

Zadanie : „Animacja i decentralizacja Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania w oparciu o model zewnętrznie zarządzanych małopolskich platform specjalizacyjnych” dla Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej

ZRÓWNOWAŻONA ENERGIA I PRZEMYSŁ

w ramach projektu „Zarządzanie regionalną inteligentną specjalizacją i procesem przedsiębiorczego odkrywania”



ANEKS SPECJALIZACYJNY

**DLA MAŁOPOLSKIEJ PLATFORMY SPECJALIZACYJNEJ ZRÓWNOWAŻONA
ENERGIA I PRZEMYSŁ**

Autorzy:

*Prof. dr hab. Joanna Kulczycka
Dr Agnieszka Nowaczek
Irena Łobocka*

Recenzja

dr hab. Przemysław Kurczewski

Kraków, 28 listopada 2025 r.

Spis treści

Spis treści

1. Streszczenie dokumentu, stosowane skróty	4
2. Wprowadzenie	7
3. Charakterystyka Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”	13
3.1. Definicja domen Platformy „Zrównoważona Energia i Przemysł” w oparciu o model Małopolskich Platform Specjalizacyjnych	20
3.2. Obszary inteligentnych specjalizacji w Małopolskiej Platformie Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł” na podstawie RSI WM 2030	24
3.3. Opracowanie Regionalnej Bazy Wiedzy 2025 (RBW)	34
4. Część analityczna	37
4.1. Kontekst instytucjonalny	38
4.2. Kontekst technologiczny - dziedzinowy	42
4.3. Kontekst gospodarczy	45
4.4. Kontekst terytorialny	47
4.5. Problemy i wyzwania	49
5. Część diagnostyczna	51
5.1. Energooszczędne inteligentne budynki i miasta	56
5.1.1. Analiza otoczenia konkurencyjnego i makroekonomicznego dziedziny	60
5.1.2. Analiza SWOT	62
5.1.3. Rekomendacje i możliwe ścieżki współpracy	63
5.2. Odnawialne źródła energii	65
5.2.1. Analiza otoczenia konkurencyjnego i makroekonomicznego dziedziny	67
5.2.2. Analiza SWOT	72
5.2.3. Rekomendacje i możliwe ścieżki współpracy	74
5.3. Gospodarka o obiegu zamkniętym w obszarach budownictwo, energia i przemysł	76
5.3.1 Analiza otoczenia konkurencyjnego i makroekonomicznego	84
5.3.2 Analiza SWOT	92
5.3.3 Rekomendacje i możliwe ścieżki współpracy	93
6. Część strategiczna	95
6.1. Wskaźniki, ewaluacja i wizja rozwoju Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”	95

6.2. Proponowana struktura domen i dziedzin specjalizacji w ramach Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”	102
6.2.1. Energooszczędne inteligentne budynki i miasta	102
6.2.2. Odnawialne źródła energii.....	103
6.2.3. Gospodarka o obiegu zamkniętym w obszarach budownictwo, energia i przemysł	105
6.3. Podsumowanie domen dla Platformy „Zrównoważona Energia i Przemysł”	108
7. Część implementacyjna	124
7.1. Małopolskie Platformy Specjalizacyjne jako platformy współpracy i elementy budowania trwałych ekosystemów innowacji	124
7.2. Kryteria wyboru projektów do finansowania.....	125

1. Streszczenie dokumentu, stosowane skróty

Abstract

The Specialization Annex for the Małopolska Smart Specialization Platform “Sustainable Energy and Industry” is an implementation-oriented document that defines and refines the thematic scope of selected areas within the region’s smart specializations, as outlined in the Małopolska Regional Innovation Strategy 2030. The document includes analytical, diagnostic, strategic, and implementation sections. It is based on an assessment of the region’s technological and economic potential, trend analyses, and the results of consultations with stakeholders representing science, business, public administration, and civil society.

