

Łukasiewicz Research Network – Institute for Ferrous Metallurgy ■  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza

## SIĘĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT METALURGII ŻELAZA IM. STANISŁAWA STASZICA – AKTUALNA I PRZYSZŁA DZIAŁALNOŚĆ BADAWCZA

### ŁUKASIEWICZ RESEARCH NETWORK – INSTITUTE FOR FERROUS METALLURGY – CURRENT AND FUTURE RESEARCH ACTIVITIES

Z początkiem 2023 roku Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza rozpoczyna swoją działalność w strukturze nowego instytutu pod nazwą Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Badawczy, po konsolidacji z instytutami Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa i Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL.

W przeddzień tej zmiany w niniejszym opracowaniu przedstawiono dorobek badawczy Łukasiewicz – IMŻ w 2022 roku oraz tematykę planowaną do podjęcia w 2023 roku. Uwzględniono prace finansowane z krajowego i unijnego budżetu na naukę, jak również znaczące zaangażowanie Instytutu w realizację projektów stosowanych, przyczyniających się do podnoszenia innowacyjności krajowego przemysłu, w tym sektora energetycznego i obronnego. Zwrócono uwagę na dynamicznie rozwijające się nowe technologie wodorowe w metalurgii, technologie przyrostowe oraz wysokotemperaturowe charakterystyki materiałowe, istotne dla przemysłu lotniczego i kosmicznego.

Jednocześnie pragniemy poinformować, że obecny numer „Journal of Metallic Materials” jest ostatnim wydaniem naszego kwartalnika, publikującego oryginalne wyniki prac badawczych z zakresu metalurgii, inżynierii materiałowej, chemii, ochrony środowiska oraz zarządzania w hutnictwie żelaza i stali. Jego tradycje sięgają 1949 roku, kiedy to wydano pierwszy zeszyt czasopisma pt. „Prace Badawcze Głównego Instytutu Metalurgii i Odlewnictwa”. W latach 1976-2018 kwartalnik ukazywał się pt. „Prace Instytutu Metalurgii Żelaza. Tytuł zmienił się na obecny w 2019 roku. Wszystkim czytelnikom i autorom artykułów oraz recenzentom w imieniu całego zespołu redakcyjnego dziękujemy za współpracę. Utworzenie nowego Instytutu z pewnością stworzy warunki do kontynuacji działalności wydawniczej w szerszym zakresie merytorycznym.

**Słowa kluczowe:** tematyka i finansowanie badań, działalność badawcza w 2022 roku, perspektywy rozwoju na 2023 rok

At the beginning of 2023, Łukasiewicz Research Network – Institute for Ferrous Metallurgy (Łukasiewicz – IMŻ) begins its activity in the structure of a new institute under the name of Łukasiewicz Research Network – Upper Silesian Institute of Technology, after consolidation with Łukasiewicz – Institute of Welding and Łukasiewicz – Institute of Electrical Drives and Machines KOMEL.

On the eve of this change, this study presents the research achievements of Łukasiewicz – IMŻ in 2022 and the topics planned to be undertaken in 2023. It takes into account projects financed from the national and EU budget for science, as well as the significant involvement of the Institute in the implementation of applied projects that contribute to increasing the innovativeness of the domestic industry, including the energy and defence sectors. Attention was paid to the dynamically developing new hydrogen technologies in metallurgy, additive technologies and high-temperature material characteristics, important for the aerospace industry.

At the same time, we would like to announce that the current issue of “Journal of Metallic Materials” is the last issue of our quarterly, publishing original research results in the field of metallurgy, materials engineering, chemistry, environmental protection and management in the iron and steel industry. Its traditions date back to 1949, when the first issue of the journal was published under the title “Prace Badawcze Głównego Instytutu Metalurgii i Odlewnictwa (Research Works of the Central Institute of Metallurgy and Casting)”. In 1976-2018, the quarterly was published under the title “Prace Instytutu Metalurgii Żelaza (Works of the Institute for Ferrous Metallurgy)”. The title changed to the current one in 2019. On behalf of the entire editorial team, we would like to thank all readers and authors of articles and reviewers for their cooperation. The establishment of the new Institute will certainly create conditions for the continuation of publishing activities in a broader substantive scope.

**Keywords:** research issues and financing, research activity in 2022, development prospects for 2023

Corresponding Author: Jarosław Marcisz, email: jaroslaw.marcisz@imz.lukasiewicz.gov.pl  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza, ul. K. Miarki 12-14, 44-100 Gliwice, Poland

## 1. WPROWADZENIE

Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza wywodzi się z Centralnego Instytutu Badawczego, powołanego w 1945 r. jako zaplecze badawcze polskiego hutnictwa. Działalność Łukasiewicz – IMŻ związana była historycznie z potrzebami tego sektora gospodarki i obejmowała kolejno:

- prace na rzecz odbudowy polskiego hutnictwa po zniszczeniach wojennych i rozbudowy potencjału wytwórczego,
- projekty na rzecz poprawy jakości i rozszerzenia asortymentu produkcji hutniczej oraz upowszechniania postępu techniczno-technologicznego,
- projekty na rzecz restrukturyzacji polskiego hutnictwa, jego przystosowywania do warunków gospodarki rynkowej poprzez podniesienie wydajności pracy i racjonalizacji zatrudnienia, a także dostosowywania do wymogów integracji z Unią Europejską.

Łukasiewicz – IMŻ ukierunkował kompetencje kadrowe i bazę aparaturową na badania naukowe i prace rozwojowe głównie na potrzeby producentów i użytkowników wyrobów stalowych, specjalizując się w rozwoju innowacyjnych gatunków stali i stopów, ekologicznych technologii wytwarzania wyrobów stalowych oraz ich przetwórstwa i eksploatacji w różnych sektorach gospodarki. W ostatnim dwudziestoleciu, Instytut znacząco zwiększył zaangażowanie i rozszerzył specjalizację na rzecz innych sektorów gospodarki (transportu, budownictwa, górnictwa, energetyki i obronności), w tym technologii wytwarzania wielofunkcyjnych warstw i nanowarstw ochronnych na potrzeby przemysłu lotniczego i kosmicznego.

Od 1 kwietnia 2019 roku Instytut jest jednym z ponad dwudziestu podmiotów, współtworzących Sieć Badawczą Łukasiewicz. Organem nadzorującym działalność Instytutu jest Prezes Centrum Łukasiewicz. Instytut posiada osobowość prawną, a jego działalność objęta jest własnym rozrachunkiem finansowym. Roczny budżet Instytutu przekracza 25 mln zł przy zatrudnieniu około 120 osób, w tym 11 profesorów i doktorów habilitowanych oraz 25 doktorów. Kadra Instytutu prowadzi innowacyjne projekty B+R we współpracy z czołowymi jednostkami badawczymi w kraju i w Europie. Baza aparaturowa Instytutu utrzymywana jest na najwyższym światowym poziomie.

Łukasiewicz – IMŻ z sukcesem łączy prace wdrożeniowe z badaniami naukowymi zaawansowanych technologii i materiałów dla przemysłów lotniczego i kosmicznego oraz metalurgii wodorowej. Wyniki badań naukowych i prac rozwojowych przystosowuje do potrzeb praktyki i w finalnej fazie wdraża je w przedsiębiorstwach. Świadczy usługi badawcze, doradcze i szkoleniowe, a także wytwarza nisko tonażowe półwyroby z zaawansowanych gatunków stali i stopów metali oraz wzorce składu chemicznego.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono tematykę badań prowadzonych w Instytucie w 2022 roku oraz działania planowane do podjęcia w 2023 roku.

