano parametry całego procesu kształtowania wyrobów z trzech tworzyw cyrkonowych, z położeniem nacisku na minimalizację wykruszeń na krawędziach obrabianych przedmiotów – w efekcie obniżenie brakowości wytwarzania – przy jednoczesnym skracaniu czasów obróbki skrawaniem.

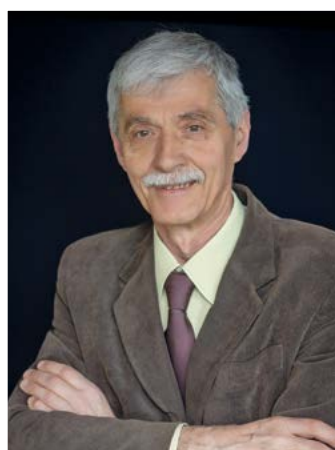
W roku 2022 w OC CEREL w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój NCBR realizowano

projekty finansowane ze środków Szybkiej Ścieżki: „Zaawansowane konstrukcyjne materiały ceramiczne stosowane w odlewaniu precyzyjnym części silników lotniczych”, „Innowacyjne materiały na bazie azotku krzemu o ekstremalnie wysokiej odporności na wstrząs cieplny, wytrzymałości mechanicznej oraz odporności korozyjnej” i „Opracowanie i wdrożenie systemu wysokosprawnego wytwarzania wodoru wysokiej czystości w elektrolizerze stałotlenkowym” oraz projekt aplikacyjny „Kompozyty na bazie dwutlenku cyrkonu o ekstremalnie wysokiej odporności na kruche pękanie i korozję hydrotermalną”.

Pracownicy Oddziału opublikowali 3 prace naukowe w punktowanych czasopismach międzynarodowych: Materials, Ceramic International, Cement and Concrete Composites. Artykuły te dotyczyły: wytworzenia odpornych chemicznie anod z przeznaczeniem na protonowe ogniwa paliwowe (PCFC), aby uniknąć kosztownej metody głębokiego oczyszczania wodoru, wpływu dodatków na właściwości rdzeni ceramicznych na bazie krzemionki wykorzystywanych do wytwarzania łopatek do turbowentylatorowego silnika odrzutowego oraz syntezy i wytworzenia cementów glinowych zawierających cyrkon i stront jako alternatywy dla cementów glinowo-wapniowych przeznaczonych do produkcji wysokowydajnych materiałów ogniotrwałych.

Zrealizowano 175 prac polegających na opracowaniu technologii oraz wytworzeniu różnego typu elementów ceramicznych na bazie tworzyw korundowych, dwutlenku cyrkonu i innych na potrzeby energetyki, przemysłu lotniczego, motoryzacyjnego, chemicznego, petrochemicznego, tekstylnego, farmaceutycznego i innych.





## Oddział Techniki Ciepłej Łódź (OTC)

### Dyrektor Oddziału:

**dr inż. Jacek Karczewski**

jacek.karczewski@itc.edu.pl

ul. Dąbrowskiego 113

93-208 Łódź

Tel. 42 643 42 14

<http://www.itc.edu.pl/>

Oddział Techniki Ciepłej „ITC” w Łodzi prowadzi działalność w zakresie wykonywania badań naukowych, prac rozwojowych, wdrożeniowych,

usługowych i wytwórczych oraz przeprowadzania ekspertyz i wydawania opinii na potrzeby sektora energetycznego. Działalność merytoryczna

Oddziału prowadzona jest w Centrum Innowacyjnych Technologii Energetycznych (CITE) w następujących Zespółach:

**Zespół Badań Akustycznych (ZBA)**

**Zespół Technologii Biogazowych (ZTB)**

**Zespół Konstrukcyjno-Technologiczny (ZKT)**

Pracownicy CITE przydzielani są do poszczególnych Zespołów w zależności od potrzeb związanych z realizacją prowadzonych prac. Do zadań CITE należy prowadzenie badań naukowych, prac rozwojowych i usługowych, przystosowywanie wyników badań do potrzeb i ich wdrażanie, w szczególności w zakresie:

- badań akustycznych materiałów i urządzeń,
- badań zmęzeniowych kadzi transformatorowych,
- projektowania i wytwarzania układów ograniczających hałas maszyn i urządzeń, np. tłumików hałasu, obudów i osłon akustycznych,
- projektowania i wytwarzania instalacji i urządzeń dla biogazowni, w tym stacji zbiorczych, stacji ssąco-tłoczących, systemów uzdatniania i unieszkodliwiania biogazu,
- opracowywania i budowy stanowisk badawczych, nowych urządzeń i prototypów,
- wytwarzania urządzeń, zespołów i elementów, zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną własną lub zleciennodawcy.

Oddział posiada bogatą siedemdziesięcioletnią historię – stanowi kontynuację działań Instytutu Techniki Ciepłej ITC w Łodzi powołanego w roku 1948. W roku 2008 Instytut został przyłączony do warszawskiego Instytutu Energetyki i stał się Oddziałem Techniki Ciepłej „ITC”. Obecnie Oddział zatrudnia 16 pracowników w tym 2 osoby ze stopniem doktora.



Oddział jest członkiem klastra „Bioenergia dla regionu”. Pracownicy OTC IEn zasiadają m.in. w Komitecie Automatyki Elektroenergetycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich i w Radzie Programowej magazynu: „Energetyka i Przemysł on-line”. Oddział sprawuje patronat naukowy nad coroczną, ogólnokrajową Konferencją „Remonty i Utrzymanie Ruchu w Energetyce”. Dyrektor Oddziału jest członkiem Komitetu ds. Ochrony Bezstronności w Jednostce Notyfikowanej nr 1446 (Okręgowy Urząd Miar w Łodzi) oraz członkiem Komisji Kwalifikacyjnej nr 310 przy Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Mechaników Polskich Oddział w Łodzi do stwierdzania kwalifikacji na stanowiskach pracy związanych z dozorem i eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych.

#### **Działalność w roku 2022**

Oddział Techniki Ciepłej w 2022 roku zrealizował trzy prace statutowe dotyczące projektu, budowy i pomiarów prototypu wentylatora Tesli, analizy akustycznej – przepływowej zamocowania przepustnicy powietrza w kanale układu wentylacyjno – klimatyzacyjnego oraz numerycznej analizy przepływowo-akustycznej przepływu pary w układach rozprężających.

Pracownicy Oddziału wygłosili trzy referaty na krajowych konferencjach naukowych oraz opublikowali siedem artykułów w czasopismach naukowo – technicznych (w większości były to anglojęzyczne artykuły w wysoko punktowanych czasopismach). Dotyczyły one zagadnień akustycznych, modelowo – symulacyjnych w układach regulacji turbin oraz pomiarowych (metoda pomiaru ciepła w parze wodnej przegrzanej). Pracownicy OTC prowadzili szkolenia branżowe i wykłady (m.in. na Politechnice Łódzkiej). Dyrektor Oddziału brał udział w debatach

eksperckich podczas różnego rodzaju konferencji i spotkań branżowych.

Oddział wykonał kilka prac rozwojowych i wdrożeń dotyczących przede wszystkim tłumików hałasu, a także instalacji biogazowych. Wśród tych ostatnich na uwagę zasługuje opracowanie, wykonanie i wdrożenie innowacyjnej pochodni do spalania gazu pirolitycznego. OTC IEn opracował nowatorskie metody badań oraz zaprojektował do tego celu stanowiska badawcze spełniające wymagania norm oraz wymagania kontrahenta w aspekcie analizy sygnałów akustycznych. Pracownicy Oddziału wykonywali badania w ramach Krajowej Oceny Technicznej wyrobów stosowanych w instalacjach wentylacyjnych w budownictwie. Wykonywali również badania zmęczeniowe kadzi transformatorowych (w tym dla kadzi prototypowych) dla kontrahentów krajowych i zagranicznych (Rumunia).



## Zakład Doświadczalny (ZD)

### Dyrektor Oddziału:

**dr inż. Stanisław Kiszło**

iezd@iezd.pl

ul. Św. Rocha 16

15-879 Białystok

Sekretariat: tel. 85 742 85 91

Centrala: tel. 85 742 29 27

<http://www.iezd.pl/>

**Zakład Doświadczalny w Białymstoku** prowadzi prace badawczo – rozwojowe i wdrożeniowe urządzeń dla energetyki zawodowej oraz przemysłowej, głównie w zakresie aparatury łączeniowej, napędów elektromechanicznych i sterowników

przeznaczonych do sieci średnich napięć. Zakład uczestniczy w opracowaniach projektowych i kompletacji automatycznych punktów rozłącznikowych SN sterowanych drogą radiową, teleinformatyczną w sieciach GSM/GPRS lub TETRA. Zakład prowadzi

również prace projektowo – badawcze w zakresie wskaźników napięcia i uzgadniaczy faz różnych napięć, uziemiaczy przenośnych do linii i urządzeń nn, SN i WN, przegród izolacyjnych do urządzeń elektroenergetycznych nn, SN, izolatorów kompozytowych wsporczych SN i innych urządzeń. Działalność wdrożeniowa Zakładu obejmuje wytwarzanie małoseryjne rozłączników napowietrznych 24 kV, napędów elektromechanicznych do łączników, wskaźników napięcia i uzgadniaczy faz od 50 V do 110 kV, uziemiaczy przenośnych, specjalistycznych drabin i pomostów do słupów energetycznych, uchwytów do napinania przewodów, izolatorów kompozytowych wsporczych 20 kV i przegród izolacyjnych SN.

Obecnie Zakład zatrudnia 22 osoby, w tym dwie osoby ze stopniem doktora.

#### Zakres badań IE-ZD

- prace projektowo – badawcze nowych urządzeń dla energetyki,
- wykonywanie modeli i prototypów nowych urządzeń,
- prowadzenie prób i badań prototypów wg programu badań własnych i wg norm technicznych,
- opracowywanie i kompletacja konwencjonalnych i automatycznych stanowisk rozłącznikowych SN,
- wdrożenia nowych opracowań urządzeń dla energetyki zawodowej i przemysłowej.

#### Działalność w roku 2022

W ramach działalności statutowej Zakład Doświadczalny kontynuował dwuletni program badawczy pn.: „Opracowanie wskaźników napięcia i uzgadniaczy faz typu pojemnościowego do stosowania przy

napięciach przemiennych powyżej 0,2 kV – praca B+R”. Celem pracy badawczej jest opracowanie małogabarytowych konstrukcji jednobiegunowych wskaźników napięcia przemiennego w zakresie napięć od 200 V do 110 kV (z podziałem na pięć zakresów pomiarowych) oraz jednobiegunowych uzgadniaczy faz w zakresie napięć od 200 V do 36 kV (z podziałem na trzy zakresy pomiarowe) spełniających wymagania obowiązujących norm technicznych.

Pierwszy etap pracy badawczej obejmował: wykonanie szczegółowej analizy pojemności elektrycznych występujących w środowisku pracy oraz ich wpływu na poprawność pracy detektorów, rozszerzenie funkcjonalności i kontroli autotestu, miniaturyzacja detektorów, przeprowadzenie symulacji komputerowych pracy za pomocą programu Micro – Cap 12, opracowanie modeli detektorów.

Drugi etap pracy badawczej obejmował określenie funkcjonalności i ustalenie parametrów prototypów detektorów na podstawie opracowanego programu prób i badań. Do realizacji drugiego etapu wykonano serię prototypów jednobiegunowych wskaźników napięcia i jednobiegunowych uzgadniaczy faz. Uzyskane wyniki z prób i pomiarów laboratoryjnych pozwolą na określenie wartości parametrów technicznych detektorów.





Pracownicy Zakładu Doświadczalnego w ubiegłym roku byli współautorami 7 publikacji naukowych w tym jednego rozdziału monografii oraz dwóch referatów prezentowanych na międzynarodowych konferencjach naukowych.

W ramach działalności podstawowej Zakład Doświadczalny wykonał kompletację i dostawę urządzeń do innowacyjnych stanowisk rozłącznikowych w sieci SN. Kompletacja obejmowała takie urządzenia jak: rozłączniki próżniowe zamknięte, sensory prądowe i napięciowe, szafka sterownika obiektowego z modułami przekazu informacji w sieciach GSM/GPRS i TETRA, sterownik lokalny napędu, akumulatory z zespołem superkondensatorów, transformator potrzeb własnych, ograniczniki przepięć i konstrukcje do montażu zestawu. Prace wykonywane były na zlecenie ENERGA Operator Oddział Płock.

W ramach prac promocyjnych i marketingowych Instytutu Energetyki opracowano trzy nowe katalogi informacyjne obejmujące w szerokim zakresie działalność i ofertę Instytutu Energetyki – Zakładu Doświadczalnego w Białymstoku. Nowe katalogi przedstawiają aparaturę łączeniową średniego napięcia, wskaźniki napięcia i uzgadniacze faz oraz uziemiacze przenośne.