The document structures the shape of the “Sustainable Energy and Industry” Specialization Platform, proposed in 2024, around five key development areas: clean energy, green chemistry and material technologies, circular economy and raw materials, low-emission mobility, smart environment and digital technologies. Each of these areas encompasses specific technological domains that identify directions for support and the potential for building regional value chains. The Annex includes a description of the Platform’s vision and mission, general and specific objectives, operational and evaluation principles, and a catalog of methods for measuring results. All elements have been developed in full alignment with the objectives of the Regional Innovation Strategy (RIS), the Entrepreneurial Discovery Process (EDP), and the assumptions of the Małopolska Smart Specializations and innovation ecosystem development.

The Annex serves as a tool to support the identification and prioritization of areas critical to the development of regional resources and competences in the field of sustainable energy and industry, as well as to foster collaboration within the Małopolska Smart Specialization Platform. The final section of the document includes an updated proposed structure of domains and fields for the 19 specializations aggregated under the Małopolska Smart Specialization Platform “Sustainable Energy and Industry.”

Streszczenie

Aneks Specjalizacyjny dla Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł” stanowi dokument wdrożeniowy

doprecyzowujący zakres tematyczny wybranych obszarów inteligentnych specjalizacji regionu, określonych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030. Opracowanie zawiera część analityczną, diagnostyczną, strategiczną oraz implementacyjną. Opiera się na diagnozie potencjału technologicznego i gospodarczego regionu, analizach trendów oraz wynikach konsultacji z interesariuszami reprezentującymi sektor nauki, biznesu, administracji i społeczeństwa obywatelskiego.

Dokument porządkuje zaproponowany w 2024 roku kształt Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł” wokół pięciu kluczowych obszarów rozwojowych: czysta energia, zielona chemia i technologie materiałowe, gospodarka cyrkularna i surowce, mobilność niskoemisyjna oraz inteligentne środowisko i technologie cyfrowe. Każdy z tych obszarów obejmuje konkretne dziedziny technologiczne, wskazujące kierunki wsparcia i potencjał budowy regionalnych łańcuchów wartości. Aneks zawiera opis wizji i misji Platformy, cele ogólne i szczegółowe, zasady działania i ewaluacji, a także katalog metod pomiaru rezultatów. Wszystkie elementy zostały opracowane w ścisłej zgodności z celami RSI, procesem przedsiębiorczego odkrywania (PPO) oraz założeniami Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji i rozwoju ekosystemu innowacji. Aneks pełni funkcję narzędzia wspierającego identyfikację i priorytetyzację obszarów istotnych dla rozwoju regionalnych zasobów i kompetencji w dziedzinie zrównoważonej energii i przemysłu, a także animowania współpracy w ramach Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej. Dokument w części końcowej zawiera zaktualizowaną proponowaną strukturę domen i dziedzin dla 19 specjalizacji zagregowanych w ramach Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”

Stosowane skróty:

BTR - Business Technology Roadmap
 IATI – Instytut Autostrada Technologii i Innowacji
 GOZ - gospodarka o obiegu zamkniętym
 IDI - indywidualne wywiady pogłębione
 ZEP - Zrównoważona Energia i Przemysł
 PPO - Proces Przedsiębiorczego Odkrywania
 MIS - Małopolskie Inteligentne Specjalizacje
 MPS - Małopolska Platforma Specjalizacyjna
 KIS - Krajowe Inteligentne Specjalizacje¹

¹ <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/krajowe-inteligentne-specjalizacje>

MPS ZEP - Małopolska Platforma Specjalizacyjna Zrównoważona Energia i Przemysł

RSI – Regionalna Strategia Innowacji

AI – Artificial Intelligence (Sztuczna Inteligencja)

VR/AR/XR – technologie immersyjne rzeczywistości wirtualnej, rozszerzonej, poszerzonej