## 2. STRUKTURA ORGANIZACYJNA I KIERUNKI BADAŃ ŁUKASIEWICZ – INSTYTUTU METALURGII ŻELAZA

W strukturze Łukasiewicz – Instytutu Metalurgii Żelaza działają dwa centra badawczo-rozwojowe: Centrum Technologii i Centrum Badań Materiałów, w których znajdują się po trzy grupy badawcze:

- **Centrum Badań Materiałów (BM)**
  - Grupa Badawcza: Badania Materiałów dla Energetyki (BE)
  - Grupa Badawcza: Badania Właściwości i Struktury Materiałów (BL)
  - Grupa Badawcza: Chemia Analityczna (BC)
- **Centrum Technologii (BG)**
  - Grupa Badawcza: Procesy Surowcowe (BS)
  - Grupa Badawcza: Technologie Wytwarzania i Zastosowania Wyrobów (BW)
  - Grupa Badawcza: Symulacje Procesów Technologicznych (BT)

**Centrum Badań Materiałów** obejmuje grupy badawcze, które wykonują szeroki zakres badań materiałowych stali i stopów metali, a w szczególności:

- **(BE)** Specjalistyczne badania materiałowe urządzeń energetycznych, skrócone i długotrwałe próby pełzania, wyznaczanie wytrzymałości na pełzanie i prędkości pełzania oraz diagnostyczne badania materiałowe, identyfikacje przyczyn awarii elementów ciśnieniowych urządzeń energetycznych;
- **(BL)** Badania mikrostruktury i jakości powierzchni materiałów oraz powłok i warstw ochronnych metodami makro- i mikroskopowymi, badania materiałów metodą dyfrakcji i mikrodyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, badania właściwości mechanicznych wyrobów metalowych, badania odporności stali na korozję, analizy przyczyn: braku wymaganych właściwości wyrobów stalowych, powstawania wad, pękania, zniszczenia i obniżonej żywotności wyrobów stalowych, wystąpienia korozji lub przyspieszonej korozji elementów stalowych;
- **(BC)** Badania składu chemicznego obejmujące: instrumentalną i klasyczną analizę składu chemicznego (surowców mineralnych, wyrobów hutniczych i odlewniczych, odpadów przemysłowych, stopów żelaza i innych metali, zasypek odlewniczych, mas formierskich, topników spawalniczych, materiałów ceramicznych i ogniotrwałych), analizę śladowych zawartości pierwiastków, zawartości azotu, tlenu i wodoru w stalach i stopach, jakościowe i ilościowe analizy profilowe powłok oraz jakościową i ilościową analizę zawartości związków organicznych, opracowanie i wytwarzanie wzorców składu chemicznego ww. materiałów.

**Centrum Technologii** obejmuje grupy badawcze realizujące projekty B+R w celu doskonalenia procesów technologicznych, takich jak:

- **(BW+BT)** Technologie wytwarzania finalnych wyrobów stalowych w zakresie walcowania na gorąco, kucia, walcowania na zimno i ciągnięcia oraz obróbki cieplnej i cieplno-plastycznej, opracowywanie założeń techniczno-technologicznych dla nowo projektowanych i modernizowanych urządzeń i linii technologicznych w zakresie przetwórstwa wyrobów stalowych;
- **(BT)** Fizyczna symulacja procesów metalurgicznych w skali laboratoryjnej, numeryczna symulacja przemian fazowych i procesów technologicznych;
- **(BW)** Półprzemysłowa symulacja fizyczna procesów wytwarzania półwyrobów i wyrobów metalowych;
- **(BS)** Technologie wytwarzania surówki i stali, utylizacji odpadów metalonośnych oraz żuźlowych produktów ubocznych z procesów metalurgicznych, proekologiczne technologie i systemy ograniczające emisję zanieczyszczeń gazowych, pyłów i odpadów przemysłowych, opracowywanie założeń techniczno-technologicznych dla nowo projektowanych i modernizowanych urządzeń i linii technologicznych w zakresie procesów surowcowych.

Działalność badawcza Instytutu w głównej mierze jest ukierunkowana na potrzeby przemysłu. Tematyka i zakres realizowanych przez Instytut projektów są ustalane wspólnie z przedsiębiorcami i przez nich w większości finansowane. Pozyskana w wyniku badań wiedza podstawowa oraz rozwiązania technologiczne są transferowane i wdrażane w przedsiębiorstwach, podnosząc ich innowacyjność oraz możliwości zaspokajania potrzeb gospodarki kraju. Kluczowe projekty B+R są realizowane w bezpośredniej współpracy z krajowymi hutami, z podziałem na badania laboratoryjne i w skali półprzemysłowej wykonywane w Instytucie oraz badania przemysłowe i prace wdrożeniowe realizowane przez przedsiębiorstwo.

Większość projektów B+R oraz projektów komercyjacyjnych wykonywanych w Łukasiewicz – IMŻ jest realizowana we współpracy lub na zlecenie przedsiębiorców i jest przez nich wdrażana doraźnie lub w określonej perspektywie czasowej. W celu przystosowania wyników prac B+R do wdrożenia przemysłowego wykorzystywane są następujące Specjalne Urządzenia Badawcze, będące na wyposażeniu Łukasiewicz – IMŻ:

- Linia do półprzemysłowej symulacji procesów wytwarzania stopów i wyrobów metalowych (LPS), obejmująca moduły umożliwiające wytapianie i odlewanie próżniowe stopów metali z regulowanym procesem krzepnięcia oraz walcowanie na gorąco wyrobów i ich obróbkę cieplno-plastyczną;
- Linia do półprzemysłowej symulacji procesu spiekania rud żelaza i odpadów z wykorzystaniem nowatorskiego systemu neutralizacji spalin (LS);

- System Prób Pełzania (SPP) wykorzystywany w badaniach materiałów dla energetyki oraz stopów i powłok eksploatowanych w wysokich temperaturach.

Dwie pierwsze linie umożliwiają prowadzenie eksperymentów w skali półprzemysłowej z zachowaniem wybranych cech podobieństwa do skali produkcyjnej, przy znacząco niższych kosztach w odniesieniu do testów w pełnej skali, co pozwala na dopracowanie i zweryfikowanie technologii lub jakości wyrobów przed ich wdrożeniem lub podjęciem decyzji o inwestycji. Unikatowe linie półprzemysłowe stanowią wsparcie wielu projektów, w szczególności realizowanych we współpracy z przedsiębiorstwami z sektora stalowego. Linie te są wykorzystywane również do wytwarzania partii prototypowych materiałów oraz małoseryjnych partii stopów specjalnych stosowanych w zaawansowanych technologicznie wyrobach.

SPP to najnowocześniejsze w kraju laboratorium, umożliwiające prowadzenie badań pełzania przy kontrolowanym poziomie temperatury i naprężenia, z rejestracją on-line wszystkich parametrów w czasie do kilkunastu lat. System pozwala na symulację przebiegu zużycia materiałów eksploatowanych w urządzeniach ciśnieniowych bloków energetycznych (elektrowni i elektrociepłowni). Badania te są wykorzystywane do opracowania nowych materiałów oraz orzeczeń o dopuszczeniu do eksploatacji użytkowanych elementów urządzeń energetycznych. System jest wykorzystywany także do testów wysokotemperaturowych materiałów stosowanych w przemyśle kosmicznym i lotnictwie, np. stopów na łopatki turbin.

### 3. PERSPEKTYWICZNE KIERUNKI BADAŃ INSTYTUTU

Realizowane przez Instytut projekty w obszarze badawczo-rozwojowym (B+R) uwzględniają poniższe perspektywiczne kierunki działalności naukowej, rozwojowej i wdrożeniowej, w których Instytut posiada uznane kompetencje z tytułu posiadanej kadry badawczej, bazy aparaturowej i wieloletniego doświadczenia wdrożeniowego:

- Konstrukcyjne wysokowytrzymałe stale wielofazowe,
- Ultrawytrzymałe stale nanostrukturalne,
- Technologie wytwarzania wyrobów stalowych z zastosowaniem symulacji numerycznych i fizycznych,
- Technologie przyrostowe (druk 3D) – projektowanie i wytwarzanie nowych gatunków stali i stopów metali oraz powłok ochronnych,
- Zrównoważone niskoemisyjne technologie wytwarzania surówki i stali oraz recykling odpadów żelazonośnych,

- Mechanizmy degradacji stali, stopów metali i powłok podczas eksploatacji wysokotemperaturowej oraz metody badań diagnostycznych,
- Rozwój ilościowych metod badania struktury i składu chemicznego oraz wytwarzanie certyfikowanych materiałów odniesienia.