## Działalność statutowa

1. CPC.4000.001.2022.MB, Maciej Boiski, Analiza i badania wielopaliwowego, modułowego układu kogeneracyjnego o mocy elektrycznej 100–500 kW. Badania laboratoryjne wybranych komponentów wielopaliwowego, modułowego układu kogeneracyjnego o mocy elektrycznej 100–500 kW.
2. CPC.4000.002.2022.PB, Paweł Bocian, Opracowanie technologii wielkoskalowej produkcji wodoru przy wykorzystaniu pętli chemicznej. Modelowanie procesu produkcji H<sub>2</sub> w pętli chemicznej.
3. CPC.4000.003.2022.JH, Jarosław Hercog, Opracowanie palnika wielopaliwowego do spalania gazu ziemnego i wodoru. Modelowanie numeryczne i projektowanie palnika wielopaliwowego do spalania gazu ziemnego i wodoru.
4. CPE-STAT.400.001.2022, Agnieszka Żurawska, Badania i rozwój stosów SOC według technologii Instytutu Energetyki dla potrzeb układów Power-to-X. Rozwój elektrolizerów SOE o poprawionych osiągnięciach w trybie pracy ko-elektrolizy pary wodnej i dwutlenku węgla dedykowanych do układów power-to-gas.
5. DZC.4000.67.2022, Maciej Owsiański, Analiza rozkładu temperatury oraz obliczanie sił elektrodynamicznych na szynach zbiorczych rozdzielnic przemysłowej niskiego napięcia podczas przepływu prądu znamionowego oraz prądu zwarcia w warunkach laboratoryjnych.
6. DZC.4000.68.2022, Maciej Owsiański, Analiza degradacji materiałów stosowanych do produkcji odzieży ochronnej na skutek oddziaływania łuku elektrycznego. Analiza metod ograniczania skutków narażenia na oddziaływanie łuku elektrycznego przez zastosowanie odpowiednich materiałów składowych odzieży ochronnej w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych.
7. DZC.4000.70.2022, Maciej Owsiański, Diagnostyka i predykcja stanu izolacji osprzętu kablowego SN na podstawie pomiarów poziomu wyładowań niepełnych. Analiza zjawisk występujących w układach izolacyjnych osprzętu kablowego SN w oparciu o badania modeli rzeczywistych.
8. DZE-1.4000.01.2022, Jerzy Przybysz, Metoda wyznaczania strat mocy i przyrostu temperatury w miejscach przejściowych zwarc w stojanie i wirniku generatora synchronicznego.
9. EAZ.4000.02.2022, Piotr Suchorolski, Badanie efektywności tłumienia prototypowego tłumika drgań ferorezonansowych współpracujących z niekonwencjonalnymi elektronicznymi przekładnikami pomiarowymi w sieciach średnich napięć.
10. EI.4000.001.2022, Bartłomiej Pawlik, Analiza wyników badań wyładowań niepełnych pod kątem pozyskania nowych wzorców ich źródeł w układach izolacyjnych uzwojeń stojanów generatorów.
11. EOS.4000.027.2022, Hubert Śmietanka, Analiza korelacji pomiędzy parametrami strukturalnymi, mechanicznymi i akustycznymi tworzyw porcelanowych osłon ograniczników napięć.
12. EOS.4000.025.2022, Hubert Śmietanka, Wykonanie badań terenowych oraz udoskonalenie prototypu autonomicznej przystawki do analizy stanu ograniczników napięć montowanej do typowych liczników zadziałań ograniczników napięć.
13. MAP.4000.1.2022, Rafał Malinowski, Opracowanie i wdrożenie wzorca czasu w Instytucie Energetyki.
14. MBM.4000.1.2022, Marcin Maternicki, Jacek Grodzicki, Określenie wpływu stopnia degradacji na wytrzymałość na pełzanie nowej stali dla energetyki typu Thor 115 (11Cr–0,5Mo–VNbNB).
15. MDT.4000.05.2022, Dariusz Mężyk, Opracowanie metodyki korekty naciągów montażowych w rurociągach parowych po przekroczeniu okresu obliczeniowego eksploatacji w celu przedłużenia żywotności rurociągu,
16. OC-CEREL-02-22, Magdalena Gromada, Opracowanie technologii wytwarzania materiału perowskitowego Ba<sub>0,8</sub>Ca<sub>0,2</sub>TiO<sub>3-δ</sub> (BCT)

- o właściwościach piezoelektrycznych w celu zastąpienia zawierającego ołów materiału PZT
17. OC-CEREL-03-22, Mariusz Krauz, *Badania i rozwój alternatywnych ceramicznych ogniw elektrochemicznych. Dobór materiałów oraz technologii do wytwarzania kontaktowej oraz pośredniej warstwy anodowej i elektrolitu dla stałotlenkowych ogniw elektrochemicznych z elektrolitem na bazie przewodników protonowych.*
  18. OC-CEREL-04-22, Janusz Świder, *Kształtowanie wyrobów z zaawansowanej ceramiki technicznej o złożonej geometrii. Obróbka skrawaniem ceramiki cyrkonowej w stanie zielonym, białym i spieczonym końcowo.*
  19. OGA-01/22, Michał Pietrzak, *Opracowanie i badania metod prognozowania bilansu mocy elektrycznej w sieci nn z uwzględnieniem mikroinstalacji i małych instalacji fotowoltaicznych przy wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji.*
  20. OGA-02/22, Janusz Gurzyński, *Poprawa bezpieczeństwa pracy sieci nn i jakości energii elektrycznej poprzez zarządzanie mikroinstalacjami PV. Opracowanie i badania symulacyjne innowacyjnego algorytmu skoordynowanego sterowania mikroinstalacjami PV w sieci nn w celu utrzymania normatywnych parametrów jakości napięcia zasilającego.*
  21. OGC-03/22, Mariusz Mazur, *Opracowanie adaptacyjnego stabilizatora systemowego poprawiającego stabilność i bezpieczeństwo krajowego systemu elektroenergetycznego. Opracowanie algorytmów i przeprowadzenie badań modelowych adaptacyjnego stabilizatora systemowego poprawiającego stabilność i bezpieczeństwo krajowego systemu elektroenergetycznego.*
  22. OGC-04/22, Michał Kosmecki, *Opracowanie koncepcji i budowa stanowiska badawczego do badań systemów elektroenergetycznych o małej inercji w szczególności badania stabilności częstotliwościowej systemu wyspowego.*
  23. OGH-05/22, Mateusz Kosek, *Optymalizacja geometrii i parametrów pracy elementów sterujących przepływem czynnika roboczego w układzie sterowania hydrozespołem z zastosowaniem numerycznych symulacji przepływu CFD. Optymalizacja geometrii głównego rozdzielacza sterującego przepływem czynnika roboczego w układzie sterowania hydrozespołem z zastosowaniem numerycznych symulacji przepływu CFD.*
  24. OGH-09/22, Dariusz Pastwa, *Opracowanie i badania symulacyjne mechanicznego układu wspomagającego awaryjne zamknięcie aparatu kierowniczego turbiny elektrowni wodnej.*
  25. OGM-06/22, Piotr Kolendo, *Studium porównawcze metod estymacji wartości chwilowej mocy czynnej farmy wiatrowej.*
  26. OGM-07/22, Jacek Jemielity, *Opracowanie i badania na stanowisku symulacyjnym algorytmu sterowania przełącznikiem zaczepek w GPZ na podstawie danych pomiarowych z głębi sieci średniego napięcia.*
  27. OGS-08/22, Bogdan Czarnecki, *Opracowanie i wdrożenie rozwiązań technicznych zwiększających elastyczność Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Opracowanie katalogu usług elastyczności w sieci dystrybucyjnej. Badanie zastępowalności inwestycji sieciowych usługami elastyczności w procesach planowania rozwoju i prowadzenia ruchu sieci dystrybucyjnej.*
  28. OTC-01-2022, Kamil Wójciak, *Analiza parametrów akustyczno-przepływowych prototypu wentylatora Tesli w powiązaniu z parametrami konstrukcyjnymi. Projekt, budowa i pomiary prototypu wentylatora Tesli.*
  29. OTC-02-2022, Joanna Kopania, *Analiza akustyczno-przepływowa niskosumowej przepustnicy powietrza dedykowanej instalacjom wentylacyjno-klimatyzacyjnym w efektywnym energetycznie budownictwie. Analiza akustyczno-przepływowa zamocowania przepustnicy powietrza w kanale układu wentylacyjno-klimatyzacyjnego*
  30. OTC-03-2022, Patryk Gaj, *Analiza przepływowo-akustyczna procesu rozprężania pary dla parametrów wysokich liczb Macha. Numeryczna analiza przepływowo-akustyczna przepływu pary w układach rozprężających.*
  31. ZD-01-22, Stanisław Kiszło, *Opracowanie wskaźników napięcia i uzgadniaczy faz typu pojemnościowego do stosowania przy napięciach przemiennych powyżej 0,2 kV – prace B+R. Określenie funkcjonalności i ustalenie parametrów prototypów wskaźników napięcia i uzgadniaczy faz na podstawie przeprowadzonych prób i badań.*

# Projekty międzynarodowe

## Horyzont 2020



**SO-FREE**, *Solid oxide fuel cell combined heat and power: Future-ready Energy*, H2020-JTI-FCH-2020-1, H2020-EU.3.3.8.1., 101006667, 1.01.2021 – 31.08.2024.



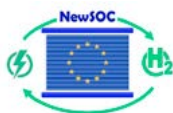
**eNeuron**, *greEN Energy hUbs for local integRated energy cOmmunities optimizatioN*, H2020-EU.3.3.4., 957779, 1.11.2020 – 31.10.2024.



**DRES2Market**, *Technical, business and regulatory approaches to enhance the renewable energy capabilities to take part actively in the electricity and ancillary services markets*, H2020-LC-SC3-2018-2019-2020, H2020-EU.3.3.2., H2020-EU.3.3.3., H2020-EU.3.3.7., 952851, 1.08.2020 – 31.01.2023.



**EUniversal**, *Market enabling interface to unlock flexibility solutions for cost-effective management of smarter distribution grids*, H2020-LC-SC3-2018-2019-2020, H2020-EU.3.3.4., 864334, 1.02.2020 – 31.07.2023.



**NewSOC**, *Next generation solid oxide fuel cell and electrolysis technology*, H2020-JTI-FCH-2020-1, H2020-EU.3.3.8.1., 874577, 1.01.2020 – 30.06.2023.



**RETROFEED**, *Implementation of a smart RETROfitting framework in the process industry towards its operation with variable, biobased and circular FEEDstock*, H2020-NMBP-ST-IND-2018-2020, H2020-EU.2.1.5.3., 864334, 1.11.2019 – 31.10.2023.

## Europejski Program Współpracy w Dziedzinie Badań Naukowo-Technicznych (COST)

**WIRE**, *Waste biorefinery technologies for accelerating sustainable energy processes*, CA20127, COST 067/21, 27.10.2021 – 26.10.2025.

# Projekty krajowe

## Projekty współfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

**MEGA-SOE.** Opracowanie i wdrożenie wielkoskalowego systemu wytwarzania wodoru wysokiej czystości z wykorzystaniem OZE w elektrolizerze stałotlenkowym. NTE-1/0022/2021-00. 3.10.2022 – 28.02.2029.

**VETNI.** Opracowanie i wdrożenie systemu wysokosprawnego wytwarzania wodoru wysokiej czystości w elektrolizerze stałotlenkowym, POIR.01.01.01-00-0022/21-00, 1.09.2021 – 31.12.2023.

**NitroCer.** Innowacyjne materiały na bazie azotku krzemu o ekstremalnie wysokiej odporności na wstrząs cieplny, wytrzymałości mechanicznej oraz odporności korozyjnej, POIR.01.01.01-00-0102/2, 1.08.2021 – 31.12.2023.

**Zatyczki,** Zaawansowane konstrukcyjne materiały ceramiczne stosowane w odlaniu precyzyjnym części silników lotniczych, POIR.01.01.01-00-1094/19, 1.05.2020 – 30.04.2023.

**Modyfikator spalania.** Rozwój i wdrożenie do produkcji innowacyjnego sposobu intensyfikacji spalania paliw stałych, POIR.04.01.02-00.068/17-00, 10.07.2019 – 31.03.2023

## Projekty współfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki

**SUPER-SOE.** Badania procesu wysokotemperaturowej koelektrolizy dwutlenku węgla i pary wodnej w stałotlenkowych ogniach elektrochemicznych prowadzonej w warunkach podwyższonego ciśnienia. UMO-2021/42/E/ST8/00401, 5.04.2022 – 4.04.2026.

**NEXTH2.** Opracowanie innowacyjnego stałotlenkowego elektrolizera (SOE) wytwarzanego niskokosztowymi technikami wytwórczymi jako kluczowego elementu nowoczesnych magazynów energii opartych na koncepcji power-to-gas. LIDER/1/0003/L-12/20/NCBR/2021. 1.01.2022 – 1.01.2025

**SUPER-SOC.** Nowa generacja elektrod powietrznych opartych o związki miedzi dla stałotlenkowych ogni paliwowych i elektrolizerów wysokotemperaturowych, 2020/37/B/ST8/02097, 01.02.2021 – 31.01.2024.

*Eksperymentalne i numeryczne badania wpływu mikrostruktury ceramicznych przewodników jonowych na przebieg procesu wytwarzania wodoru w stałotlenkowych ogniwach elektrochemicznych (SOC), Program SONATA 14, 2018/31/D/ST8/00123, 26.07.2019 – 25.11.2022.*

*Badania stabilności materiałów elektrod powietrznych w ogniwach SOE w warunkach wysokiego stężenia pary wodnej w szerokim zakresie gęstości prądu, Program PRELUDIUM 16, 2018/31/N/ST8/02491, 26.07.2019 – 25.01.2022.*

*Nowe podejście do wytwarzania paliw syntetycznych: złożone badania procesów anodowych stałotlenkowego elektrolizera wspomaganego paliwem w formie stałej (DC-SOFEC), Program HARMONIA 10, 2018/30/M/ST8/00675, 29.03.2019 – 28.03.2024.*

*Nowe materiały na warstwy ochronne dla stalowych interkonektorów tlenkowych ogniw, Program HARMONIA 9, 2017/26/M/ST8/00438, 10.05.2018 – 9.11.2022.*

*Opracowanie oraz badania hybrydowego reaktora SOE/MCFC do syntezy lekkich węglowodorów w oparciu o wysokotemperaturowe procesy elektrochemiczne, Program OPUS 13, 2017/25/B/ST8/00869, 21.02.2018 – 20.02.2023.*

## **Projekty finansowane przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej**

**ACT-SOC.** *Aktywacja elektrod wysokotemperaturowych ogniw stałotlenkowych czynnikami elektrokatalitycznymi dla poprawy sprawności pracy w obniżonych temperaturach. BPN/BPT/2021/1/00041/U/00001. 1.01.2022 – 31.12.2023*

## **Projekt finansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**

**NITROCELL,** *Projekt przed-pilotażowy obejmujący analizę oraz weryfikację eksperymentalną zasilania amoniakiem stosów stałotlenkowych ogniw paliwowych SOFC do zasilania maszyn oraz pojazdów transportu długodystansowego, Program priorytetowy nr 5.1.1 „Wsparcie Ministra Klimatu w zakresie realizacji polityki klimatycznej, Część 1) Ekspertyzy, opracowania, realizacja zobowiązań międzynarodowych”, 3042/2021/Wn50/NE-OA-FN/D, 01.10.2021 – 30.11.2022.*

## **Projekty finansowane przez Regionalne Programy Operacyjne**

*Lotnicze Centrum Wdrożeń Ogniw Paliwowych oraz Nowoczesnych Ceramicznych Materiałów Konstrukcyjnych, RPPK.01.01.00-IZ-00-18-002/19, 30.12.2019 – 31.12.2022.*