RBW - Regionalna Baza Wiedzy

AGH – Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie

PK – Politechnika Krakowska

UJ – Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

UR - Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

2. Wprowadzenie

Przedmiotowy dokument, opracowany w formule aneksu specjalizacyjnego, powstał w ramach zadania „Animacja i decentralizacja Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania w oparciu o model zewnętrznie zarządzanych małopolskich platform specjalizacyjnych”. I etap prac w ramach zadania realizowano w okresie od 9 października do 28 listopada 2025 r. Była to kontynuacja pilotażu realizowanego dla inteligentnej specjalizacji „Zrównoważona Energia” w 2023 r., zdefiniowanej w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030², poszerzonej aktualnie o kolejne domeny zgodnie z nowym obowiązującym obecnie w Małopolsce modelem 4 zintegrowanych platform specjalizacyjnych³. Aneks stanowi eksperckie, partycypacyjne opracowanie wiedzy na temat Zrównoważonej Energii i Przemysłu w regionie, uzupełniające Uszczegółowienie opisu Regionalnych Inteligentnych Specjalizacji⁴. Zawiera syntetyczne podsumowanie doświadczeń i informacji zgromadzonych w ramach I etapu animacji platformy specjalizacyjnej oraz wniosków wynikających z warsztatów SMART LAB i indywidualnych wywiadów pogłębionych (IDI).

W przedstawionej formie aneks opisuje specjalizację przez pryzmat zrealizowanej I fazy działań projektowych, zdobytych doświadczeń oraz kontekstu funkcjonowania platformy specjalizacyjnej w Małopolsce. Obejmuje komponenty diagnostyczne, analityczne i strategiczne. W części strategicznej określono kierunki działań służące dalszemu rozwojowi zarówno samej platformy, jak i szerzej – całych domen – w perspektywie krótkoterminowej i horyzontalnej. Dokument podejmuje również próbę wyznaczenia docelowej, systematycznie aktualizowanej struktury domen i dziedzin ujętych w ramach Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł” (ZEP), przy założeniu aktywnego udziału wszystkich grup regionalnych interesariuszy.

Podstawą realizacji zadania jest metodologia oparta o założenia Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania PPO (Entrepreneurial Discovery Process). PPO jest podejściem wykorzystywanym w zarządzaniu innowacjami i rozwojem przedsiębiorczości, opartym na założeniu, że nowe rozwiązania rodzą się poprzez eksplorację, poszukiwanie i współpracę podmiotów takich

² https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/Regionalna_Strategia_Innowacji_Wojewodztwa_Malopolskiego_2030.pdf

³ [https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/badania%20i%20analizy/platformy%20MIS%20\(do%20publikacji\).pdf](https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/badania%20i%20analizy/platformy%20MIS%20(do%20publikacji).pdf)

⁴ Uszczegółowienie opisu regionalnych inteligentnych specjalizacji określonych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/badania%20i%20analizy/Uszczeg%C3%B3l%20opisu%20RIS%20okre%C5%9Blonych%20w%20ORSI%20WM%202030.pdf

jak przedsiębiorstwa, jednostki naukowe, uczelnie czy społeczności lokalne. Proces ten wymaga selektywnego wsparcia odpowiednich sektorów gałęzi gospodarki regionu i nadania im znaczenia strategicznego, co wiąże się z koncentracją funduszy rozwojowych na priorytetach o największym potencjale wzrostu. Równie istotne jest zachowanie elastycznego podejścia do możliwości poszukiwania nowych, niszowych obszarów o dużym potencjale rozwojowym.