W ramach czterech pierwszych kierunków Łukasiewicz – IMŻ rozwija i udoskonala stale i stopy konstrukcyjne pod kątem uzyskania wymaganych właściwości wyrobów oraz wdraża do produkcji nowe lub udoskonalone asortymenty półwyrobów i wyrobów metalowych. Kierunek piąty dotyczy rozwoju i wdrażania nowych oraz ulepszonych technologii wielkopieczowych i stalowniczych z uwzględnieniem recyklingu odpadów i dekarbonizacji procesów. W ramach tego kierunku realizowany jest szereg projektów, w tym związanych z technologiami wodorowymi w metalurgii. W roku 2023 działalność rozpocznie Pracownia Metalurgii Wodorowej, powstająca w ramach Centrum Technologii (BG) Grupy Badawczej: Procesy Surowcowe (BS). To przedsięwzięcie inwestycyjne w zakresie zasobów ludzkich i infrastruktury jest związane z aktywnością Instytutu w programie Horyzont Europa. Kierunek piąty obejmuje badania nad poprawą odporności na zużycie wyrobów ze stali i stopów podczas eksploatacji w podwyższonej i wysokiej temperaturze, w tym w warunkach pełzania. Ostatni kierunek poświęcony jest doskonaleniu metod badania materiałów z wykorzystaniem unikatowej aparatury badawczej i numerycznych systemów analizy wyników. Badania materiałowe są prowadzone w grupach badawczych, akredytowanych przez PCA, UDT oraz General Electric Aircraft Engines.

Przedstawione kierunki perspektywiczne Instytutu wpisują się w dwa podstawowe kierunki badań Sieci Łukasiewicza: Zrównoważona gospodarka i energia oraz Inteligentna i czysta mobilność. Działalność Instytutu wzbogaca możliwości badawcze Sieci w zakresie szeroko rozumianej inżynierii materiałowej.

#### 4. ŹRÓDŁA FINANSOWANIA BADAŃ INSTYTUTU

Podstawowymi źródłami finansowania projektów B+R realizowanych przez Instytut są środki budżetowe krajowe, unijne i własne Instytutu oraz utrzymujące się na wysokim poziomie środki przedsiębiorców na realizację bezpośrednich zleceń prac badawczych i usług.

**Krajowe środki budżetowe** obejmują dotację podmiotową MEiN dla Instytutu w formie subwencji oraz pozyskane w drodze konkursowej nakłady na finansowanie projektów z Centrum Łukasiewicza, NCBR oraz z NCN.

Większość środków z subwencji Instytut przeznacza na finansowanie projektów badawczych, obejmujących badania naukowe wyprzedzające, wsparcie doktoratów i rozwoju nowych pracowników oraz

przygotowanie wniosków i ofert na projekty finansowane ze źródeł zewnętrznych. Corocznie z subwencji finansowanych jest około 20 projektów oraz około 10 z krajowego budżetu nauki z programów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju i Narodowego Centrum Nauki.

Dzięki wieloletniej współpracy międzynarodowej, Łukasiewicz – IMŻ z sukcesem pozyskuje **finansowanie projektów ze środków europejskich**, w tym z Funduszu Badawczego Węgla i Stali – Research Fund for Coal and Steel (RFCS), Programu Horyzont Europa, Programu Erasmus+ oraz ze środków Parlamentu Europejskiego.

Stałym, znaczącym źródłem finansowania badań stosowanych w Łukasiewicz – IMŻ są **zlecenia bezpośrednio przedsiębiorstw** i innych podmiotów gospodarczych. Portfel projektów realizowanych w tym obszarze budowany jest w tradycyjny sposób, z wykorzystaniem istniejącej współpracy pomiędzy instytutem a przedsiębiorstwami. Na zlecenie przedsiębiorców Instytut realizuje corocznie 30-40 projektów B+R oraz kilkaset usług badawczych i ekspertyz. W pierwszej kolejności Łukasiewicz – IMŻ odpowiada na potrzeby klientów przyczyniających się do wzrostu innowacyjności polskiej gospodarki, w dziedzinach szeroko pojętej metalurgii, energetyki, obronności i transportu. Stały i zrównoważony rozwój gospodarczy wywołuje zmiany w oczekiwaniach przedsiębiorstw w zakresie innowacyjności. To z kolei stawia partnerom naukowym nowe wymagania w obszarach kompetencji, zasobów, potencjału badawczego, a w szczególności elastyczności i interdyscyplinarności w podejściu do rozwiązania zagadnienia badawczo-wdrożeniowego. Instytut wdraża odpowiednie narzędzia budowane w Sieci Badawczej Łukasiewicza, pozwalające przedsiębiorstwom na możliwie łatwy dostęp do naukowców, inżynierów, usług, produktów, technologii i infrastruktury badawczej. Opracowane w Łukasiewiczu rozwiązania wychodzą naprzeciw oczekiwaniom klientów, umożliwiając identyfikację dostosowanych do potrzeb problemów technologicznych, przed którymi stają firmy w trakcie bieżącego funkcjonowania i w fazie rozwoju. Realizowane działania w bezpośredni sposób przyczyniają się do wzrostu przychodów przedsiębiorstw z działalności badawczo-rozwojowej, a w dalszej perspektywie przekładają się na wzrost innowacyjności. Budowa kompleksowej oferty odpowiadającej na potrzeby klientów posiada wysoki potencjał kreowania nowych, dzisiaj jeszcze nie zdefiniowanych rynków.

W ostatnich latach Łukasiewicz – IMŻ kontynuował realizację kilkunastu wieloletnich projektów B+R zleconych przez przedsiębiorstwa z sektora stalowego, które we wcześniejszych latach uzyskały dofinansowanie z funduszy unijnych, w ramach programu POIR, programu sektorowego InnoStal, programu Regionalne Agendy Badawcze, itp. Instytut współpracował z przedsiębiorcami na etapie opracowania

programu przedsięwzięć i obecnie jest głównym wykonawcą zadań badawczych.

Corocznie Instytut realizuje około 20 projektów na rzecz krajowej energetyki i obronności, które w większości mają charakter komercyjny i polegają na sprzedaży i bezpośrednim wykorzystaniu wyników badań w praktyce przemysłowej, na podstawie know-how opracowanego w Łukasiewiczu – IMŻ. Prace na potrzeby krajowej energetyki dotyczą badań materiałowych, w tym badań niszczących oraz testów pełzania elementów ciśnieniowych kotłów energetycznych. Badania i analizy prowadzone są z wykorzystaniem unikatowych procedur badawczych i urządzeń opracowanych w Instytucie. Efekt komercjalizacji osiągnięty w wyniku realizacji tych prac obejmuje finalnie orzeczenie o stanie technicznym kotłów i rurociągów oraz opracowanie prognozy ich bezpiecznej pracy, co jest podstawą decyzji Urzędu Dozoru Technicznego o ich dopuszczeniu do dalszej eksploatacji. Wydłużenie czasu eksploatacji bloków energetycznych, zwykle sięgające 30–60 tys. godzin, pozwala uzyskać wymierne milionowe efekty finansowe oraz zapewnia bezpieczeństwo energetyczne kraju.

Na rzecz sektora obronnego Łukasiewicz – IMŻ opracowuje technologie wytwarzania i wytwarza nisko tonażowe partie wyrobów z innowacyjnych gatunków stali oraz odlewy ze stopów o specjalnych właściwościach fizycznych.

Ponadto Łukasiewicz – IMŻ opracowuje, produkuje i sprzedaje na rynku krajowym i zagranicznym certyfikowane materiały odniesienia (wzorce składu chemicznego) nowoczesnych stali oraz stopów i rud żelaza. Ta działalność jest realizowana dzięki kompetencjom pracowników i know-how w zakresie wytwarzania i badania zaawansowanych stopów metali i innych materiałów, np. rud, odpadów itp.

W obszarze komercyjnym Łukasiewicz – IMŻ realizuje corocznie na zlecenie podmiotów gospodarczych lub innych instytucji kilkaset usług badawczych. Usługi te obejmują badania, pomiary, analizy i ekspertyzy, w tym analizy składu chemicznego, badania struktury i pomiary właściwości, badania wyrobów na zgodność z normami oraz analizy wad wyrobów stalowych, jak również doradztwo techniczne w zakresie doboru stali (i częściowo innych materiałów) do różnych zastosowań.