## Najważniejsze prace B+R i ekspertyzy w 2022 r.

1. CPC. Badania kaloryczności próbki pelletu z łuski słonecznika.
2. CPC. Dostawa palnika o mocy 2 MW BIOM.
3. CPC. Obliczenie i zaprojektowanie zwężeń w celu wyrównania przepływu w rurociągach kotłów.
4. CPC. Określenie przyczyn pulsacji w komorze paleniskowej kotła WR-12.
5. CPC. Opracowanie dokumentacji wykonawczej przedpaleniska do spalania biomasy o dużej zawartości popiołu do 35% w postaci podkładu popieczarkowego o mocy w zakresie 1 do 2,5 MW w paliwie dla kotła o mocy 2 MW zasilanego podkładem po-pieczarkarskim.
6. CPC. Opracowanie metody dokładnego wyznaczania żywotności katalizatorów deNOx oraz budowa narzędzia predykcyjnego reaktorów SCR.
7. CPC. Opracowanie metody dokładnego wyznaczania żywotności katalizatorów deNOx oraz budowa narzędzia predykcyjnego reaktorów SCR. Badania w mikroreaktorze oraz analiza i kalibracja. Badania numeryczne w celu doboru optymalnego algorytmu uczenia maszynowego.
8. CPC. Opracowanie przedpaleniska do wstępnego spalania o zawartości popiołu w przedziale od 20 do 35% i wilgotności min. 10%-max. 15% w postaci podkładu podpieczarkowego umożliwiające odseparowanie minimum 50% masy substancji mineralnej zawartej w paliwie oraz wykonanie badań numerycznych potwierdzających możliwość uzyskania zakładanego stopnia separacji popiołu w zakresie zmian mocy przedpaleniska od 1 do 2,5 MW w paliwie dla kotła o mocy 2 MW zasilającego podkładem po-pieczarkarskim.
9. CPC. Opracowanie technologii zwiększenia efektywności poprzez zastosowanie systemów odzysku i wykorzystania ciepła odpadowego z silników tłokowych.
10. CPC. Optymalizacja metod pierwotnych redukcji emisji NOx na kotłach OP-215.
11. CPC. Przeprowadzenie badań próbki węgla brunatnego.
12. CPC. Przeprowadzenie badań sprawdzających wpływ zastosowania płyt magnetyzera na parametry spalania O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> zawartości części palnych w popiele. Pomiar temperatur w trakcie całego procesu spalania i zapis wizualny procesu.
13. CPC. Wykonanie analizy i optymalizacji budowy oraz pracy zespołu palnika gazowego w komorze spalania w celu eliminacji zapłonu w suszarni pelletu zasilanej spalinami produkowanymi w tejże komorze.
14. CPC. Wykonanie analizy wytrzymałościowej rurociągu spustowo-odwadniającego rozprężacza wraz z połączeniem z rozprężaczem oraz przeprojektowanie podpory lub podpór rurociągu spustowego w istniejącym kanale.
15. CPC. Wykonanie dokumentacji projektowej palników do spalania pyłu HiCarbon. Wykonanie dokumentacji projektowej odgięć. Przeprowadzenie optymalizacji wtrysku HiCarbonu do kotła z ewentualną modyfikacją przepływów w kotle.
16. CPC. Wykonanie dokumentacji technologicznej i wykonawczej instalacji spalania pyłu węglowego lub biomasowego w kotle płomienicowo-płomieniówkowym o mocy 2000 kWth.
17. CPC. Wykonanie dokumentacji wykonawczej i powykonawczej zabudowy miejscowego pomiaru ciśnienia na instalacji.

18. CPC. Wykonanie modyfikacji układu sterowania komory spalania uwzględniającej tryb wygrzewania rurociągów parogazów.
19. CPC. Wykonanie oceny stanu technicznego wkładów katalitycznych warstwy 1, 2 i 3 instalacji SCR kotła. Analiza powierzchni i składu chemicznego katalizatorów warstwy 3 instalacji SCR kotła oraz warstwy 1 i 2 instalacji SCR kotła.
20. CPC. Wykonanie pomiarów emisji z kotła c.o. o mocy ok. 1 MW w kotłowni.
21. CPC. Wykonanie pomiarów emisji z kotła utylizatora o mocy 200 kW.
22. CPC. Wykonanie pomiarów przemiałów młynów węglowych kulowo-misowych kotła OP-430.
23. CPC. Wykonanie pomiarów szczelności OPP kotła BFP.
24. CPC. Wykonanie prac projektowych dla zakresu ścieżki spalin.
25. CPC. Wykonanie testów katalitycznych w skali „bench” zgodnie z wymaganiami normy VGB-S-302-00-2013 oraz VDI2462Blatt2:2011-11 oraz ocena aktywności przesłanych próbek katalizatora pod kątem możliwości zastosowania do procesu „high dust”.
26. CPE. Aktywacja elektrod wysokotemperaturowych ogniwo stałotlenkowych czynnikami elektrokatalitycznymi dla poprawy sprawności pracy w obniżonych temperaturach.
27. CPE. Badania procesu wysokotemperaturowej koelektrolizy dwutlenku węgla i pary wodnej w stałotlenkowych ogniwach elektrochemicznych prowadzonej w warunkach podwyższonego ciśnienia.
28. CPE. Badania przemysłowe i prace eksperymentalno-rozwojowe nad wysokosprawną mikrogeneracją opartą na stałotlenkowych ogniwach paliwowych zasilanych wodorem lub mieszaniną gazu ziemnego z wodorem (mCHP-SOFC).
29. CPE. Dostosowanie i przygotowanie ogniwo elektrochemicznych ze stałym tlenkiem SOC.
30. CPE. Elektrociepłownia w lokalnym systemie energetycznym.
31. CPE. Integracja instalacji kontenerowej z ogniwami rSOC. z obiektem przemysłowym realizowana w ramach projektu „Modułowa instalacja odwracalnych ogniwo stałotlenkowych przewidziana do integracji z elektrownią przemysłową w celu poprawy jej pracy i zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii w sektorze elektroenergetycznym”.
32. CPE. Opracowanie i wdrożenie wielkoskalowego systemu wytwarzania wodoru wysokiej czystości z wykorzystaniem OZE w elektrolizerze stałotlenkowym.
33. CPE. Opracowanie innowacyjnego stałotlenkowego elektrolizera (SOE) wytwarzanego niskokosztowymi technikami wytwórczymi jako kluczowego elementu nowoczesnych magazynów energii opartych na koncepcji power-to-gas.
34. CPE. Opracowanie raportu „Stacje tankowania wodoru” oraz przeprowadzenie warsztatów.
35. CPE. Wykonanie instalacji kontenerowej z ogniwami RSOC.
36. CPE. Zobowiązanie do dostarczania danych z zakresu przepisów prawno-administracyjnych, które mają wpływ na rozwój i komercjalizację technologii wodorowych w Polsce.
37. CUE. Badania automatycznego zestawu grzewczego.
38. CUE. Badania i ocena właściwości użytkowych kuchni na paliwo stałe.
39. CUE. Badania i ocena właściwości użytkowych ogrzewacza pomieszczeń.
40. CUE. Badania i ocena właściwości użytkowych wkładu kominkowego konwekcyjnego.
41. CUE. Badania i ocena właściwości użytkowych wkładu kominkowego z płaszczem wodnym.



42. CUE. Badania kotła opalanego zrębkami drzewnymi z automatycznym podawaniem paliwa
43. CUE. Badania kotła z automatycznym podawaniem paliwa.
44. CUE. Badania kotła z ręcznym podawaniem paliwa.
45. CUE. Badania kotłów 10, 100, 250 kW opalanych pelletem.
46. CUE. Badania palnika.
47. CUE. Badanie i testy piecyka pelletowego, o mocy 6-8 kW.
48. CUE. Badanie rozkładu temperatur w piecach.
49. CUE. Pomiar zawartości pyłu w strumieniu spalin z kotła C.O. o mocy 1 MW.
50. CUE. Wystawienie świadectw urządzenie przyjazne środowisku i ekoprojektów dla kotłów o mocy 25 kW opalanych pelletami i węglem brunatnym.
51. CUE. Wystawienie świadectwa urządzenie przyjazne środowisku dla kotła dla badań z sondą oraz bez sondy Lambda.
52. DZC. Nadzory nad dokumentacją trafo.
53. DZC. Nadzory nad próbami transformatorów.
54. DZC. Nadzór nad badaniami napięciowymi rozdzielnic.
55. DZC. Nadzór nad badaniami szafy ZK3 podczas prób odporności na obciążenia statyczne i udarowe, wytrzymałości na skręcanie, uderzenia oraz wytrzymałości mechanicznej drzwi, odporności mechanicznej na uderzenia przedmiotami o ostrych krawędziach, odporności na nadmierne gorąco i ogień powodowane elektrycznymi zjawiskami wewnętrznymi.
56. DZC. Nadzór nad próbami wytrzymałości na napięcie udarowe.
57. DZC. Wydanie certyfikatu dla przekładnika prądowego.
58. DZE-1. Analiza przyczyny uszkodzenia uzwojenia wirnika turbogeneratora.
59. DZE-3. Analiza podatności ferrezonansowej oraz poziomów przepięć pochodzących od wyładowań atmosferycznych rozdzielni 400 kV.
60. EAZ. Analiza założeń projektowych oraz weryfikacja samych obliczeń nastaw zabezpieczeń dla układu zasilania rezerwowego oraz układów wyprowadzenia mocy bloków gazowo-parowych.
61. EAZ. Opracowanie nastaw terminali zabezpieczeniowych transformatorów 220/6kV.
62. EAZ. Wykonanie badań i opracowania do rozszerzenia certyfikatu dla przekładnika zabezpieczeniowego.
63. EAZ. Wykonanie opracowania do certyfikatu „Przełącznik sygnalizacyjny”.
64. EAZ. Wykonanie opracowania do certyfikatu „Przełącznik kontroli ciągłości obwodów wyłączających”.
65. EI. Badania i ocena stanu izolacji.
66. EI. Badania izolacji uzwojeń generatora w EW.
67. EI. Badania okresowe generatorów.
68. EI. Badanie izolacji uzwojeń stojana generatora bloku przed i po modernizacji.
69. EI. Badanie izolacji uzwojeń stojana generatora bloku.
70. EI. Badanie przekładników napięciowych.
71. EI. EW – badanie izolacji uzwojeń generatora 1GA i 3GA i pomp akumulacyjnych.
72. EI. Ocena stanu izolacji uzwojeń stojanów generatora na bloku na podstawie okresowych badań diagnostycznych metodą wyładowań niezupełnych.
73. EI. Pomiary specjalistyczne generatorów oraz usługi eksperckie w zakresie generatorów.
74. EI. Pomiary wyładowań niezupełnych generatora w EC.
75. EI. Remont generatora.
76. EI. Wykonanie badania wibroakustycznego generatora w EC po remoncie.

77. EI. Wykonanie badania wyładowań niepełnych (WNZ) generatora po remoncie.
78. EI. Wykonanie pomiarów elektrycznych generatora.
79. EI. Wykonanie testu wytrzymałościowego izolacji na dwóch wyprodukowanych prętach do uzwojenia stojana generatora w podwyższonej temperaturze przez 400 godzin.
80. EMS. Badania akustyczne generatora bloku w elektrowni.
81. EMS. Badania akustyczne generatora pod kątem zwartości rdzenia.
82. EMS. Wykonanie badania wibroakustycznego generatora po remoncie.
83. EOS. Badania i analiza ogranicznika przepięć fazy R (L1) bloku.
84. EOS. Badania poziomów ciśnienia akustycznego i wyznaczania poziomów mocy akustycznej transformatora poza stacją oraz w stacji. Pomiar pola magnetycznego w otoczeniu transformatora.
85. EOS. Badanie ograniczników przepięć 400 kV.
86. EOS. Badanie hałasu transformatorów 50, 160 i 250 kVA.
87. EOS. Badanie trafo na hałas.
88. EOS. Pomiar pola elektromagnetycznego i hałasu linii 110 kV.
89. EOS. Pomiar pola elektromagnetycznego w otoczeniu instalacji elektromagnetycznych.
90. EOS. Pomiar pola magnetycznego w otoczeniu stacji prefabrykowanej z transformatorem 6 MVA.
91. EOS. Pomiary natężenia pola elektromagnetycznego pod linią 110 kV do ekspertyzy w celu możliwości oszacowania podłączenia farmy fotowoltaicznej.
92. EOS. Pomiary pola elektromagnetycznego dla celów BHP na stanowisku pracy.
93. EOS. Wykonanie analizy oddziaływania pola elektromagnetycznego wokół lądowej stacji elektroenergetycznej 220kV/400kV od wypróbowania mocy z farmy wiatrowej o mocy 350 MW na Morzu Bałtyckim, a także wzdłuż toru kablowego projektowanej linii podziemnej 220 kV oraz na odcinku napowietrznym 400 kV.
94. EOS. Wykonanie analizy rozkładu pola magnetycznego wokół dwóch słupów kablowych linii kablowej 220 kV znajdujących się na przedpolu stacji SE.
95. EOS. Wykonanie badań i analizy ograniczników w polu pomiarowo-odgromnikowym transformatora.
96. EOS. Wykonanie pomiarów hałasu i natężenia pola elektromagnetycznego w 9 lokalach mieszkalnych w sąsiedztwie wewnętrznych stacji transformatorowych.
97. EOS. Wykonanie pomiarów hałasu w środowisku ogólnym.
98. EOS. Wykonanie pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego i hałasu w lokalach mieszkalnych nad i obok stacji transformatorowej w budynku.
99. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego i hałasu w stacji 110/14 kV.
100. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego i hałasu w środowisku ogólnym od stacji RSM.
101. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego na 1 piętrze budynku biurowego.
102. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego na działce w otoczeniu linii 15 kV, 110 kV i 220 kV.
103. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego nad linią kablową 110 kV.
104. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w otoczeniu dwóch słupów kablowych 110 kV.
105. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w otoczeniu instalacji elektroenergetycznych.

106. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w otoczeniu linii dwutorowej 110 kV.
107. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w środowisku i na cele BHP dla stacji 110/15 kV.
108. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w środowisku w otoczeniu wyprowadzeń kablowych zmodernizowanej linii 220 kV w SE oraz w otoczeniu słupa kablowego.
109. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w środowisku. Wykonanie opinii z prognozą rozkładu pól EM.
110. EOS. Wykonanie pomiarów pola elektromagnetycznego w środowisku na terenie działki na potrzeby uzgodnienia lokalizacji budynku w sąsiedztwie linii 110 kV.
111. EOS. Wzorcowanie miernika dla diagnostyki ograniczników przepięć metodą własną.
112. EUR. Wykonanie badania stopnia ochrony IP dla złącza kablowego.
113. EUR. Badania dla stacji transformatorowej z zainstalowanym transformatorem mocy 6 MVA.
114. EUR. Badania łukiem elektrycznym łańcucha odciążowo-przelotowego.
115. EUR. Badania obciążalności zwarciowej.
116. EUR. Badania rozdzielnicy – powtórne badania rozdzielności łukowej.
117. EUR. Badania rozdzielnicy – sprawdzenie przyrostów temperatury – sprawdzenie odporności na uderzenia mechaniczne.
118. EUR. Badania rozdzielnicy średniego napięcia wg wymagań normy PN-EN 622771.
119. EUR. Badania rozdzielnicy zgodnie z normą IEC 62271-200:2012.
120. EUR. Badania stacji transformatorowej i rozdzielnicy.
121. EUR. Badania stopnia ochrony stacji transformatorowej.
122. EUR. Badania szafki termoutwardzalnej.
123. EUR. Badania wytrzymałości zwarciowej połączeń śrubowych.
124. EUR. Badania wytrzymałości zwarciowej połączeń uziemiających i łukochronności złącza.
125. EUR. Badania załączenia na zwarcie uziemnika zamontowanego na rozdzielnicy.
126. EUR. Badanie IK dla złącza kablowego.
127. EUR. Badanie ogranicznika przepięć.
128. EUR. Badanie pustej obudowy szafy wewnętrznej – rozproszenie energii.
129. EUR. Badanie rozdzielnicy nn.
130. EUR. Badanie wkładek bezpiecznikowych.
131. EUR. Magazynowanie modułowej stacji transformatorowej oraz szafy zasilającej.
132. EUR. Nagrzewanie stacji.
133. EUR. Powtórzenie próby trwałości mechanicznej 2000 cykli dla odłącznika z napędem.
134. EUR. Powtórzenie zwarcia wewnętrznego łuku na trzyfazowej stacji.
135. EUR. Próba mechaniczna przekładników.
136. EUR. Próba odporności na oddziaływanie łuku elektrycznego łańcucha odciążowego.
137. EUR. Próba wytrzymałości zwarciowej szyn głównych i przewodu ochronnego rozdzielnicy niskiego napięcia.
138. EUR. Próba wytrzymałość zwarciowej obwodów uziemiających i sprawdzenia skutków łuku powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.
139. EUR. Próby łączeniowe wkładek bezpiecznikowych zgodnie z normą IEC 60282-1.
140. EUR. Próby łukowe w złączu kablowym.
141. EUR. Próby mechaniczne rozdzielnicy.
142. EUR. Próby transformatorów.
143. EUR. Próby uziemnika z odłącznikiem.
144. EUR. Próby wytrzymałości mechanicznej odłącznika i uziemnika 123 kV.

145. EUR. Próby wytrzymałości zwarciowej transformatora.
146. EUR. Próby zwarciove 50 kA, 200 ms.
147. EUR. Próby zwarciove na dwóch rozdzielnicach.
148. EUR. Próby zwarciove ograniczników.
149. EUR. Próby zwarciove uziemnika 420 kV wg IEC 62271-102
150. EUR. Sprawdzenie przyrostów temperatury dla rozdzielnicy SN.
151. EUR. Sprawdzenie stopnia ochrony IP4X i IK10 dla rozdzielnicy SN wg PN-RN 62271-200.
152. EUR. Sprawdzenie zwarciovej odporności łukowej łańcuchów izolatorowych 110 kV.
153. EUR. Sprawozdanie wytrzymałości dynamicznej zwarciovej transformatora 100 kVA wg IECC 60076-52006
154. EUR. Testy typu przekładnika napięciowego SN – próby nagrzewania oraz próby odporności na zwarcia.
155. EUR. Wykonanie badania TPW w złączu kablowym.
156. EUR. Wykonanie badań dla stacji transformatorowej z zainstalowanymi transformatorami mocy 6 MVA.
157. EUR. Wykonanie badań końcówek miedzianych z wąską płetwą do kabli miedzianych zaciśniętych na żyłę 2 klasy giętkości na zgodność z normą PN-EN 61238-1-3:2020-01.
158. EUR. Wykonanie badań wytrzymałości zwarciovej rozdzielnicy.
159. EUR. Wykonanie badań: krótkotrwałe przeciążenia prądowe.
160. EUR. Wykonanie konstruktorskiej próby nagrzewania rozdzielnicy niskiego napięcia prądem 3200 A.
161. EUR. Wykonanie pomiarów pola magnetycznego w laboratorium w otoczeniu transformatora 6 MVA.
162. EUR. Wykonanie prób łączeniowych rozdzielnicy.
163. EWN. Badania adaptera na zgodność z normą PN EN 60832-2.
164. EWN. Badania łańcucha odciągowo-przelotowego 220 kV.
165. EWN. Badania napięciem udarowym przekładnika napięciowego.
166. EWN. Badania odporności na przebite płyty gumowych wg normy PN-IEC 61111 pkt 5.6.4.2
167. EWN. Badania ograniczników przepięć średniego napięcia.
168. EWN. Badania okresowe wskaźnika napięcia.
169. EWN. Badania podnośnika, rękawów, bocznic, płacht, osłon elastycznych, osłon szynowych, drążków, napinaczy i rozłączników.
170. EWN. Badania próbki kabla.
171. EWN. Badania rozdzielnicy, próba napięciem udarowym i przemiennym.
172. EWN. Badania sensora napięcia.
173. EWN. Badania sensorów – próba wyładowań niezupełnych w temperaturze otoczenia jednego odcinka probierczego.
174. EWN. Badania sondy z tłokiem udarowym.
175. EWN. Badania sprzętu BHP.
176. EWN. Badania sprzętu dialektycznego.
177. EWN. Badania typu izolatorów nn, SN oraz WN.
178. EWN. Badania typu łańcuchów izolatorowych 110 kV.
179. EWN. Badania udarowe kabla.
180. EWN. Badania w mgłę solnej przekładników.
181. EWN. Badania zmęczeniowe izolatora kompozytowego.
182. EWN. Badanie (BIL) udarem piorunowym transformatora.
183. EWN. Badanie elektroizolacyjne.
184. EWN. Badanie elektryczne 2 typów kabli.
185. EWN. Badanie gaśnicy celem sprawdzenia możliwości gaszenia urządzeń elektrycznych o najwyższym napięciu pracy do 245 kV włączanie, będących pod napięciem.

186. EWN. Badanie izolacji pola.
187. EWN. Badanie napięcia udarowym przekładników napięciowych.
188. EWN. Badanie napięciowe rozłącznika.
189. EWN. Badanie okresowe drążka teleskopowego.
190. EWN. Badanie okresowe sprzętu dielektrycznego.
191. EWN. Badanie okresowe wskaźników napięcia oraz drążków izolacyjnych.
192. EWN. Badanie sondy z tłokiem udarowym.
193. EWN. Mechaniczne badania typu izolatorów kompozytowych.
194. EWN. Ograniczniki przepięć – pomiar składowej rezystancyjnej.
195. EWN. Pomiar wstępny i weryfikacyjne przekładnika.
196. EWN. Próba napięciem przemiennym 50 Hz oraz pomiar prądu upływu.
197. EWN. Próba napięciem przemiennym o częstotliwości sieciowej  $U_d = 28$  kV oraz próba napięciem udarowym piorunowym:  $U_p = 75$  kV dla rozdzielnic SN.
198. EWN. Próba napięciowa rozdzielnic średniego napięcia.
199. EWN. Próba pełnym udarem piorunowym oraz próba napięciem o częstotliwości sieciowej rozdzielnic.
200. EWN. Próba udarowa przekładnika napięciowego.
201. EWN. Próba wyładowania ulotowego i napięcia zakłóceń radioelektrycznych RIV wg PN-EN 61284:2002 punkt 14 dla odstępniaka wiązki potrójnej.
202. EWN. Próby dielektryczne rozłącznika.
203. EWN. Próby napięciem udarowym przekładnika.
204. EWN. Próby napięciem udarowym przewodu.
205. EWN. Próby napięciowe sprawdzające po zwarcia.
206. EWN. Próby napięciowe transformatorów 50, 160 i 250 kVA.
207. EWN. Próby sprawdzające izolatorów po badaniach łukiem elektrycznym.
208. EWN. Próby właściwości dielektrycznych rozdzielnic.
209. EWN. Testy typu przekładnika napięciowego SN – próba pełnym udarem piorunowym.
210. EWN. Wykonanie badań dyszy SN.
211. EWN. Wykonanie badań we mgle solnej ogranicznika przepięć 120 AC.
212. EWN. Wykonanie badań zwarciovych głowic konektorowych sprzęgających 24 kV.
213. EWN. Wykonanie prób napięciowych obwodów WN (25 kV) lokomotywy wg norm PN-EN 50343-ET43-014, PN-EN 50343-ET43-015, PN-EN 50343-ET43-017, PN-EN 50343-ET43-018, PN-EN 50343-ET43-019, PN-EN 50343-ET43-021.
214. EWN. Wykonanie próby napięciowej udarem o stromym czole dla dwóch typów izolatorów.
215. EWN. Wykonanie próby udarowej izolowanego przewodu odgromowego.
216. EWN. Wykonanie próby wyładowań niezupełnych głowicy konektorowej wyposażonej w sensor.
217. EWN. Wzorcowanie okresowe wskaźnika napięcia.
218. EWP. Badania rozdzielnic.
219. EWP. Badania stopnia IP szafy kablowej.
220. EWP. Badania wzrostu temperatury transformatora.
221. EWP. Opracowanie sprawozdania i analizy z badań końcówek miedzianych kątowych.
222. EWP. Przeprowadzenie nadzoru nad badaniami końcówek miedzianych z wąską płetwą.
223. MBM. Badania mikroskopowe metodą skaningową.
224. MBM. Badania rurociągu pary świeżej w elektrociepłowni.
225. MBM. Badanie i ocena stanu technicznego elementów rurociągu wody zasilającej.

226. MBM. Regulacja zawieszek kotłów na komorach przegrzewaczy pary pierwotnej, wtórnej i na rurociągach przerzutowych międzystopniowych. Wyrównoważenie naciągów wciągach nośnych komór przegrzewaczy i rurociągów przerzutowych. Przedstawienie analizy z wyników pomiarów wraz z zaleceniami dla regulacji w następnym remoncie kapitalnym.
227. MBM. Wykonanie badań diagnostycznych elementów rurociągów pary świeżej i wtórnie przegrzanej bloków energetycznych eksploatowanych w warunkach pełzania.
228. MBM. Wykonanie badań metalograficznych i oceny struktury komór przegrzewacza pary III stopnia kotła.
229. MBM. Wykonanie pomiarów i badań odcinków rur pobranych z kondensatora turbiny elektrowni.
230. MDT. Badania obciążeń zamocowań rurociągów pary świeżej (RA) i rurociągów pary przegrzanej (RB) w elektrowni.
231. MDT. Diagnostyka kotła sodowego w postoju rocznym.
232. MDT. Prowadzenie w 2022 roku nadzoru technicznego na rurociągami pary.
233. UGA. Badania filtrów magnetycznych oraz filtrów wstępnych na zgodność z normą PN-M-7500;16-10.
234. UGA. Badania grzejnikowego zaworu termostycznego prostego z głowicą zabudowaną na zgodność z normą PN-EN 215:2020-01.
235. UGA. Badania kontrolne grzejnika aluminiowego.
236. UGA. Badania kontrolne grzejnika stalowego płytowego.
237. UGA. Badania zaworu termostycznego osiowego.
238. UGA. Badanie filtra magnetycznego oraz filtra wstępnego z manometrem wg normy PN-M-75002:2016-10.
239. UGA. Badanie mocy cieplnej 10-elementowego prototypowego grzejnika.
240. UGA. Badanie wytrzymałości na zginanie zestawu zaworów zespolonych kątowych.
241. UGA. Ocena i weryfikacja stałości właściwości użytkowych grzejników wg PN-EN 442-1;2015-02.
242. UGA. Wykonanie badań AVCP grzejnika na zgodność z normą PN-EN 442-1:2015-02.
243. UGA. Wykonanie badań odpowietrzników automatycznych – prostego i kąтового.
244. UGA. Wykonanie badań zaworu grzejnikowego nietermostycznego.
245. OC. Opracowanie i wytworzenie prototypu formy filtra ceramicznego stosowanego w odlewaniu precyzyjnym.
246. OC. Opracowanie technologii mielenia oraz granulacji katalizatora opartego o tlenek ceru.
247. OC. Opracowanie technologii mielenia, granulacji oraz formowania dyszy do ciągłego odlewania stali w oparciu o dwutlenek cyrkonu częściowo stabilizowany magnezem.
248. OC. Opracowanie technologii oraz przygotowanie prototypowej partii rdzeni ceramicznych stosowanych do odlewania łopatek turbiny lotniczej.
249. OC. Opracowanie technologii oraz przygotowanie prototypowej partii rdzeni stosowanych w odlewaniu łopatek turbiny wysokiego ciśnienia.
250. OC. Opracowanie technologii oraz regeneracja rolki z azotku krzemu stosowanej w procesie formowania plastycznego metali.
251. OC. Opracowanie technologii oraz regeneracja zaworów kulowych stosowanych w przemyśle energetycznym na liniach do odpopielania.
252. OC. Opracowanie technologii oraz wykonanie prototypowego korundowego korpusu dla przemysłu lotniczego.