Główne etapy Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania obejmują:

- ✓ **Identyfikację potrzeb i możliwości** – rozpoznanie obszarów, w których istnieje potencjał do wdrażania innowacji, oparte na analizach, obserwacjach oraz dialogu z interesariuszami.
- ✓ **Zaangażowanie interesariuszy** – współpracę przedsiębiorców, badaczy, instytucji publicznych i społeczności lokalnych, umożliwiającą pełniejsze zrozumienie wyzwań i oczekiwań.
- ✓ **Budowę ekosystemu innowacji** – tworzenie otwartej przestrzeni współpracy, wymiany wiedzy i zasobów.
- ✓ **Eksperymentowanie i prototypowanie** – testowanie koncepcji, tworzenie prototypów oraz uczenie się na podstawie rezultatów.
- ✓ **Odkrywanie nowych ścieżek rozwoju** – elastyczne reagowanie na nieoczekiwane wyniki i możliwości pojawiające się w trakcie prac.
- ✓ **Iteracyjność procesu** – cykliczne zbieranie informacji zwrotnej, modyfikowanie założeń i doskonalenie kierunków działania (realizowanych w okresie do 28 listopada 2025 r. przeprowadzono pierwszą iterację procesu dla rozszerzonej platformy ZEP, przy założeniu kontynuowania działań co najmniej do 30.06.2027 r.).

PPO odgrywa kluczową rolę w rozwoju regionalnym, wspieraniu startupów, a także w generowaniu potencjału na projekty badawczo-rozwojowe, sprzyjając kreatywności, współpracy i powstawaniu innowacyjnych rozwiązań.

Niniejszy dokument stanowi rozszerzenie uszczegółowienia opisów Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji (MIS) tj. Energia Zrównoważona wraz z pozostałymi domenami specjalizacji chemia, przetwórstwo metali oraz elektrotechnika i przemysł maszynowy, a jednocześnie uzupełnienie Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 (RIS). Jego celem jest przedstawienie pełnego obrazu rozszerzonej MIS – począwszy od jej definicji, poprzez analizę i syntezę dostępnych danych, aż po wskazanie założeń dotyczących struktury i zakresu obszarów zaktualizowanych specjalizacji.

Poniższy opis prezentuje strukturę i definicje szczegółowych obszarów specjalizacji w ramach platformy ZEP, ujętych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030.

Pierwotnie do końca 2023 r. Małopolska Inteligentna Specjalizacja „Energia Zrównoważona” obejmowała 6 właściwych dziedzin, określonych na tamten okres jako charakteryzujące całą inteligentną specjalizację⁵:

- [1] *Procesy badawcze, technologiczne oraz projektowanie urządzeń i systemów do analizowania charakterystyk źródeł energii.*
- [2] *Wytwarzanie, transformacja energii bazujące na „czystych” źródłach odnawialnych i nowoczesnym wykorzystaniu tradycyjnych źródeł energii.*
- [3] *Dystrybucja energii wraz z jej efektami konwersji.*
- [4] *Inteligentne sieci lub narzędzia IT.*
- [5] *Energooszczędne inteligentne budynki (Smart Home), miasta (Smart City) i inne obszary zasiedlone.*
- [6] *Oszczędny i inteligentny - efektywny transport.*

W 2024 r. na podstawie opracowania pt.: „Platformy Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji - Założenia i model PPO na potrzeby wdrażania Regionalnej Strategii Innowacji Małopolska 2030” podjęto decyzję o połączeniu 7 MIS w cztery zintegrowane Małopolskie Platformy Specjalizacyjne (MPS)⁶, ze względu na proces zarządzania, komplementarność platform oraz aktywność zidentyfikowanych wcześniej regionalnych ekosystemów innowacji. Do MPS ZEP włączono wszystkie dziedziny domeny „Zrównoważona Energia”, 5 dziedzin domeny „Chemia”, 5 dziedzin domeny „Produkcja metali i wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych” oraz 3 dziedziny domeny „Elektrotechnika i przemysł maszynowy”. Rozszerzona struktura dziedzinowa Platformy opisana jest szczegółowo w dalszej części dokumentu.