## 5. TEMATYKA BADAWCZA INSTYTUTU W 2022 ROKU

Badania naukowe i prace rozwojowe Łukasiewicz – IMŻ w 2022 roku mieszczą się w tematyce określonej dla dwóch kluczowych obszarów tematycznych Sieci Badawczej Łukasiewicz: Zrównoważona gospodarka i energia oraz Inteligentna i czysta mobilność.

Realizowane projekty obejmują zagadnienia uznane przez Radę Centrum Łukasiewicza jako szczegól-

nie istotne dla rozwoju polskiej gospodarki, m.in.: minimalizacja wytwarzania odpadów, technologie niskoemisyjne, podsystemy i systemy środków bojowych oraz technologie wodorowe. W części tych dziedzin Instytut kontynuuje intensywny rozwój, który został już rozpoczęty w latach poprzednich, natomiast w zakresie technologii wodorowych, technologii lotniczych i kosmicznych oraz przyrostowych technologii wytwarzania (druku 3D) rozwija i pogłębia swoją specjalizację.

### 5.1. ZRÓWNOWAŻONA GOSPODARKA I ENERGIA (ZGIE)

Projekty aplikacyjne wspierające poprawę innowacyjności polskiej gospodarki poprzez projektowanie konkurencyjnych materiałów i ekologicznych technologii stanowią główny obszar działalności Instytutu i w tym zakresie następuje stałe wzbogacanie oferty dla przedsiębiorców.

Głównymi kontrahentami Instytutu w tym obszarze są przedsiębiorstwa z krajowego i europejskiego sektora stalowego. W szczególności jeden z największych koncernów stalowych, doceniając kompetencje i doświadczenie wdrożeniowe Instytutu, powierzył mu realizację kilku wieloletnich projektów B+R. Projekty te dotyczą dwóch aspektów innowacyjnej działalności w części surowcowej oraz w obszarze produkcji wyrobów.

Prowadzone badania w części surowcowej obejmują poprawę efektywności energetycznej i środowiskowej procesu spiekania rud żelaza oraz oczyszczanie spalin z taśmy spiekalniczej i gazu wielkopiecowego, spełniające założenia minimalizacji ilości wytwarzanych odpadów w postaci szlamów i zwiększenie stopnia ponownego wykorzystania pyłów. W tym zakresie z doświadczenia Instytutu korzysta również francuski instytut badawczy, który zlecił wykonanie projektu.

Drugi aspekt dotyczy doskonalenia technologii produkcji wyrobów długich, o których jest mowa w następnym rozdziale dotyczącym Innowacyjnego transportu. Na potrzeby tego sektora Instytut prowadzi badania w zakresie opracowania nowych technologii walcowania jakościowych prętów długich ze stali stopowych o projektowanych właściwościach przeznaczonych dla przemysłu maszynowego. Technologie produkcji wyrobów długich są również doskonalone w aspekcie optymalizacji składu chemicznego stali na kształtowniki z uwzględnieniem odporności korozyjnej i właściwości mechanicznych.

Wiedza kadry Instytutu w zakresie wytwarzania stalowych wyrobów długich jest wzbogacana poprzez ich udział w badaniach finansowanych z europejskiego: Funduszu Badawczego Węgla i Stali w ramach dwóch projektów:

- **Fast simulation tool for long product rolling (System szybkiej symulacji procesu walcowania wyrobów długich).** W ramach tego projektu, na potrzeby walcowni wyrobów długich jest opracowywana

i wdrażana platforma komputerowa do szybkiej symulacji procesów metalurgicznych i płynięcia plastycznego oraz do optymalizacji parametrów procesu. Zakres projektu obejmuje: opracowanie modeli materiałowych, kodów źródłowych do symulacji procesów metalurgicznych oraz wdrożenie opracowanej platformy komputerowej w warunkach przemysłowych.

- **Long product quality optimisation through enhancement and utilisation of residual stress minimising process strategies (Optymalizacja jakości długich produktów poprzez wzmocnienie i wykorzystanie strategii procesowych minimalizujących naprężenia szczątkowe).** Celem projektu jest opracowanie hybrydowego rozwiązania, wspomagającego projektowanie i monitorowanie procesów produkcji wyrobów długich, w szczególności procesu walcowania na gorąco i regulowanego chłodzenia, aby w efekcie osiągnąć zamierzony poziom naprężeń wewnętrznych. W ramach projektu przewidziano opracowanie hybrydowego modelu łączącego modele fizyczne, numeryczne i statystyczne, opracowanie sensorów software'owych, implementację systemu w procesie walcowania na gorąco i chłodzenia oraz opracowanie strategii poprawy prowadzenia procesów produkcyjnych.

Stosunkowo nowym kierunkiem badań Instytutu w obszarze badawczym ZGiE jest metalurgia wodorowa. Instytut rozpoczął badania nad wykorzystaniem wodoru w procesach metalurgicznych, celem ograniczenia stosowania węgla i znaczącego ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>. W tym zakresie Instytut posiada patent pt. „Sposób wytwarzania stali bezpośrednio z rudy żelaza”, dotyczący unikatowej technologii redukcji rud żelaza. Prowadzi prace w celu utworzenia Pracowni Metalurgii Wodorowej oraz opracowania projektu unikatowej w skali europejskiej linii pilotażowej dla procesu redukcji bezpośredniej z wykorzystaniem założeń patentu. Znaczącym osiągnięciem jest współdziałanie w realizacji projektu finansowanego z Programu Horyzont Europa: *Maximise H2 Enrichment in Direct Reduction Shaft Furnaces*, koordynowanego przez niemiecki instytut BFI. W ramach tego projektu Instytut prowadzi badania dotyczące technologii redukcji spieku z wykorzystaniem wodoru. Realizacja tej tematyki wymagać będzie dalszego rozwoju metod badań składu chemicznego oraz struktury i właściwości użytkowych materiałów wsadowych oraz produktów reakcji redukcji (np.: wytrzymałości, żarowytrzymałości, ciągliwości oraz odporności na pełzanie i korozję wysokotemperaturową), a także produktów ubocznych. Dla wsparcia tego kierunku badań Instytut realizuje dwa projekty finansowane z subwencji:

- *Analiza aspektów techniczno-technologicznych wodorowych technologii wytwarzania wsadu żelazonośnego dla pieca EAF,*
- *Redukcja rudy żelaza w atmosferze z różnym udziałem wodoru.*

W 2022 roku wzrosło zaangażowanie Instytutu na rzecz **sektora obronnego**. Należy tu wspomnieć o projektach dotyczących materiałów stosowanych w nowych rodzajach amunicji (strzeleckiej, artyleryjskiej i raketowej), którymi zainteresowane są krajowe przedsiębiorstwa tego sektora. Prowadzone z tego zakresu badania dotyczą technologii ulepszenia cieplnego korpusów pocisków artyleryjskich oraz wytwarzania prętów ze stali wysokostopowej. W tym obszarze Instytut poza realizacją projektów i usług badawczych jest dostawcą półwyrobów, zapewniając tym samym ciągłość produkcji krajowych zakładów przemysłu obronnego. Jest m.in. producentem specjalnych odlewów ze stopów o dedykowanych właściwościach magnetycznych, które w procesie dalszego przetwarzania uzyskują właściwości użytkowe niezbędne do prawidłowego funkcjonowania rakiet. Prowadzone w Instytucie badania dotyczą również opancerzenia obiektów i pojazdów specjalnych. We współpracy międzyinstytutowej realizowany jest projekt dotyczący opracowania technologii wytwarzania pancernych płyt perforowanych z ultra wytrzymałej stali nanobainitycznej, finansowany z dotacji celowej Centrum Łukasiewicza.