253. OC. Opracowanie technologii oraz wykonanie prototypowego wyłożenia młyna stosowanego do recyklingu mas odlewniczych w oparciu o kompozyt na bazie dwutlenku cyrkonu.
254. OC. Opracowanie technologii oraz wykonanie prototypowej osłony, wkładki oraz pierścienia z materiału korundowego.
255. OC. Opracowanie technologii oraz wykonanie prototypowych matryc do prac badawczych dotyczących tłoczenia w oparciu o materiał typu Mg-PSZ.
256. OC. Opracowanie technologii oraz wykonanie wyłożenia ceramicznego prototypowego urządzenia docierającego.
257. OC. Opracowanie technologii oraz wyłożenie materiałem wysokoglinowym prototypowych hydrocyklonów mleka wapiennego.
258. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie elementów izolacyjnych stosowanych w wymiennikach ciepła z porcelany elektrotechnicznej.
259. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie hybrydowych matryc (dwutlenek cyrkonu/metal) do formowania materiałów ściernych.
260. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie kompletnych, precyzyjnie obrabianych wyłożyń zaworów kulowych stosowanych w energetyce, w oparciu o tworzywo typu Mg-PSZ.
261. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie korundowych elementów stosowanych w urządzeniach mieszających.
262. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie precyzyjnie obrabianych pierścieni formujących w oparciu o tworzywo typu Mg-PSZ.
263. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie precyzyjnie obrabianych prototypowych elementów centrujących pracujących na linii zgrzewania oporowego w oparciu o kompozyt na bazie dwutlenku cyrkonu.
264. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie precyzyjnie obrabianych elementów pozycjonujących do procesu zgrzewania oporowego z dwutlenku cyrkonu.
265. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego ceramicznego wyłożenia pomp stosowanych w przemyśle wydobywczym w oparciu o tworzywo korundowe.
266. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego deflektora w oparciu o tworzywo korundowe.
267. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego elementu aparatury badawczej w oparciu o materiał korundowy.
268. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego elementu elektroizolacyjnego stosowanego w elektrotechnice.
269. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego kompletu nasadek i grzebienia stosowanego do formowania pustaków ceramicznych w oparciu o PSZ.
270. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego mikronizatora stosowanego w przemyśle kosmetycznym w oparciu o tworzywo korundowe.
271. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego narzędzia skrawającego na bazie węgliku boru.
272. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego noża formującego lico cegły klinkierowej w oparciu o kompozyt żarnisty na bazie ZrO<sub>2</sub>.
273. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego nurnika pompy wysokiego ciśnienia w oparciu o materiał typu Mg-PSZ.
274. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego oprzyrządowania laboratoryjnego służącego do prasowania jednoosiowego – matryca stal – kompozyt dwutlenku cyrkonu.

275. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego precyzyjnie obrabianego wałka stosowanego w aparaturze badawczej.
276. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego uchwytu pomiarowego dyfraktrometru w oparciu o ZrO<sub>2</sub>.
277. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego wspornika elementu grzejnego pieca w oparciu o materiał korundowy.
278. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego wyłożenia zestawu formującego ceramikę budowlaną w oparciu o kompozyt na bazie dwutlenku cyrkonu.
279. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego wyłożenia trudnościernego linii do transportu hydropneumatycznego piasku.
280. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego wyłożenia oraz ślimaka prasy do formowania aglomarmuru w oparciu o kompozyt ziarnisty na bazie dwutlenku cyrkonu.
281. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego wyłożenia ceramicznego laboratoryjnego młyna kulowego.
282. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowego wyłożenia linii produkcyjnej baterii w oparciu o kompozyt na bazie ZrO<sub>2</sub>.
283. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej dyszy wraz z zawirowaczem.
284. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej iglicy oraz gniazda zaworu stosowanego w przemyśle wydobywczym w oparciu częściowo stabilizowany dwutlenek cyrkonu.
285. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii „tacek” stosowanych przy produkcji renu.
286. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii ceramicznych elementów elektrofiltrów stosowanych w piecach opalanych pelettem.
287. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii dyszy na bazie dwutlenku cyrkonu stosowanych w przemysłowych myjkach ciśnieniowych.
288. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii dwuotworowych osłon elektroizolacyjnych w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.
289. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii dyszy z dwutlenku cyrkonu stosowanych w przemyśle maszynowym.
290. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii dysków z dwutlenku cyrkonu stosowanych w przemyśle maszynowym.
291. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów elektroizolacyjnych w oparciu o tworzywo korundowe.
292. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów linii produkcyjnej kabli w oparciu o dwutlenek cyrkonu.
293. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów form do odlewania części lotniczych.
294. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów elektroizolacyjnych.
295. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów kontrolujących przepływ metalu przy odlewaniu precyzyjnym w oparciu o tlenek glinu.
296. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów elektroizolacyjnych stosowanych w ogrzewaczach przepływowych.
297. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii elementów bezpiecznika prądowego w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.



298. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii izolatorów maszynowych stosowanych w rafinerii.
299. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii kostek połączeniowych oraz osłon grzałek w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.
300. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii korundowych elementów odpowietrzających formę odlewniczą.
301. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii kul zaworowych w oparciu o dwutlenek cyrkonu.
302. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii kul zaworowych w oparciu o materiał typu Mg-PSZ.
303. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii oprzyrządowania linii produkcyjnej ostrza z dwutlenku cyrkonu stabilizowanego magnezem.
304. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii osłon elektroizolacyjnych stosowanych w aparaturze pomiarowej.
305. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii osłon elektroizolacyjnych w oparciu o tlenek glinu.
306. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii osłon korundowych stosowanych w wysokotemperaturowym piecu kołpakowym.
307. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii opraw stosowanych w przemyśle górniczym w oparciu o tworzywo korundowe.
308. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii przenośników ślimakowych odpornych na zużycie ściernie stosowanych w prasach ślimakowych.
309. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii precyzyjnie obrabianych sprawdzianów stosowanych w branży lotniczej w oparciu o tworzywo korundowe.
310. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii pinów korundowych do pozycjonowania rdzenia przy odlewaniu precyzyjnych części lotniczych.
311. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii rurek korundowych stosowanych w maszynkach do tatuażu.
312. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii tłoków oraz wyłożeń pomp do mediów ściernych.
313. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii tulei ceramicznych stosowanych w przemyśle odlewniczym.
314. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii tulei korundowych stosowanych w przemyśle wydobywczym.
315. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii tygli stosowanych do pomiarów DTA.
316. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii uchwytów stosowanych w przemyśle meblarskim w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.
317. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii wysokotemperaturowych tygli laboratoryjnych stosowanych w branży spożywczej.
318. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii wtryskiwanych kształtek ceramicznych stosowanych w celu odcinania nadlewu.
319. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii wałków nawojowych stosowanych w przemyśle elektrotechnicznym.
320. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii wsporników kwarcowych, obrabianych chemicznie do formy odlewniczej.

321. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii złączy wysokotemperaturowych o skomplikowanej geometrii w oparciu o materiał typu Mg-PSZ.
322. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii podłoży katalitycznych na bazie tlenku ceru oraz porcelany elektrotechnicznej.
323. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii osłon termopar w oparciu o tworzywo korundowe.
324. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej partii wypełniacza elektroizolacyjnego.
325. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej tulei DD630 z tworzywa korundowego.
326. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej tulei hybrydowej (korund/stal).
327. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowej tulei pomiarowej stosowanej przy produkcji elektrod grafitowych w oparciu o tworzywo korundowe.
328. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych dyszy do piaskowania w oparciu o tworzywo korundowe.
329. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych dyszy i tulei z tworzywa korundowego.
330. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów aparatury pomiarowej w oparciu o tworzywo korundowe.
331. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów linii produkcyjnej w oparciu o tworzywo kordierytowe.
332. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów linii produkcyjnych w oparciu o dwutlenek cyrkonu stabilizowany magnezem.
333. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów elektroizolacyjnych stosowanych w zabezpieczeniu antykorozyjnym w oparciu o materiał korundowy.
334. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów linii puszkowania w oparciu o dwutlenek cyrkonu.
335. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów ceramicznych stosowanych w rezystorach.
336. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów form w oparciu o dwutlenek cyrkonu.
337. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów stosowanych w oprzyrządowaniu do zgrzewania oporowego w oparciu o tworzywo typu TZP.
338. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów aparatury badawczej w oparciu o tworzywo korundowe.
339. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów elektroizolacyjnych stosowanych w aparaturze pomiarowej w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.
340. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów osadczyc w oparciu o dwutlenek cyrkonu.
341. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów linii produkcyjnej w oparciu o tworzywo typu Mg-PSZ.
342. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów elektroizolacyjnych w oparciu o tworzywo typu C130.
343. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów urządzeń odpornych na oddziaływanie ścierne i chemiczne w oparciu o tworzywo korundowe.
344. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów elektroizolacyjnych w oparciu o tworzywo kordierytowe.

345. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów kalorymetru w oparciu o tlenek glinu.
346. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów elektroizolacyjnych do aparatury elektrycznej.
347. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów korundowych stosowanych na linii do produkcji koszy metalowych.
348. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów korundowych stosowanych w przemyśle lotniczym.
349. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów porcelanowych stosowanych w przemyśle elektrotechnicznym.
350. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów linii do zgrzewania tarcowego w oparciu o tworzywo korundowe.
351. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów oprzyrządowania linii do cięcia laserem w oparciu o tworzywo korundowe.
352. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów izolacyjnych stosowanych w szwalnictwie w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.
353. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów konstrukcyjno-izolacyjnych stosowanych w instalacji produkcyjnej wełny mineralnej.
354. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych elementów ceramicznych stosowanych w procesie zgrzewania oporowego.
355. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych korpusów bezpieczników stosowanych w górnictwie w oparciu o porcelanę elektrotechniczną.
356. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych korundowych elementów aparatury badawczej.
357. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych matryc i stempli stosowanych przy produkcji baterii w oparciu o tworzywo typu TZP
358. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych matryc do formowania baterii w oparciu o tworzywo typu TZP.
359. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych nurników pomp stosowanych w przemyśle wydobywczym w oparciu o materiał korundowy.
360. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych nurników korundowych stosowanych przy produkcji chromu.
361. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych nurników stosowanych w instalacjach metanolu w przemyśle wydobywczym, w oparciu o tworzywo typu TZP.
362. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych nurników pomp stosowanych w warunkach podwyższonego oddziaływania ściernego w oparciu o materiał korundowy.
363. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych nurników pompy wysokiego ciśnienia w oparciu o materiał korundowy.
364. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych osłon korundowych stosowanych w przemyśle maszynowym.
365. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych osłon korundowych stosowanych w aparaturze pomiarowej.
366. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych osłon wysokotemperaturowych stosowanych w aparaturze pomiarowej.
367. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych osłon typu PRC z porcelany elektrotechnicznej.
368. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych partii elementów elektrofiltrów do pieców węglowych.

369. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych partii rdzeni ceramicznych stosowanych w odlewnictwie precyzyjnym.
370. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych partii elementów elektroizolacyjnych stosowanych w ogrzewaczach przepływowych.
371. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych partii elementów konstrukcyjnych form do odlewania precyzyjnego łopatek silnika lotniczego w oparciu o kompozyt na bazie tlenku glinu.
372. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych partii elementów elektrofiltrów w oparciu o porcelanę elektrotechniczną pokrytą szkliwem.
373. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych płytek elektroizolacyjnych w oparciu o tworzywo korundowe.
374. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych precyzyjnie obrabianych elementów dozujących dla przemysłu farmaceutycznego w oparciu o tworzywo korundowe.
375. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych rdzeni ochładzalnika stosowanych w przemyśle lotniczym w oparciu o szkło kwarcowe.
376. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych rolek linii produkującej światłowód w oparciu o kompozyt ziarnisty na bazie dwutlenku cyrkonu.
377. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych rolek opornikowych.
378. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych tulei korundowych dla przemysłu lotniczego.
379. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych tulei korundowych stosowanych w urządzeniach do przetwarzania mas bitumicznych.
380. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych ustników stosowanych w przemyśle budowlanym w oparciu o dwutlenek cyrkonu częściowo stabilizowany magnezem.
381. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych wtyczek wysokotemperaturowych połączeń prądowych stosowanych na liniach zgrzewania oporowego w oparciu o tworzywo typu Mg-PSZ.
382. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych zaworów linii odpopielania w elektrowni w oparciu o dwutlenek cyrkonu oraz korund.
383. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych, precyzyjnie obrabianych elementów linii do zgrzewania tarcowego.
384. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie prototypowych, precyzyjnie obrabianych rdzeni.
385. OC. Opracowanie technologii oraz wytworzenie wyłożenia ceramicznego do prototypowego hydrocyklonu w oparciu o tworzywo wysokoglinowe.
386. OC. Opracowanie technologii wysokotemperaturowych elementów aparatury pomiarowej w oparciu o materiał korundowy.
387. OG. Aktualizacja analizy doboru środków do kompensacji mocy biernej z uwzględnieniem wymogów Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 (RfG) farmy wiatrowej.
388. OG. Aktualizacja analizy kompensacji mocy biernej w zgodzie z wymaganiami kodeksu sieciowego.
389. OG. Aktualizacja raportu „Analiza spełnienia wymagań regulacji mocy biernej przez farmę wiatrową zgodnie z NC RfG. Analiza strat mocy i energii dla siłowni.

390. OG. Analiza dostępnych mocy przyłączeniowych dla źródeł wytwórczych przyłączanych do sieci elektroenergetycznych o napięciu znamionowym powyżej 1 kV.
391. OG. Analiza dynamiczna pracy synchronicznej systemu Europy kontynentalnej z systemami UAMD na napięciu 400 kV po załączeniu linii.
392. OG. Analiza i dobór parametrów elektrycznych układów kompensacji mocy biernej farmy wiatrowej.
393. OG. Analiza możliwości generacji mocy biernej, spełnienia wymagań NC RfG przez elektrownię wiatrową oraz dobór żył roboczych i powrotnych kabli SN.
394. OG. Analiza możliwości wykorzystania siłowni wiatrowych do kompensacji instalacji kablowej WN w warunkach postoju farmy.
395. OG. Analiza przyczyn uszkodzeń i zalecenia dla eliminacji/ograniczenia uszkodzeń podzespołów indukcyjnych UKMB.
396. OG. Analiza rozptyłu mocy i rozkładu napięć dla farmy wiatrowej o mocy zainstalowanej 2,6 MW.
397. OG. Analiza układów zasilania farmy wiatrowej w celu weryfikacji doboru kabli SN.
398. OG. Analiza wpływu przyznania odstępstwa od wymogów NC RfG na parametry jakości energii elektrycznej dla dwóch farm wiatrowych z punktem przyłączenia na napięciu SN.
399. OG. Analiza wpływu zmiany typu siłowni wiatrowych na warunki współpracy z siecią KSE
400. OG. Analiza wyższych harmonicznych w SE FW dobór rozwiązań układowych i parametrów filtrów układu zasilania po kątem ograniczania poziomu wyższych harmonicznych w miejscu przyłączenia.
401. OG. Analiza zwarciowa i rozpyłowa w instalacji wewnętrznej WN i SN .
402. OG. Delivery and commissioning of the Static Excitation System.
403. OG. Developing Detailed Program of the Tests for PV Sol Energy.
404. OG. Dostawa i uruchomienie układów wzbudzenia dla elektrowni wiatrowej
405. OG. Dostawa statycznego układu wzbudzenia, dostawa transformatora wzbudzenia, projekt i uruchomienie układu wzbudzenia.
406. OG. Dostawa, uruchomienie i wprowadzenie do istniejącego systemu stacji pogodowej DOL na linii energetycznej.
407. OG. Dostosowanie istniejącego układu ARST do współpracy z nowym układem R400 kV.
408. OG. Dostosowanie układów napięcia ARST w stacjach elektroenergetycznych w celu współpracy z układami farm wiatrowych.
409. OG. Dostosowanie układu ARST SE 220/110 kV do współpracy z nowym układem rozdzielni 110 kV.
410. OG. Dynamic models validation for NERC – MOD-26 STUDY.
411. OG. EW – modernizacja systemu nadrzędnego sterowania.
412. OG. EW – modernizacja układu zasilania jazu.
413. OG. EW – modernizacja zespołu przełącznika strumienia.
414. OG. EW – przegląd regulatorów TZ-1 i TZ-2.
415. OG. EW – regulacje układów elektrohydraulicznych rozruchu i wzbudzenia hydrozespołów i pomp.
416. OG. EW – remont agregatów hydraulicznych.
417. OG. EW – remont części mechanicznej układu regulacji turbiny.
418. OG. EW – testy regulacji pierwotnej i regulacji wtórnej oraz testy mocy osiągalnej.
419. OG. EW – wymiana regulatorów turbiny – prace projektowe.
420. OG. EW – wymiana statycznych układów regulacji napięcia generatorów.
421. OG. EW – przegląd układu rozruchu częstotliwościowego.