W ramach wsparcia powyższej tematyki z dziedziny obronności Instytut wykonuje dwie prace finansowane z subwencji:

- *Dobór materiału oraz opracowanie parametrów obróbki cieplnej i przeróbki plastycznej do wytwarzania butli buforowych,*
- *Badania nad modyfikacją technologii wytwarzania odlewów przeznaczonych na magnetozwierciadła.*

Na potrzeby **sektora energetycznego** Instytut wykonuje corocznie szereg projektów komercjalizacyjnych, wykorzystując unikatowe w skali kraju, wyspecjalizowane do badań pełzania zaplecze aparaturowe oraz autorski system oceny trwałości eksploatacyjnej materiałów stosowanych w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury. Prace te obejmują ocenę stanu mikrostruktury i właściwości użytkowych elementów ciśnieniowych urządzeń energetycznych po eksploatacji znacznie poza czasem obliczeniowym oraz zawierają warunki dopuszczenia do dalszej bezpiecznej pracy. W 2022 roku Instytut wykonał około 20 projektów tego typu na rzecz krajowej energetyki. Charakter komercjalizacyjny tych projektów dotyczył wykorzystania wyników badań w praktyce przemysłowej, na podstawie know-how opracowanego w Łukasiewicz – IMŻ. Ta odpowiedzialna diagnostyka wymaga prowadzenia finansowanych z subwencji badań własnych, dotyczących ciągłego doskonalenia procedur i metod ilościowej oceny stopnia degradacji struktury wprowadzanych do energetyki nowych materiałów i ich złączy spawanych oraz wzbogacania baz danych, tworzonych w wyniku długotrwałych prób pełzania. Badania własne, które obejmują również rozwój nowych gatunków stali i stopów żarowytrzymałych, pozwalają Instytutowi utrzymywać pozycję niekwestionowanego eksperta dla Urzędu

Dozoru Technicznego oraz krajowych i zagranicznych producentów energii elektrycznej i ciepłej. Przykładami prac finansowanych z subwencji w 2022 roku są następujące projekty:

- *Badania złączy spawanych wybranych materiałów dla energetyki metodami nieniszczącymi (NDT),*
- *Trwałość eksploatacyjna stopu Incoloy800HT w warunkach długotrwałego oddziaływania temperatury,*
- *Określenie składu fazowego nowych nadstopów na osnowie kobaltu.*

Szczególnie ważne w tym obszarze badawczym są działania związane z uruchomieniem w Instytucie laboratorium badań nieniszczących, które w znaczący sposób rozszerzą ofertę badań materiałowych eksploatowanych urządzeń ciśnieniowych, bez konieczności pobierania ich wycinków do analizy.

Instytut uczestniczy w realizacji finansowanego przez NCBR Programu Bloki 200+ *Innowacyjna technologia zmiany reżimu pracy bloków energetycznych klasy 200 MWe*, którego celem jest opracowanie nowych rozwiązań technicznych, organizacyjnych i prawnych dla dostosowania bloków energetycznych do zmieniających się warunków eksploatacji i nowych wyzwań związanych z pracą krajowego systemu elektroenergetycznego.

W ten obszar tematyczny wpisuje się również finansowany ze środków unijnych projekt, dotyczący opracowania zaawansowanej stali do zastosowania na kotły do wypalania biomasy, charakteryzującej się wysokim poziomem recyklingu i wydłużoną żywotnością: *Advanced Coated Steels for new demanding Biomass Firing environment having a high recycling behaviour and an improved service life (Zaawansowane stale powlekane dla nowego, wymagającego środowiska wypalania biomasy, charakteryzujące się wysokim stopniem recyklingu i zwiększoną żywotnością)*. Celem projektu jest opracowanie nowych rozwiązań materiałowych przeznaczonych na innowacyjne systemy do pracy w agresywnym środowisku spalania paliw alternatywnych. Rezultaty projektu obejmują: zwiększenie odporności na środowisko krytycznych elementów z zakwalifikowanych i stosowanych gatunków stali, dzięki modyfikacji powierzchni, opracowywanie projektu powłoki spełniającej wymagania obrabialności i mechanicznej konserwacji pokrywanych elementów stalowych oraz opracowanie zintegrowanych rozwiązań do pokrywania podłoża, które można przeskalować od skali laboratoryjnej do rzeczywistych warunków pracy.

## 5.2. INTELIGENTNA I CZYSTA MOBILNOŚĆ

Celem prac badawczych prowadzonych w Instytucie z obszaru Inteligentna mobilność jest rozwój materiałów i technologii ich wytwarzania dla potrzeb przemysłu środków transportu samochodowego, kolejowego, a w ostatnich latach lotniczego i kosmicznego.

Dla potrzeb motoryzacji Instytut prowadzi od kilkunastu lat, finansowane ze środków unijnych,

badania nad rozwojem stali wielofazowych na elementy konstrukcyjne pojazdów. Obecnie z tą tematyką związane są przykładowe trzy projekty:

- *Opracowanie schematów obróbki cieplnej na linii ciągłej do wytwarzania rur spawanych ze stali wielofazowych CP i DP*
- *Identyfikacja i walidacja stochastycznego modelu przemian fazowych podczas kontrolowanego chłodzenia stali*
- *Opracowanie metody oznaczania pierwiastków z grupy platynowców z wykorzystaniem techniki WD XRF na potrzeby przemysłu motoryzacyjnego.*

W zakresie aplikacyjnym Instytut wykonuje badania nad opracowaniem technologii wytwarzania innowacyjnych wykrojów ze stali dual i complex phase o zawężonej tolerancji płaskości i obniżonej masie dla przemysłu motoryzacyjnego oraz hybrydowej technologii prostowania blach gorącowalcowanych oraz prowadzi prace rozwojowe nad opracowaniem technologii wytwarzania rur spawanych ze stali wielofazowych CP i DP obrobionych cieplnie.

Badania dla transportu kolejowego mają długoletnią tradycję w Instytucie. Obecnie Instytut wykonuje wieloletnie projekty dotyczące szyn kolejowych o standardowych i podwyższonych właściwościach eksploatacyjnych przeznaczonych do budowy linii kolejowych dużych i konwencjonalnych prędkości oraz nowoczesnych szyn kolejowych o długości 120 m, charakteryzujących się wysokimi właściwościami mechanicznymi, dużą odpornością na pękanie oraz zmodyfikowaną mikrostrukturą. Badania obejmują również procesy zapewniające minimalizację naprężeń własnych w procesach walcowania i prostowania szyn.

Szczególnie obiecujące są prowadzone w ramach międzynarodowej współpracy badania zaawansowanych materiałów na elementy silników lotniczych, w tym badania wielofunkcyjnych warstw oraz nanowarstw ochronnych i przeciwzuzyciowych. Instytut realizuje finansowany przez NCN projekt dotyczący modyfikacji powierzchni stopów TiAl, którego wynikami zainteresowane są krajowe firmy sektora lotniczego, jak również ośrodki zagraniczne. Na zlecenie jednego z tych przedsiębiorstw Instytut wykonuje badania procesów utleniania nadstopów na bazie Ni w wysokiej temperaturze, realizując projekt pt. *High temperature oxidation behaviour of Ni-based superalloys*.

Potencjał aplikacyjny posiada realizowany obecnie projekt, finansowany przez NCBR, pt. *Opracowanie technologii wysokociśnieniowego hartowania gazowego satelitarnych kół zębatych epicyklicznej przekładni lotniczej silnika FDGS, wykonanych ze stali Pyrowear 53 i pracujących w warunkach długotrwałych i cyklicznie zmiennych obciążeń eksploatacyjnych*.

Badane przez Instytut stopy wysokotemperaturowe mają również zastosowanie w przemyśle kosmicznym, co zyskało zainteresowanie firm z Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA – European Space Agen-

cy). Instytut w roli podwykonawcy realizuje projekt finansowany przez ESA pt. *High temperature material characterisation for thruster applications*, w którym wykonuje próby rozciągania i pełzania stopów żarowytrzymałych w podwyższonej temperaturze z wykorzystaniem symulatora Gleeble 3800. W tej tematyce wykonuje również projekt finansowany z subwencji pt. *Badania degradacji struktury w warunkach oddziaływania zmęczenia cieplno-mechanicznego w ultra wysokiej temperaturze dla materiałów wykorzystywanych w przemyśle kosmicznym*.

Instytut traktuje ten kierunek badań jako priorytetowy. Doposażył zaplecze aparaturowe w zakresie elektronowej mikroskopii transmisyjnej i skaningowej, a także planuje zakup specjalistycznej drukarki 3D do nanoszenia powłok oraz wytwarzania unikatowych elementów z zastosowaniem technologii przyrostowej. Metody wytwarzania przyrostowego są od wielu lat przedmiotem projektów i wciąż są unowocześniane. Łukasiewicz – IMŻ powadzi obecnie prace w obszarze projektowania stali i stopów metali dedykowanych dla technologii przyrostowych, a w roku 2023 planuje uruchomienie nowego laboratorium, które przyczyni się do rozwoju tej tematyki, także w aspekcie wskazania potencjalnych zastosowań dla istniejących i nowych gatunków stali oraz stopów metali (Ti, Ni).

Przygotowanie metodyczne do uruchomienia laboratorium technologii przyrostowych jest intensywnie wspierane w zakresie badań podstawowych i metodycznych. Ze środków subwencji w 2022 roku zostały sfinansowane następujące prace:

- *Badania degradacji struktury i właściwości w wysokiej temperaturze nowych stopów na bazie faz międzymetalicznych otrzymywanych metodami przyrostowymi (druku 3D),*
- *Utlenianie wysokotemperaturowe stopów TiAl otrzymywanych technologią przyrostową (druku 3D),*
- *Wzorce składu chemicznego dla potrzeb kontroli proszków metalicznych stosowanych w druku 3D.*

## 6. PLANOWANA TEMATYKA BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – IMŻ NA ROK 2023

### 6.1. PROJEKTY KOMERCJALIZACYJNE ZLECANE PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA PRZEMYSŁOWE

Zakres tematyczny projektów planowanych do realizacji w 2023 roku w Łukasiewicz – IMŻ na bezpośrednie zlecenia przemysłu, wpisuje się w kluczowy kierunek działalności Łukasiewicza: **Zielona, niskoemisyjna gospodarka** (wcześniej Zrównoważona gospodarka i energia). Instytut będzie kontynuował realizację kilkunastu wieloletnich projektów B+R zleconych przez przedsiębiorstwa sektora stalowego, które dotyczą poprawy ich innowacyjności i konkurencyjności oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko. Sprostanie światowym wymaganiom ochrony środowiska wymaga ciągłej realiza-

cji innowacyjnych przedsięwzięć, dotyczących ekologicznych technologii wytwarzania spieków, surówki i stali, zapewniających ograniczenie odpadów i recykling surowców żelazonośnych oraz ograniczenie emisji gazów i odzysk ciepła odpadowego z procesów gorących.

Analiza struktury asortymentowej stali i wyrobów stalowych produkowanych w kraju wskazuje na potrzebę jej uzupełnienia i wzbogacenia. Instytut zaferował wsparcie eksperckie w ramach przygotowania inwestycji w zakresie budowy stalowni i walcowni przez krajowy podmiot.

Obok sektora stalowego zleceniodawcą dużej liczby projektów B+R będą przedsiębiorstwa z obszaru krajowej energetyki, a ich tematyka obejmuje badania niszczące oraz testy pełzania, przy czym Instytut wzbogaca ofertę swoich możliwości badawczych w tym obszarze poprzez budowę laboratorium badań nieniszczących. Zainteresowanie ofertą badawczą Instytutu deklarują wieloletni zleceniodawcy z sektora energetycznego, a dodatkowo z kluczowymi partnerami z tego sektora zostały zawarte wieloletnie umowy o współpracy.

Łukasiewicz – IMŻ umacnia również pozycję na rynku badań na potrzeby sektora obronnego. Dla krajowych zakładów tego sektora jest od wielu lat cennym dostawcą półwyrobów ze specjalnych stopów metali, a w bieżącym roku podpisał wieloletnią umowę z kluczowym partnerem na dostawy materiałów stosowanych w produkcji priorytetowych elementów uzbrojenia. W związku z sytuacją geopolityczną w porozumieniu z przedsiębiorstwami sektora obronnego, Instytut rozważa inwestycje w nową infrastrukturę badawczą, która jednocześnie umożliwi wytwarzanie partii zaawansowanych stopów metali o bardzo wysokiej jakości wymaganej w procesie wytwarzania komponentów uzbrojenia.

Instytut pozostaje niekwestionowanym dostawcą szerokiej gamy wzorców składu chemicznego, których liczbę sukcesywnie powiększa. Zasięg tej działalności jest ogólnosiwiatowy.

W roku 2023 przewiduje się, w oparciu o opracowane oferty, pozyskanie zlecenia kilkunastu nowych projektów komercjalizacyjnych, głównie z sektorów stalowego, energetycznego i obronności.

Instytut, wykorzystując systematycznie unowocześnianą bazę infrastruktury badawczej, jest przygotowany do realizacji kilkuset komercyjnych usług badawczych rocznie w zakresie badań składu chemicznego, fazowego, mikrostruktury oraz właściwości mechanicznych i wytrzymałości na pełzanie. W roku 2023 zaplanowano zakup nowoczesnego systemu do badań właściwości mechanicznych. Klientami Instytutu w tym obszarze oprócz przedsiębiorstw są uczelnie, jednostki PAN oraz branżowe instytuty badawcze i instytuty Łukasiewicza.

Dzięki rozpoznawalnej i uznawanej marce Instytutu utrzymuje się znaczący udział projektów i usług badawczych zleconych przez firmy z siedzibą poza



granicami kraju. Z kilkoma z nich Instytut łączy umowy wieloletnie, które obejmują dodatkowo staże zagraniczne oraz wsparcie doktoratów- pracowników Łukasiewicz – IMŻ.

## 6.2. NOWE GRANTY B+R FINANSOWANE Z KRAJOWEGO I UNIJNEGO BUDŻETU NAUKI

Instytut intensyfikuje działania w celu pozyskania **grantów krajowych** B+R w ramach konkursów organizowanych przez CŁ, NCBR, NCN i inne jednostki pośredniczące. Uzyskanie wzrostu przychodów z tego obszaru wymagać będzie przygotowywania nowych wniosków, w związku z niewielką liczbą organizowanych konkursów. Wsparciem w tym zakresie będą uruchomione w 2022 r. projekty finansowane z subwencji, jak również z funduszu rozwoju Łukasiewicz – IMŻ. Wyniki tych projektów pozwolą w przyszłym roku na opracowanie nowych wniosków oraz przyczynią się do wzrostu kompetencji pracowników pionu badawczego w celu zwiększenia skuteczności pozyskiwania środków z budżetu krajowego. Wśród opracowanych dotychczas wniosków w trakcie rozpatrywania są następujące nowe projekty przewidywane do pozyskania w 2023 roku z CŁ, NCN oraz NCBR:

- *Badania nad wprowadzeniem paliwa wodorowego w energochłonnych gałęziach przemysłu (pozytywna ocena CŁ i rozpoczęcie w 2023 roku),*
- *Opracowanie innowacyjnych materiałów na bazie niobu z proszków typu core-shell metodą Additive Manufacturing (oczekiwanie na ocenę w NCN),*
- *Wykorzystanie powłok nanolaminatowych do zastosowań w wysokiej temperaturze (w procesie oceny w NCN),*
- *Thermal Barrier Coatings for greener heat-to-power applications: understanding limits of operation under hydrogen combustion and sustainable outlook (2. etap, w procesie oceny w NCBR).*

Od czasu wejścia Polski w struktury Unii Europejskiej Instytut realizuje zaawansowane projekty badawcze w szerokiej **kooperacji międzynarodowej**. Wśród ich wykonawców jest znaczna liczba liczących się w świecie krajowych i zagranicznych uczelni i instytutów naukowych oraz partnerów przemysłowych. W przyszłym roku pracownicy Instytutu będą kontynuować dwa projekty finansowane z Funduszu Badawczego Węgla i Stali (Research Fund for Coal and Steel – RFCS) i dwa projekty z Programu Horyzont Europa. Ponadto złożono następujące wnioski w międzynarodowych konsorcjach na nowe projekty przewidywane do pozyskania i realizacji w 2023 roku:

- *Upgrading of low-quality iron ores and mill scale with low carbon technologies. RFCS-2022-CSP-Big Tickets for Steel,*
- *MODular hybrid technology in the Steel PLANT production. Europa Horizon-CL4-2022-Twin-Transition-01-13,*

- *Bainitic rails and turnout components characterized by superior structural integrity under severe service conditions, akronim: CrossBain (RFCS),*
- *Development and application of stochastic numerical models for design of thermomechanical rolling processes for improvement of stability of product properties, akronim: STORM (RFCS).*

Instytut uczestniczy w działaniach partnerstwa Horyzontu Europa: Clean Steel. W 2020 r. Łukasiewicz – IMŻ uczestniczył ze strony polskiej w projekcie Green Steel for Europe w zakresie rozeznania możliwości finansowania dekarbonizacji przemysłu stalowego w Europie. Projekt ten był m.in. podstawą do powołania Clean Steel Partnership (CSP) – Europejskiego Partnerstwa na rzecz Czystej Stali, którego celem jest wspieranie europejskiego przemysłu w postępie w kierunku produktów i usług o wysokiej wartości dodanej, niskiej emisji dwutlenku węgla i zanieczyszczeń oraz produktów i usług gospodarki obiegu zamkniętego, przy coraz większym wykorzystaniu cyfryzacji. CSP wspiera działania zorientowane na przekształcanie przemysłu stalowego w sektor neutralny pod względem emisji dwutlenku węgla, służąc jako katalizator dla innych sektorów strategicznych. Do 2027 roku wdroży co najmniej 2 projekty demonstracyjne prowadzące do 50 % redukcji emisji CO<sub>2</sub> i osiągnięcia TRL 8 do 2030 roku w co najmniej 12 blokach konstrukcyjnych finansowanych przez partnerstwo. Ostateczną ambicją jest ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> o 80–95 % do 2050 r., a docelowo osiągnięcie neutralności węglowej.

## 6.3. PLANOWANE WYKORZYSTANIE SUBWENCJI MEiN W 2023 ROKU

Tematyka planowanych do realizacji w 2023 roku projektów badawczych finansowanych z subwencji mieści się w dwóch wspomnianych wyżej kierunkach działalności Sieci Badawczej Łukasiewicz: Zielona, niskoemisyjna gospodarka oraz Inteligentna i czysta mobilność.

Z zakresu tematycznego **Zielona, niskoemisyjna gospodarka** planowane jest finansowanie z subwencji badań w zakresie technologii wodorowych – nowego kierunku, wpisującego się w program Polskiej Strategii Wodorowej. Instytut rozpoczął już intensywne badania nad wykorzystaniem wodoru w procesach metalurgicznych, celem ograniczenia stosowania węgla i znaczącego ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>. Prowadzi prace w celu utworzenia Pracowni Metalurgii Wodorowej oraz zbudowania unikatowej w skali europejskiej linii pilotażowej dla procesu redukcji bezpośredniej z wykorzystaniem założeń posiadanego patentu. Prace własne będą również wspierać realizację projektu europejskiego (HE), dotyczącego zastosowania wodoru do redukcji bezpośredniej, w którym Instytut będzie koordynował badania dotyczące technologii redukcji spieku z wykorzystaniem wodoru. W ramach subwencji przewidziano kontynuację finansowania badań nad wytwarzaniem stali

z zastosowaniem redukcji rudy żelaza i spieku w atmosferze z różnym udziałem wodoru. Realizacja tej tematyki wymagać będzie dalszego rozwoju metod badań składu chemicznego oraz struktury i właściwości użytkowych materiałów wsadowych oraz produktów reakcji redukcji (np.: wytrzymałości, żarowytrzymałości, ciągliwości oraz odporności na pełzanie i korozję wysokotemperaturową).

W zakresie technologii stalowniczych przewidziano opracowanie koncepcji innowacyjnych, warstwowych materiałów pomocniczych w formie granulatu, o dodatkowych funkcjonalnościach, przeznaczonych dla metalurgii oraz opracowanie żaroodpornego staliwa austenitycznego z dodatkiem Al do zastosowania w reaktorach do pirolizy odpadów.

Dla potrzeb sektora obronnego zaplanowano badania własne, które obejmują dobór obróbki cieplno-plastycznej wysokowytrzymałej stali dla zapewnienia wymaganej zdolności do fragmentacji naturalnej, do zastosowania w produkcji amunicji wielkokalibrowej.

W obszarze badań dla energetyki planowane są badania nowej generacji stopów o podwyższonej odporności na wysokotemperaturowe pełzanie: nadstopu Inconel 800HT rekomendowanego do zastosowania w przemyśle petrochemicznym i w energetyce oraz złączy spawanych wykonanych z nowoczesnego gatunku stali Thor115 przewidywanego do zastosowania w blokach energetycznych pracujących w warunkach parametrów nadkrytycznych. Wsparciem dla badań na potrzeby energetyki jest również rozwój metod analizy składu chemicznego nowych stopów.

Celem prac z obszaru **Inteligentna i czysta mobilność** jest rozwój materiałów dla potrzeb przemysłu transportowego, a w szczególności stopów i powłok żarowytrzymałych na elementy silników odrzutowych dla lotnictwa i kosmonautyki. We współpracy z przedsiębiorcą i z Niemieckim Instytutem Lotnictwa (DLR) planuje się badania nad wpływem powłok ochronnych na bazie faz typu MAX na właściwości mechaniczne lekkich stopów żarowytrzymałych  $\gamma$ -TiAl w warunkach wysokotemperaturowego pełzania. W projektach z tego obszaru planowane jest podjęcie badań nad poprawą odporności na ścieranie wyrobów poprzez wzbogacenie warstwy powierzchniowej w cząstki faz twardych i trudnotopliwych, nad oceną wpływu obciążeń cieplno-mechanicznych na degradację mikrostruktury w podwyższonej temperaturze oraz modelowanie pasmowości rozkładu składników strukturalnych i właściwości w wyrobie. Na uwagę zasługują również badania nad optymalizacją przygotowania powierzchni blach do cynkowania zanurzeniowego w aspekcie uruchomienia produkcji ekranów akustycznych typu Zielona Ściana.

Reasumując projekty badawcze finansowane z subwencji pozwolą na wsparcie kontynuacji wcześniej rozpoczętych badań stosowanych dla przemysłu, jak również na opracowanie założeń dla nowych projektów badawczych przewidywanych do finansowa-

nia z unijnego i krajowego budżetu nauki oraz przez przemysł. Niektóre z nich stanowią uzupełnienie i wsparcie dla projektów o dużym potencjale komercyjnym, realizowanych we współpracy z przemysłem. Dotyczy to projektów, które Łukasiewicz – IMŻ wykonuje we współpracy z partnerami przemysłowymi z:

- sektora stalowego w zakresie poprawy innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko;
- sektora energetycznego w zakresie diagnostyki materiałowej elementów ciśnieniowych kotłów energetycznych, w tym długotrwałych badań pełzania i rozwoju nowych materiałów dla tego sektora;
- sektora obronnego w zakresie innowacyjnych materiałów stosowanych w konstrukcji rakiet, amunicji dużego i średniego kalibru oraz w opancerzeniu pojazdów i obiektów infrastruktury oraz
- sektora lotniczego i kosmicznego w zakresie technologii materiałowych, które są podstawą do kontynuacji międzynarodowej współpracy w ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej.

Ponadto badania własne pozwolą na przygotowanie nowych wniosków o finansowanie projektów ze źródeł zewnętrznych oraz ofert dla przedsiębiorców, dzięki prawidłowo zidentyfikowanym kierunkom rozwoju badań materiałowych i potrzeb gospodarki. Prace ukierunkowane na przygotowanie projektów z programu Horyzont Europa dotyczą także metodyki badań materiałów biomedycznych w warunkach symulujących środowisko organizmu ludzkiego, podstaw technologii wytwarzania powłok ochronnych lekkich stopów żarowytrzymałych  $\gamma$ -TiAl oraz wysokotemperaturowych procesów degradacji struktury w warunkach obciążeń cieplno-mechanicznych dla materiałów stosowanych w przemyśle kosmicznym. Prace służące przygotowaniu wdrożenia technologii w warunkach krajowych dotyczą wielofunkcyjnych granulatów dla metalurgii, nowego asortymentu staliw do budowy reaktorów do pirolizy bioodpadów oraz technologii wykonania kadłubów pocisków wielkokalibrowych o zaprojektowanej fragmentacji naturalnej.