422. OG. Modernizacja regulatorów hydraulicznych w EW.
423. OG. Modernizacja systemu sterowania MEW.
424. OG. Modernizacja układu ARNE w elektrowni.
425. OG. Modernizacja układu ASTZ EW.
426. OG. Montaż i uruchomienie układu ARST/ARNE w ramach zadania „Rozbudowa stacji 400/220/110 kV dla przyłączenia transformatora 400/110 kV”
427. OG. Nadzór, konserwacja comiesięczna i utrzymanie w sprawności układu regulatora turbiny.
428. OG. Naprawa siłowników aparatu kierowniczego EW.
429. OG. Objęcie systemem DOL linii 110 kV.
430. OG. Opracowanie dokumentacji wykonawczej rozbudowy układu ARST stacji SE.
431. OG. Opracowanie i uzgodnienie nastaw zabezpieczeń WN-110 kV i SN-30k V FW 132 MW dla pracy równoległej transformatorów 110/30kV.
432. OG. Opracowanie i uzgodnienie zakresu testów dwóch generatorów synchronicznych o mocy 4,3 MW oraz wykonanie analiz przedstawiających oczekiwane osiągi w stanie ustalonym i osiągi dynamiczne zgodnie z wymogami rozdziałów 5, 6 lub 7 tytułu IV Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631.
433. OG. Opracowanie i uzgodnienie zakresu testów FW o mocy 4 i 6 MW.
434. OG. Opracowanie opinii technicznej dotyczącej przewodu odgromowego ze światłowodem wraz z infrastrukturą towarzyszącą.
435. OG. Opracowanie programu testów farmy PV.
436. OG. Opracowanie zakresu testów i pomiarów odbiorczych dla FW o mocy 8 MW oraz FW o mocy 6 MW.
437. OG. Opracowanie, uzgodnienie i wykonanie testów FW o mocy 7 MW zgodnie z wymaganiami IRiESD.
438. OG. Opracowanie, uzgodnienie zakresu testów dla PV o mocy 9,99 MW, PV o mocy 4,99 MW oraz dobór parametrów dla obu PV układów kompensacji mocy biernej zgodnie z wymaganiami NC RfG.
439. OG. Opracowanie, uzgodnienie zakresu testów PV 405/4 SN o mocy 9,99 MW oraz dobór parametrów układu kompensacji zgodnie z wymaganiami kodeksu sieciowego NC RfG.
440. OG. Opracowanie, wykonanie, zainstalowanie i uruchomienie układu ARNE bloków w elektrowni.
441. OG. Opracowanie, wykonanie, zainstalowanie i uruchomienie układu ARST w SE 220/110 kV.
442. OG. Ovation Static Excitation System, Connection Cabinet with breakers.
443. OG. Pogwarancyjny serwis regulatorów obrotów na rok 2022 w elektrowniach wraz z usługą wsparcia w zakresie usuwania usterek oraz układów sterowania zasuw w EW.
444. OG. Prace pomiarowe i regulacyjne na HZ1-HZ6 w EW w 2022 roku.
445. OG. Prace w zakresie budowy systemu ECMS dla PDH.
446. OG. Prepare upgrade of the controgen sx firmware to cooperation with SFC
447. OG. Próba systemowa uruchomienia z ESP bloku w Elektrowni.
448. OG. Przegląd układów regulacji obrotów turbin w EW.
449. OG. Przegląd układu wzbudzenia generatora GTHW-360 bloku po awarii silnika.
450. OG. Przegląd układu wzbudzenia i regulacji napięcia typu WGSY-10 dla HZ4 zainstalowanego w EW.
451. OG. Realizacja bezpieczeństwa pracy KSE z wyprzedzeniem trzyletnim (rok 2024).
452. OG. Remain amount after service and delivery of report.
453. OG. Remont i próby funkcjonalne obwodów sterowania i zabezpieczeń regulatora napięcia bloku.

454. OG. Remont regulatorów obrotów w EW.
455. OG. Rozbudowa i dostosowanie układu ARST na stacji 400/110 kV.
456. OG. Rozbudowa układu ARNE.
457. OG. Serwis regulatorów napięcia w 2022 roku.
458. OG. Serwis regulatorów obrotów i zasilaczy klap motylkowych w ESP w 2022 roku.
459. OG. Serwis układu regulacji obrotów w EW.
460. OG. Sprawdzenie układu wzbudzenia po awarii.
461. OG. Symulacja zgodności FW w zakresie określonym w Kodeksie Sieciowym oraz parametryzacja formularza w zakresie wyników prac symulacyjnych.
462. OG. Symulacje zgodności i model symulacyjny dla K2. Opracowanie zakresu testów oraz harmonogram na podstawie WP wydanych przez OSDp.
463. OG. Świadczenie nadzoru autorskiego współudział w uruchomieniu komunikacji pomiędzy systemem sterowania i wizualizacji MEW a systemem ECONTROL w ZEW.
464. OG. Udział w przygotowaniu próby systemowej EC w roku 2022 w zakresie zjawisk rezonansowych.
465. OG. Upgrade electronic in Unitrol F static excitation system.
466. OG. Usługa badawcza w zakresie opracowania metod identyfikacji potrzeb wykorzystania usług elastyczności w ramach projektu B+R Elastyczna Dystrybucja Prototyp Narzędzia Symulacyjnego UM.
467. OG. Usługa monitorowania warunków pogodowych i obciążalności prądowej nowego typu przewodu niskostratnego zawieszzonego.
468. OG. Wsparcie prac projektowych dla FW oraz przygotowanie wybranej dokumentacji niezbędnej do pozyskania pozwoleń na uruchomienie i pracę modułu wytwarzania energii.
469. OG. Wykonanie analizy dla określenia parametrów układów STATKOM turbin dla FW.
470. OG. Wykonanie dodatkowych testów regulacji mocy czynnej na farmie wiatrowej.
471. OG. Wykonanie prac związanych z układem wzbudzenia i powiadamiania w EW
472. OG. Wykonanie symulacji zgodności FW w zakresie określonym w Kodeksie Sieciowym (rozporządzenie UE631/2016).
473. OG. Wykonanie testów FW, wykonanie pomiarów tła i opracowanie raportu dla FW.
474. OG. Wykonanie testów odbiorczych FW – moc 7,2 MW.
475. OG. Wykonanie testów odbiorczych FW 101,25 MW, FW 118,25 MW.
476. OG. Wymiana układu ARST.
477. OG. Wymiana zaworów układów UOC w EW.
478. OG. Wyznaczenie dostępnych mocy przyłączeniowych dla źródeł i odbiorców.
479. OG. Zakup infrastruktury pomiarowej i komunikacyjnej systemu wyznaczania dynamicznej obciążalności linii 110 kV.
480. OTC. Badanie elementów wentylacyjnych.
481. OTC. Badania akustyczne elementów wentylacyjnych.
482. OTC. Badania akustyczne tłumików.
483. OTC. Badania przepustnicy.
484. OTC. Badania regulatorów przepływu.
485. OTC. Badanie nawiewników.
486. OTC. Dostawa pierścieni tocznych oraz rolek sita obrotowego.
487. OTC. Ocena parametrów akustycznych izolacji.
488. OTC. Ocena parametrów akustycznych kabin.
489. OTC. Opracowanie, wykonanie i uruchomienie pochodni gazu pirolitycznego.
490. OTC. Tłumik hałasu dla zaworu rozruchowego kotła.
491. OTC. Wykonanie badań aerodynamicznych elementów wentylacyjnych.
492. OTC. Wykonanie testów tłumika wentylacyjnego.

## Lista publikacji w 2022 r.

1. Babś A., Kajda Ł., Tarasiuk M., Matuszewicz M., *Nowoczesna stacja energetyczna SN/nn jako narzędzie do świadczenia usług elastyczności*, Przegląd Elektrotechniczny, 2022, 1, 3, 28–31.
2. Barański J., Kubiak G., Suchorolski P., Tomczak E., *Badania wybranych funkcji zabezpieczeniowych i automatyk z zastosowaniem cyfrowego testera UTC-GT2*, Wiadomości Elektrotechniczne, 2022, 90, 9, 55–61
3. Bartoszewicz-Burczy H., *Barriers for Large Integration of PV and Onshore Wind Energy in the Distribution Network on the Selected European Union Electricity Markets*, Studia Ecologiae et Bioethicae, 2022, 19, 5, 1–15.
4. Bartoszewicz-Burczy, Starzyński P., Schraube F., *Technical, business and regulatory approaches to enhance renewable energy capabilities to take part actively in the electricity and ancillary services markets*, European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2022, 1, 1, 1620–1624.
5. Bielecki J., Wańkowicz J., *Durability forecast of long rod composite insulators operating under variable mechanical loading conditions*, Archives of Electrical Engineering, 2022, 71, 3, 701–715.
6. Bielecki Z., Ochowiak M., Włodarczak S., Krupińska A., Matuszak M., Jagiełło K., Dziuba J., Szajna E., Choiński D., Odziomek M., Sosnowski T.R., *The Optimal Diameter of the Droplets of a High-Viscosity Liquid Containing Solid State Catalyst Particles*, Energies, 2022, 15, 3937, 1–13.
7. Błesznowski M., Łazor M., Razumkova K., Skrzypkiewicz M., Motyliński K., Wierzbicki M., Boguszewicz P., Kupecki J., *Kierunki rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce*, Gaz, woda i technika sanitarna, 2022, 96, 19–29.
8. Błesznowski M., Sikora M., Kupecki J., Makowski Ł., Orciuch W., *Mathematical approaches to modelling the mass transfer process in solid oxide fuel cell anode*, Energy, 2022, 253, 121878–121891
9. Cybulko P., Węgrzyn T., Szczucka-Lasota B., Krzysztoforski M., Döring A., *Konduktancja połączeń spawanych torów prądowych szynoprzewodów aluminiowych*, Wiadomości Elektrotechniczne, 2022, 114, 9, 28–30.
10. Dopierała P., *Fault detection method for energy measurement systems equipped with a Rogowski coil using the coil's response to a unit voltage jump and a fully convolutional neural network*, Measurement, 2022, 190, 110749.
11. Dudek M., Lis B., Kluczowski R., Krauz M., Ziąbka M., Gajek M., Rapacz-Kmita A., Mosiałek M., Dudek P., Majda D., Raźniak A., *NiO-Ba<sub>0.95</sub>Ca<sub>0.05</sub>Ce<sub>0.9</sub>Y<sub>0.1</sub>O<sub>3-δ</sub> as a Modified Anode Material Fabricated by the Tape Casting Method*, Materials, 2022, 15, 2489, 1–24.
12. Gaj P., Karczewski J., Kopania J., *Problem hałasu. Badania akustyczne rozprężania gazu w warunkach laboratoryjnych*, Energetyka Ciepła i Zawodowa, 2022, 6, 819, 28–35.
13. Gromada M., *Synthesis of BaCo<sub>0.4</sub>Fe<sub>0.4</sub>Zr<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> perovskite like material by solid state method for oxygen separating membranes operating under 700 °C*, Materiały Ceramiczne, 2022, 74, 1, 23–30.
14. Gromada M., Świeca A., Cygan R., *The effect of additives on properties of silica-based ceramic cores utilised in fabrication of multi-vane clusters for turbofan jet engine*, Ceramics International, 2022, 48, 17, 25621–25627.



15. Gryz K., Śmietanka H., Karpowicz J., Zradziński P., *Podstawy oceny i ograniczania elektromagnetycznego oddziaływania infrastruktury elektroenergetycznej do ładowania pojazdów samochodowych o napędzie elektrycznym*, *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 2022, 114, 4, 111-135.
16. Hercog J., Kupecki J., Kiedrzyńska A., Bocian P., Świętkowski B., Kowalik P., *Transformacja przemysłu w kierunku wykorzystania technologii wodorowych*, *Przegląd Gazowniczy*, 2022, 1.
17. Izdebski M., Małkowski R., Miller P., *New Performance Indices for Power System Stabilizers*, *Energies*, 2022, 15, 24, 9582, 1-23.
18. Kiszło S., Cybulko P., Frącek A., *Stanowiska rozłącznikowe średniego napięcia przeznaczone do sieci konwencjonalnych i sieci fotowoltaicznych*, *Wiadomości Elektrotechniczne*, 2022, 1149, 9, 31-33.
19. Kiszło S., Szymański M., *Ocena funkcjonalności rozłączników napowietrznych próżniowych średniego napięcia o konstrukcji zamkniętej trójbiegunowej*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 98, 3.
20. Kolendo P., Głuszek J., Drop M., Szewczuk-Krypa N., Aronowski J., *A new method of wind farm active power curve estimation based on statistical approach*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 1, 6, 21-22.
21. Kopania J. M., Bogusławski G., Wójciak K., Gaj P., *Aeroacoustical Study of the Serrated Ventilation Dampers*, *Vibrations in Physical Systems*, 2022, 33, 2022313, 1-9.
22. Kopania J. M., Zakrzewicz W., Kubiak P., Mrowicki A., Głogowski M., Gralewski J., Bogusławski G., Wójciak K., Gaj P., *Airborne sound transmission in fluted PVC panels-properties of materials and structures*, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2022, 1247, 1, 012008.
23. Kopania J.M., Zakrzewicz W., Kubiak P., Mrowicki A., Głogowski M., Gralewski J., Bogusławski G., Wójciak K., Gaj P., *The Properties of Materials and Structures of Fluted PVC Panels for the Transmission of Airborne Sound*, *Applied Sciences*, 2022, 12, 11.
24. Kryłłowicz W., Karczewski J., Szuman P., *Simulation of control of lowpower-output steam turbines*, *Archives of Thermodynamics*, 2022, 43, 22, 3-16.
25. Kupecki J., Niemczyk A., Jagielski S., Kluczowski R., Kosiorek M., Machaj K., *Boosting solid oxide electrolyzer performance by fine tuning the microstructure of electrodes-Preliminary study*, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2022.
26. Lach J., Zheng K., Kluczowski R., Niemczyk A., Zhao H., Chen M., *Tuning Cu-Content La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Ni<sub>1-y</sub>Cu<sub>y</sub>O<sub>3-δ</sub> with Strontium Doping as Cobalt-Free Cathode Materials for High-Performance Anode-Supported IT-SOFCs*, *Materials*, 2022, 15, 8737-8755.
27. Li K., Niemczyk A., Świerczek K., Stępień A., Naumovich Y., Dąbrowa J., Zajusz M., Zheng K., Dąbrowski B., *Co-free triple perovskite La<sub>1.5</sub>Ba<sub>1.5</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7±δ</sub> as a promising air electrode material for solid oxide fuel cells*, *Journal of Power Sources*, 2022, 532, 0, 231371-231382.
28. Lipiński G., Wawszczak A., Karczewski J., Owsieński M., Sadura J., *Metoda pomiaru ciepła w przegrzanej parze wodnej i jej implementacja w układzie pomiarowym*, *INSTAL*, 2022, 10, 6-10.
29. Liu G., Zhao W., Li Z., Xia Z., Jiang C., Kupecki J., Pang S., Deng Z., Li X., *Modeling and control-oriented thermal safety analysis for mode switching*, *Energy Conversion and Management*, 2022, 255, 115318-115329.
30. Machaj K., Kupecki J., Malecha Z., Morawski A., Skrzypkiewicz M., Stanclik M., Chorowski M., *Ammonia as a potential marine fuel:*

- A review, *Energy Strategy Reviews*, 2022, 44, 100926–100944.
31. Madej D., Sieroń K., Kruk A., *Synthesis and performance of aluminous cements containing zirconium and strontium as alternatives to the calcium aluminate cements designed for the production of high performance refractories*, *Cement and Concrete Composites*, 2022, 130, 104518.
  32. Mężyk D., *Diagnostyka stanu naprężenia elementów rurociągów wysokoprężnych za pomocą Efektu Barkhausena*, Rozdz. 9. w książce Pilarska A., *Energetyka na skalę XXI wieku – OZE i efektywność energetyczna*, Wydawnictwo TYGIEL, Lublin 2022, Seria: Ekspert Metadanych, 124–140.
  33. Mężyk D., Zajac B., Olszewski G., Kowal M., *Określenie stopnia wyczerpania struktury i własności mechanicznych wybranych elementów głównych rurociągów parowych bloków energetycznych*, *Badania Nieniszczące i Diagnostyka*, 2022, 4, 4, 44–50.
  34. Molas M., Szewczyk M., *Pomiary trajektorii iskry długiej w przestrzeni trójwymiarowej*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 0033–2097, 98, 2022–10, 18–184
  35. Molas M., Szewczyk M., *Przegląd aktualnych kierunków badań w zakresie zastosowań modelu fraktalnego w symulacjach wyładowań elektrycznych*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 0033–2097, 98, 2022–10, 275–279.
  36. Niemczyk A., Merkle R., Maier J., Świerczek K., *Defect chemistry and proton uptake of  $La_{2-x}Sr_xNiO_{4\pm\delta}$  and  $La_{2-x}Ba_xNiO_{4\pm\delta}$  Ruddlesden-Popper phases*, *Journal of Solid State Chemistry*, 2022, 306, 0, 122731–122739.
  37. Ochowiak M., Bielecki Z., Bielecki M., Włodarczak S., Krupińska A., Matuszak M., Choiński D., Lewtak R., Pavlenko I., *The D2-Law of Droplet Evaporation When Calculating the Droplet Evaporation Process of Liquid Containing Solid State Catalyst Particles*, *Energies*, 2022, 1996–1073, 15, 7642, 1–10
  38. Paczkowski F., Kurczyńska P., Gałzkievicz D., Skrzypkiewicz M., Niemczyk A., Kamińska A., Martsinchyk K., Boguszewicz P., *Mikrokogeneracja H<sub>2</sub>*, *Przegląd Gazowniczy*, 2022, 76, 36–39.
  39. Pędzich Z., Grabowy M., Wiązania G., Wojteczko K., Wojteczko A., Kot M., *Zachowanie ceramicznych kompozytów ziarnistych ATZ w warunkach tarcia ślizgowego na sucho*, *Materiały XL Jubileuszowej Ogólnopolskiej Konferencji „Jesienna Szkoła Tribologiczna 2022”*, red. Marcin Kot, Janusz Krawczyk, Sławomir Zimowski.
  40. Pongratz G., Subotić V., Von Berg L., Schroetner H., Hochenauer C., Martini S., Hauck M., Steinruecken B., Skrzypkiewicz M., Kupecki J., Scharler R., Anca-Couce A., *Real coupling of solid oxide fuel cells with a biomass steam gasifier: Operating boundaries considering performance, tar and carbon deposition analyses*, *Fuel*, 2022, 316, 123310–123323.
  41. Przybysz J., *Diagnostyka stanu technicznego wysokonapięciowej izolacji maszyn elektrycznych*, *Wiadomości Elektrotechniczne*, 2022, 11, 11, 30–31.
  42. Przybysz J., *Wpływ odkształceń stojana i wirnika na drgania hydrogeneratora*, *Wiadomości Elektrotechniczne*, 2022, 2, 2, 33–38.
  43. Skrzypkiewicz M., Wierzbicki M., Jagielski J., Naumovich Y., Motyliński K., Kupecki J., Żurawska A., Kosiorek M., *Influence of the Contamination of Fuel with Fly Ash Originating from Biomass Gasification on the Performance of the Anode-Supported SOFC*, *Energies*, 2022, 15, 4, 1469–1486.
  44. Suchorolski P., Karolak J., Tomczak E., *Ferrezonans w sieciach średnich napięć jako zagrożenie dla poprawnej pracy*

- elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej, *Wiadomości Elektrotechniczne*, 2022, 90, 9, 35–44.
45. Szczucka-Lasota B., Węgrzyn T., Kowal M., Cybulko P., Elimination of inconsistencies in the process of expanding the fleet of electric buses, *Scientific Papers of Silesian University of Technology – Organization and Management Series*, 2022, 158, 1, 599–606.
  46. Śmietanka H., Ranachowski P., Ranachowski Z., Wieczorek K., Kudela Jr.S., Effects of degradation in textolite elements of damaged surge arresters, *Energies*, 2022, 15, 10, 3643–1–19.
  47. Śmietanka H., Wieczorek K., Ranachowski P., Ranachowski Z., Brodecki A., Procesy degradacji w elementach tekstolitowych ograniczników przepięć, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 98, 10, 216–220.
  48. Węgrzyn T., Szczucka – Lasota B., Szymczak T., Łazarz B., Cybulko P., Jurek A., Welding of High-Strength Steels for the Automotive Industry, Rozdz. 4. w książce “1st International Conference on Engineering Manufacture” 2022, Springer, Seria Proceedings in Engineering Mechanics, str. 77–86, ISBN 978-3-031-13234-6
  49. Wilson A., Nuttall W. J., Glowacki B. A., A methodology for techno-economic evaluation of asymmetric energy storage systems: A nuclear energy case study, *Progress in Nuclear Energy*, 147, 104127.
  50. Wójciak K., Kopania J. M., Correlation Between the Shape of Substitution Ducts and Insertion Loss of Silencers, *Vibrations in Physical Systems*, 2022, 33, 2, 2022212.
  51. Xia Z., Deng Z., Jiang C., Zhao D., Kupecki J., Wu X., Xu Y., Liu G., Fu X., Li X., Solid oxide electrolysis cell (SOEC), Oxygen electrode delamination, Advantage analysis, Spatial distribution, Degradation, *Journal of Power Sources*, 529, 0, 231248–231260.

## Referaty konferencyjne

1. Bąkała M., Kupecki J., *Reduced order model of solid oxide electrolyzer operated in simultaneous co-electrolysis of steam and carbon dioxide in solid oxide electrochemical cells (co-SOE)*, 3rd International Conference on Electrolysis, Golden, CO, USA, 20-23.06.2022.
2. Głowacki B. A., *Wodór dla nadprzewodnikowych aplikacji energetycznych*, Sekcja Systemów Elektroenergetycznych Komitetu Elektrotechniki PAN Gdańsk, Gdańsk, 22.06.2022.
3. Grabowy M., Kluczowska A., Bykowska K., Gromada M., *Opracowanie składu tworzywa na rury wznosowe oraz osłony termopar na bazie azotku krzemu*, XIII Konferencja Polskiego Towarzystwa Ceramicznego, Zakopane, 25-27.11.2022.
4. Grabowy M., Kluczowska A., Bykowska K., Krauz M., *Wpływ temperatury, czasu starzenia i sposobu wprowadzenia tlenku stabilizatora do roztworu stałego na właściwości materiału Mg-PSZ*, XIII Konferencja Polskiego Towarzystwa Ceramicznego, Zakopane, 25-27.11.2022.
5. Grabowy M., Kluczowska A., Sieroń K., *Effects of temperature, aging time, and method of introducing stabilizer oxide into solid solution on properties of Mg-PSZ materials*, Ceramics in Europe 2022, Kraków, 11-14.07.2022.
6. Grabowy M., *Refining of alumina toughened zirconia composites properties by reactive sintering process*, Ceramics in Europe 2022, Kraków, 11-14.07.2022.
7. Grabowy M., Wiązania G., Wojteczko A., Pędzich Z., Kot M., *Kompozyty ziarniste typu ATZ w warunkach tarcia ślizgowego na sucho w podwyższonych temperaturach*, XIII Konferencja Polskiego Towarzystwa Ceramicznego, Zakopane, 25-27.11.2022.
8. Grabowy M., Wilk A., Pędzich Z., *Mechanical properties and hydrothermal aging of ATZ composites prepared from zirconia powders with different yttria content*, Ceramics in Europe 2022, Kraków, 11-14.07.2022.
9. Gromada M., Tłuczek A., Cygan R., Antosz M., *Development of manufacturing technology for ceramic cores reproducing internal cooling channels in high pressure turbine aircraft blades*, 46th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2022), Daytona Beach, Florida, USA, 23-28.01.2022.
10. Gromada M., Tłuczek A., Cygan R., *Ceramic cores for reproducing internal cooling channels in high pressure turbine aircraft blades*, Ceramics in Europe 2022, Kraków, 11-14.07.2022.
11. Hercog J., Kiedrzyńska A., Malinowski M., Sałek P., Gurgul M., Mikulska A., Lenkiewicz D., Kowalczyk P., Bartoszewicz A., Ogły J., Ledwoch J., *Opracowanie metody dokładnego wyznaczenia aktywności wkładów katalitycznych oraz budowa Digital-Twin do predykcji zużycia katalizatorów deNOx*, Międzynarodowa XIV Konferencja Kotłowa, Szczyrk, 25-28.10.2022.
12. Hercog J., Malinowski M., Sałek P., Andryjowicz Cz., Dukat A., Boruta T., Grabowski M., *Eksploatacyjny system wyznaczania w trybie online zużycia młynów wentylatorowych – narzędziem do zmniejszania kosztów wytwarzania*, Międzynarodowa XIV Konferencja Kotłowa, Szczyrk, 25-28.10.2022.

13. Jagielski S., Niemczyk A., Kupecki J., Kosiorek M., Kluczowski R., *Novel composite oxygen electrodes with tuned open porosity for enhanced performance of solid oxide reversible cells (rSOC)*, 3rd International Conference on Electrolysis, Golden, CO, USA, 20–23.06.2022.
14. Kopania J. M., Wójciak K., Gaj P., Bogusławski G., *Aeroacoustical studied of the serrated ventilation dampers*, LXVIII Otwarte Seminarium z Akustyki OSA 2022, Solina, 12–16.09.2022.
15. Kopania J. M., Zakrzewicz W., Kubiak P., Mrowicki A., Głogowski M., Gralewski J., Bogusławski G., Wójciak K., Gaj P., *Airborne sound transmission in fluted PVC panels-properties of materials and structures*, The 13th International conference on Automotive Safety, Kaluža, Słowacja, 26–29.04.2022
16. Krajewska A., Witkowski R., *Podstawowe zagadnienia związane z oceną wyników badań transformatorów*, XII Konferencja Naukowo-Techniczna „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów”, Wisła-Jawornik, 12–14.10.2022.
17. Kupecki J., *Integracja wysokotemperaturowych elektrolizerów z wybranymi instalacjami energetycznymi i przemysłowymi*, XIII konferencja Gaz i Wodór w Energetyce, Warszawa, 25–26.05.2022.
18. Kupecki J., Kowalczyk T., Skrzypkiewicz M., Laskowski M., Chmielewski J., Badur J., *Deep integration of solid oxide electrolyzers with steam cycles – towards repurposing conventional power plants*, 3rd International Conference on Electrolysis, Golden, CO, USA, 20–23.06.2022.
19. Kupecki J., Motylinski K., *Sensitivity analysis of the effects of microstructure of the performance of solid oxide electrolyzer operated at elevated pressure*, 3rd International Conference on Electrolysis, Golden, CO, USA, 20–23.06.2022.
20. Kupecki J., *Optimization of solid oxide electrolyzers from microstructural modifications to an improved macro level performance*, 5th International Workshop on Degradation Issues of Fuel Cells and Electrolyzers, Corfu, Greece, 3–4.05.2022.
21. Mężyk D., Zajęc B., Olszewski G., Kowal M., *Określenie stopnia wyczerpania struktury i własności mechanicznych wybranych elementów głównych rurociągów parowych bloków energetycznych*, 49. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących, Kołobrzeg, 17–20.10.2022.
22. Niemczyk A., Jagielski S., Kluczowski R., Kupecki J., Kosiorek M., *Characterization of Solid Oxide Electrolyser Cells with modified microstructure of cathode support manufactured by high-pressure injection molding*, 19th International Symposium on Solid Oxide Cells (SOC): Materials Science and Technology, online, 23–28.01.2022.
23. Niemczyk A., Jagielski S., Kupecki J., Kluczowski R., Kosiorek M., Żurawska A., *Enhancement of solid oxide electrolyzer (SOE) performance by adjustment of Ni-8YSZ support microstructure*, 3rd International Conference on Electrolysis, Golden, CO, USA, 20–23.06.2022.
24. Pędzich Z., Grabowy M., Wiązania G., Wojteczo K., Wojteczo A., Kot M., *Zachowanie ceramicznych kompozytów ziarnistych typu ATZ w warunkach tarcia ślizgowego na sucho*, XL Jubileuszowa Ogólnopolska Konferencja Jesienna Szkoła Tribologiczna, Bukowina Tatrzańska, 13–16.09.2022.