## 7. WSPÓŁPRACA Z JEDNOSTKAMI NAUKOWYMI

Poszerzanie i zacieśnianie więzi ze światem nauki wymaga utrzymania dużej aktywności kadry kierowniczej i pracowników naukowych Instytutu w światowej przestrzeni badawczej. Współpraca instytucjonalna i personalna obejmuje realizację wspólnych projektów, opracowanie artykułów naukowych, jak również bezpośrednie kontakty podczas konferencji naukowych, spotkań i stażów. Potencjał kadrowy i aparaturowy Instytutu jest wykorzystywany we współpracy z uczelniami technicznymi i instytutami

branżowymi, dla których Instytut wykonuje specjalistyczne badania i testy w skali półprzemysłowej. W kraju wieloletnimi partnerami w tym zakresie, obok instytutów Łukasiewicza są m.in.: AGH Kraków, Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN, Politechnika Śląska, Politechnika Częstochowska, Politechnika Wrocławska, natomiast za granicą: Technische Universität Bergakademie Freiberg, ArcelorMittal Maizières Research, Technische Universität Dortmund, Cardiff University itd.

Łukasiewicz – IMŻ na rok 2023 oraz lata następne planuje poszerzenie liczby swoich współpracowników i klientów krajowych oraz zagranicznych poprzez promocję możliwości badawczych oraz usług w mediach i podczas wydarzeń o zasięgu międzynarodowym.

Owocna współpraca i wsparcie uczelni oraz instytutów PAN są dla Łukasiewicza – IMŻ szczególnie pomocne ze względu na zaawansowany rozwój naukowy pracowników, którym należy zapewnić warunki do realizacji przewodów doktorskich i habilitacyjnych oraz postępowań profesorskich.

Rangę i rozpoznawalność Łukasiewicza – IMŻ podnosi zaangażowanie utytułowanych pracowników w działalność recenzencką, promotorską oraz ich udział w organach kierowniczych krajowych i międzynarodowych instytucji i stowarzyszeń naukowych.

## **8. ROZWÓJ BAZY INFRASTRUKTURY BADAWCZEJ I WZROST KOMPETENCJI KADRY**

Poprawa efektywności prowadzonych prac B+R wymaga stałego uzupełniania i unowocześniania bazy infrastruktury badawczej. Instytut w roku 2023 planuje zakup drukarki 3D, systemu badań wytrzymałościowych, nowego pieca próżniowego oraz utworzenie i wyposażenie pracowni wodorowej na potrzeby zakontraktowanych projektów wieloletnich B+R, w tym finansowanych z HE. Posłużą do tego celu m.in. projekty finansowane z subwencji, z których cztery dotyczyć będą doposażenia i modernizacji kluczowej aparatury badawczej. Przewiduje się doposażenie linii spiekania w system mechanicznego zasypu mieszanki do misy spiekalniczej oraz doposażenie linii półprzemysłowej LPS-B w osprzęt do automatycznego podawania półwyrobów pod walce i modernizację modułu chłodni wyrobów długich. Przewiduje się również zaprojektowanie i wykonanie unikatowej komory środowiskowej do symulatora Gleeble, przeznaczonej do badań właściwości materiałów biomedycznych w środowisku symulującym organizm ludzki. Kilka projektów dotyczy metodyki badań składu chemicznego, struktury i pomiarów naprężeń oraz właściwości użytkowych innowacyjnych stopów metali.

Instytut będzie również kontynuował działania służące wzrostowi kompetencji kadry pionu badawczego. Rozwój zawodowy pracowników pionu badawczego Instytutu stanowi jeden z kluczowych obszarów finansowania z subwencji. W 2023 roku w Instytucie będzie realizowanych sześć przewodów doktorskich, w większości wdrożeniowych. Dla czterech doktorantów realizujących przewody doktorskie zaplanowano badawcze wsparcie w postaci projektów finansowanych z subwencji. W zakresie uzyskania stopnia doktora habilitowanego zaawansowane są dwa postępowania.

## **9. PLANOWANE PRZEDSIĘWZIĘCIE KONSOLIDACYJNE**

Najważniejszym przedsięwzięciem organizacyjnym w 2023 roku będzie realizacja procesu konsolidacji trzech instytutów: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa i Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, poprzez włączenie do Łukasiewicza – Instytutu Metalurgii Żelaza dwóch pozostałych Instytutów. Nowy instytut po połączeniu o nazwie Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny (Łukasiewicz – GIT) podejmie szereg działań w celu zapewnienia ciągłości funkcjonowania oraz optymalizacji wybranych procesów organizacyjnych.

Opracowane przez zewnętrznego eksperta badania due diligence dla projektu połączenia oraz biznes plan nowego instytutu wskazują, że połączenie Instytutów pozwoli na zbudowanie silnej jednostki badawczej, posiadającej szeroki zakres kompetencji w trzech obszarach: Zielonej niskoemisyjnej gospodarki, Inteligentnej i czystej mobilności oraz Transformacji cyfrowej, stanowiących główne kierunki działalności Sieci Badawczej Łukasiewicz.

Połączenie wpłynie pozytywnie na poprawę efektywności w zakresie optymalizacji kosztów prowadzonej działalności oraz poszerzenia oferty dla odbiorców zewnętrznych, szczególnie partnerów przemysłowych, co w konsekwencji przyczyni się do poprawy wyników finansowych. Maksymalne wykorzystanie potencjału badawczego ww. jednostek, obejmującego kompetencje personelu oraz zaawansowaną infrastrukturę badawczą, przyczyni się do intensywnego rozwoju i opracowania kompleksowej oferty dla sektorów energetycznego, transportu i obronnego, które wpisują się w strategiczne obszary działalności Sieci Badawczej Łukasiewicz i są kluczowe dla gospodarki i bezpieczeństwa Państwa. Obszary badań nowego Instytutu, które będą intensywnie się rozwijać, dotyczą przemysłów lotniczego i kosmicznego. Te dziedziny gospodarki w połączeniu z technologiami przyrostowymi (druk 3D), stanowiącymi ogniwa szeroko pojętej transformacji cyfrowej,

będą szczególnie rozwijane w Łukasiewicz – GIT w zakresie kadry i aparatury badawczej.

Analiza potencjalnych korzyści wynikających z konsolidacji wykazała występowanie istotnych wartości dodanych w dwóch obszarach organizacyjnym i merytorycznym.

W świetle planowanej konsolidacji trzech instytutów konieczne jest utrzymanie właściwych standardów pracy, pomieszczeń, narzędzi pracy i świadczeń socjalnych. Ponadto w warunkach wysokiej inflacji konieczne będzie zapewnienie stabilności realnych przychodów pracowników, co pozwoli na utrzymanie poziomu wymaganego zatrudnienia, na odmłodzenie kadry Instytutu i zapewnienie wysokiej efektywności pracy. Podjęty dotychczas wysiłek kadry łączonych Instytutów i opracowane strategie wspólnego przyszłego funkcjonowania nowego podmiotu

Łukasiewicz – GIT, zarówno w obszarze organizacyjnym jak i badawczym, wykazały szereg zalet w aspekcie z jednej strony wzrostu przychodów z działalności podstawowej a z drugiej ograniczenie kosztów. Zdaniem ekspertów, szczególnie w metropolii śląskiej, uzasadniona jest działalność badawczo-wdrożeniowa silnych ośrodków naukowych o wysokim potencjale aplikacyjnym prowadzonych projektów. Tego typu ośrodki stanowią wsparcie przedsiębiorców w pozyskiwaniu finansowania inicjatyw, w tym ze środków unijnych, obarczonych wysokim ryzykiem, jakimi są wdrożenia innowacyjnych technologii i produktów. W metropolii śląskiej istnieje szeroki rynek odbiorców rezultatów projektów B+R, w szczególności w sytuacji konieczności wspierania przedsięwzięć ukierunkowanych na ograniczenie emisji i optymalizacji zużycia energii.