25. Śmietanka H., Kacperek M., Kalwasiński K., Danecki R., *Ocena oddziaływania akustycznego farmy wiatrowej Głuchów podczas jej eksploatacji*, XLIX Szkoła Zimowa Akustyki Środowiska i Wibroakustyki, Szczyrk, 28.02–3.04.2022.
26. Tarasiuk W., Kosarac A., Węgrzyn T., Szczucka – Lasota B., Cybulko P., Piwnik J., *Influence of sliding velocity on the intensity of generation of airborne wear particles of polymeric materials*, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Application., East Sarajewo, RS, B&H, 17–19.11.2022.
27. Węgrzyn T., Szczucka – Lasota B., Tarasiuk W., Cybulko P., Jurek A., Doring A., Kosarac A., *Mag welding of duplex steel for the construction of antenna mounts*, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Application., East Sarajewo, RS, B&H, 17–19.11.2022.
28. Wierzbicki M., Jagielski S., Naumovich Y., Niemczyk A., Kosiorek M., Żurawska A., Kupecki J., *Investigation of the stability of air electrode in solid oxide electrolysis cells (SOEC) operated under high concentration of steam*, 3rd International Conference on Electrolysis, Golden, CO, USA, 20–23.06.2022.
29. Wójciak K., Kopania J. M., *Correlation between the shape of substitution ducts and insertion loss of silencers*, LXVIII Otwarte Seminarium z Akustyki OSA 2022, Solina, 12–16.09.2022.

# Laboratoria akredytowane



AC 117

## Zespół ds. Certyfikacji

Certyfikat Akredytacji Jednostki Certyfikującej Wyroby, Akredytacja PCA nr AC 117, rok przyznania 2005, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 21.12.2020, data ważności certyfikatu: 3.02.2025.

*Zakres uprawnień: Certyfikacja – przyrządy pomiarowe wielkości elektrycznych i magnetycznych, wyroby elektrotechniczne (wymagania ogólne), kable i przewody elektryczne, izolatory, osprzęt elektryczny, aparatura łączeniowa i sterownicza, transformatory, urządzenia do elektroenergetycznych sieci przesyłowych i rozdzielczych.*



AB 087

## Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych

Akredytacja PCA nr AB 087, rok przyznania 1996, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 17.01.2022, data ważności certyfikatu: 3.04.2023.

*Zakres uprawnień: Badania właściwości fizycznych kotłów i urządzeń grzewczych – kotły wodne opalane paliwami stałymi. ogrzewacze pomieszczeń na paliwa stałe. wkłady kominkowe na paliwa stałe, kuchnie na paliwa stałe, kotły grzewcze na paliwa stałe o nominalnej mocy grzewczej do 50 KW, akumulacyjne ogrzewacze pomieszczeń na paliwa stałe, ogrzewacze pomieszczeń opalane peletami.*



AB 143

## Laboratorium Badawcze Grzejników i Armatury

Akredytacja PCA nr AB 143, rok przyznania 1997, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 04.01.2021, data ważności certyfikatu: 18.05.2023.

*Zakres uprawnień: Badania właściwości fizycznych grzejników i armatury c.o. Badania mechaniczne grzejników i armatury c.o.*



AB 252

## Pracownia Oddziaływań Środowiskowych i Ochrony Przeciwprzepięciowej

Akredytacja PCA nr AB 252, rok przyznania 1999, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 2.12.2021, data ważności certyfikatu: 31.12.2022.

*Zakres uprawnień: Badania akustyczne obiektów budowlanych, maszyn i urządzeń. Badania dotyczące inżynierii środowiska (środowiskowe i klimatyczne) – środowisko pracy (czynniki szkodliwe – pole elektromagnetyczne), środowisko ogólne (czynniki fizyczne – pole elektromagnetyczne i hałas).*



AB 272

### Laboratorium Wysokich Napięć

Akredytacja PCA nr AB 272, rok przyznania 2000, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 31.08.2021, data ważności certyfikatu: 16.07.2023.

*Zakres uprawnień: Badania elektryczne wyrobów i wyposażenia elektrycznego i telekomunikacyjnego, środków ochrony osobistej. Badania mechaniczne wyrobów i wyposażenia elektrycznego i elektronicznego.*



AB 323

### Laboratorium Wieloprądowe

Akredytacja PCA nr AB 323, rok przyznania 2000, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 09.03.2022, data ważności certyfikatu: 27.12.2023.

*Zakres uprawnień: Badania mechaniczne wyrobów i wyposażenia elektrycznego. Badania elektryczne wyrobów i wyposażenia elektrycznego.*



AB 324

### Laboratorium Urządzeń Rozdzielczych

Akredytacja PCA nr AB 324, rok przyznania 2000, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 29.12.2021, data ważności certyfikatu: 27.12.2023.

*Zakres uprawnień: Badania mechaniczne wyrobów i wyposażenia elektrycznego. Badania elektryczne wyrobów i wyposażenia elektrycznego.*



AB 458

### Laboratorium Badawcze Ochrony Środowiska

Akredytacja PCA nr AB 458, rok przyznania 2004, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 04.01.2021, data ważności certyfikatu: 5.02.2024.

*Zakres uprawnień: Badania chemiczne i pobieranie próbek powietrza. Badania dotyczące inżynierii środowiska (środowiskowe i klimatyczne) – środowisko pracy (czynniki szkodliwe i uciążliwe – hałas, drgania, oświetlenie, mikroklimat), środowisko ogólne (czynniki fizyczne – hałas). Badania właściwości fizycznych i pobieranie próbek powietrza. Pobieranie próbek powietrza.*



AP 013

### Laboratorium Aparatury Pomiarowej

Akredytacja PCA nr AP 013, rok przyznania 1999, data uaktualnienia zakresu akredytacji: 08.07.2021, data ważności certyfikatu: 2.09.2023.

*Zakres uprawnień: Wzorcowanie w dziedzinach – wielkości elektryczne DC i m. c z., wilgotność, ciśnienie i próżnia, temperatura.*





### **Zakład Badań i Diagnostyki Materiałów**

Uznanie Urzędu Dozoru Technicznego nr LBU-064/27-20, data uaktualnienia uprawnień 4.05.2020, data ważności: 3.05.2022.

*Zakres uprawnień: Badania metalograficzne, badania tensometryczne, pomiary twardości metali, próba pełzania metali, próba rozciągania metali, próba udarności metali, ultradźwiękowe pomiary grubości.*



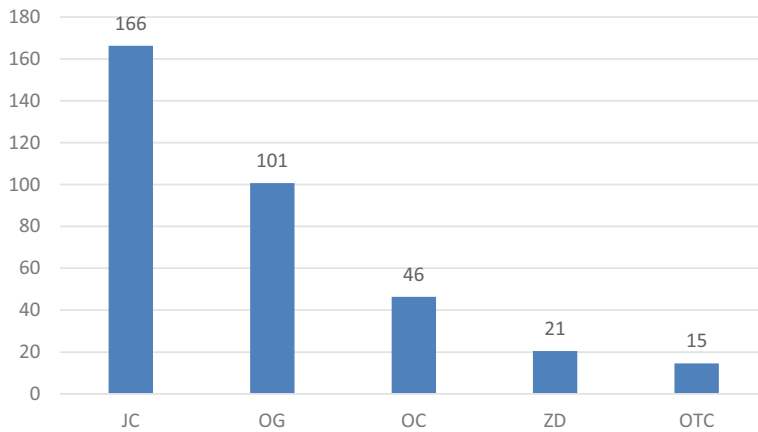
### **Laboratorium Pracowni Diagnostyki Technicznej i Modernizacji Urządzeń Energetycznych**

Świadectwo Uznania Laboratorium nr LBU-132/27-20, rok przyznania 2000, data uaktualnienia uprawnień 14.05.2020, data ważności: 15.05.2022.

*Zakres uprawnień: Badania tensometryczne, badania ultradźwiękowe, badania wizualne, pomiary liniowe, pomiary twardości metali.*

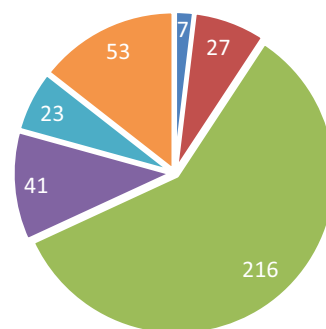
# Statystyka zatrudnienia

Stan zatrudnienia na dzień 31.12.2022 r. w Instytucie Energetyki w przeliczeniu na pełne etaty wyniósł 348 etatów. W porównaniu z rokiem 2021 zatrudnienie zmalało o 41 etatów.



**Stan zatrudnienia w IEn na dzień 31.12.2022 (liczba etatów)**

JC – Jednostka Centralna w Warszawie, OG – Oddział Gdańsk, OC – Oddział Ceramiki CEREL w Boguchwale, OTC – Oddział Techniki Ciepłej w Łodzi, ZD – Zakład Doświadczalny w Białymstoku



- Profesorzy i doktorzy habilitowani
- Doktorzy
- Prac. inż. - tech
- Prac. ekon.
- Prac. adm.
- Prac. fiz.

**Struktura zatrudnienia w IEn na dzień 31.12.2022**

# Wyniki finansowe

## BILANS

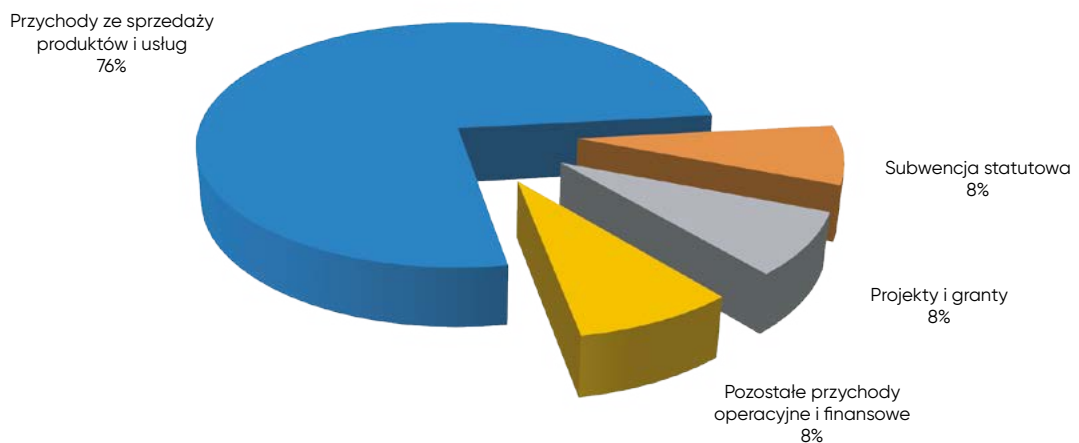
według stanu na dzień 31 grudnia 2022 oraz na dzień 31 grudnia 2021 (w tys. zł.)

	31 grudnia 2022	31 grudnia 2021
<b>AKTYWA</b>		
<b>I. Aktywa trwałe</b>	<b>57 466,6</b>	<b>57 876,6</b>
Wartości niematerialne i prawne	717,3	47,6
Rzeczowe aktywa trwałe	53 286,7	53 857,8
Należności długoterminowe	0,0	
Inwestycje długoterminowe	3 462,6	3 552,5
Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	0,0	418,7
<b>II. Aktywa obrotowe</b>	<b>77 753,5</b>	<b>75 579,7</b>
Zapasy	5 339,8	5 638,6
Należności krótkoterminowe	26 948,5	24 204,0
Inwestycje krótkoterminowe	44 580,5	44 901,7
Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	884,7	835,4
<b>RAZEM</b>	<b>135 220,1</b>	<b>133 456,3</b>
<b>PASYWA</b>		
<b>I. Fundusz własny</b>	<b>59 251,2</b>	<b>56 310,5</b>
Fundusz statutowy	49 087,0	49 066,6
Fundusz rezerwowy	2 393,9	1 413,3
Fundusz z aktualizacji wyceny	3 679,6	3 700,0
Wynik z lat ubiegłych		
Zysk netto	4 090,7	2 130,6
<b>II. Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania</b>	<b>75 968,9</b>	<b>77 145,8</b>
Rezerwy na zobowiązania	14 969,4	14 481,6
Zobowiązania długoterminowe		
Zobowiązania krótkoterminowe	24 706,5	23 570,6
Rozliczenia międzyokresowe	36 293,0	39 093,6
<b>RAZEM</b>	<b>135 220,1</b>	<b>133 456,3</b>

RACHUNEK ZYSKÓW I STRAT  
za rok 2022 i 2021 (w tys. zł.)

RACHUNEK WYNIKÓW		2021
Przychody netto ze sprzedaży	95 808,0	86 413,3
Koszty działalności operacyjnej	96 542,2	89 010,7
Wynik sprzedaży	-734,2	-2 597,4
Pozostałe przychody operacyjne	8 757,3	7 953,7
Koszty operacyjne	4 219,9	3 237,7
Zysk na działalności operacyjnej	3 803,3	2 119,0
Przychody finansowe	839,3	333,3
Koszty finansowe	410,1	243,8
Zysk z działalności gospodarczej	4 232,5	2 208,5
Zyski nadzwyczajne	0,0	
Straty nadzwyczajne	0,0	
Zysk brutto	4 232,5	2 208,5
Obowiązkowe obciążenia wyniku	141,8	77,9
Zysk netto	4 090,7	2 130,6

STRUKTURA PRZYCHODÓW  
w roku 2022





---

Instytut Energetyki – Instytut Badawczy  
01-330 Warszawa, Mory 8  
[www.ien.com.pl](http://www.ien.com.pl)