Rozpoczęty dla Platformy ZEP PPO zgodnie z oczekiwaniami powinien wywołać w interesariuszach naturalne zaangażowanie i oparty na zaufaniu, szeroki przepływ informacji. Podejmowane działania powinny docelowo doprowadzić do spójnych, konstruktywnych komunikatów interesariuszy w zakresie pomysłów na przyszłe projekty partnerskie i formuł ich realizacji, oczekiwać co do dostosowania funduszy europejskich i instrumentów wsparcia w zakresie naborów projektów z obszarów ZEP, planów

⁵ Uszczegółowienie opisu regionalnych inteligentnych specjalizacji określonych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/badania%20i%20analizy/Uszczeg%20C3%B3%C5%82owienie%20opisu%20RIS%20okre%20C5%9Blonych%20w%20ORSI%20WM%202030.pdf

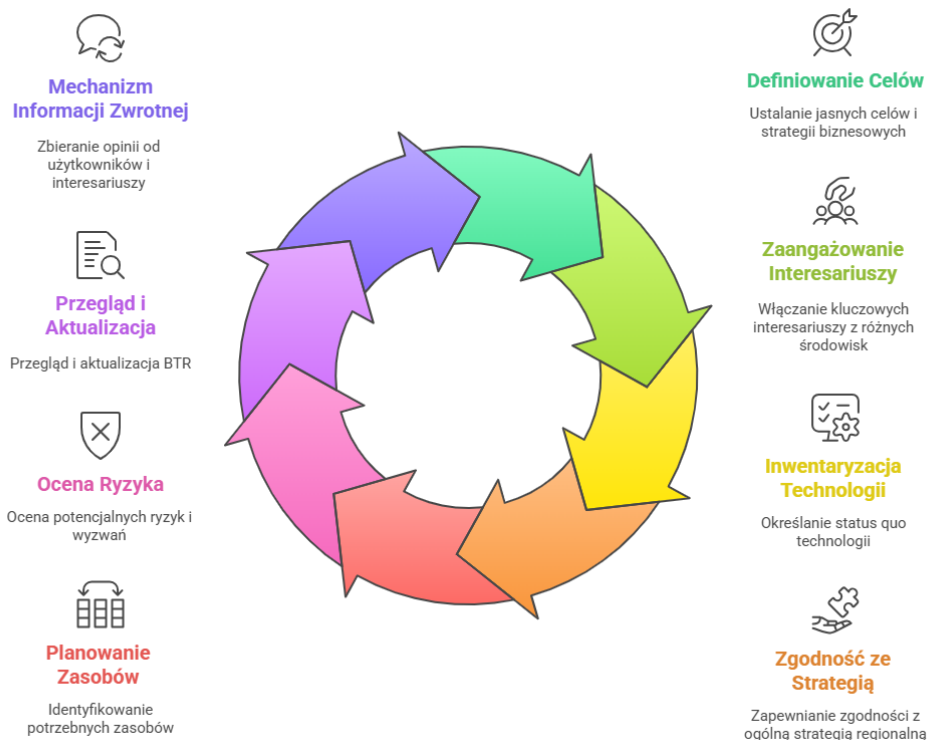
⁶ [https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/badania%20i%20analizy/platformy%20MIS%20\(do%20publikacji\).pdf](https://www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/RG-X/badania%20i%20analizy/platformy%20MIS%20(do%20publikacji).pdf)

przystąpienia do ponadregionalnych lub międzynarodowych partnerstw projektowych, oczekiwań korekt zakresów MIS oraz pomysłów na realizację projektów innowacyjnych w obszarach niszowych.

Cyklicznie, zebrane w toku realizacji zadań oczekiwania interesariuszy zostaną przełożone na realistyczne, osadzone w kontekście operacyjnym, rekomendacje przekazane w postaci dokumentów o charakterze BTR (Business Technology Roadmap) stanowiące załączniki do niniejszego i kolejnych aneksów specjalizacyjnych.

METODOLOGIA BUSINESS TECHNOLOGY ROADMAP (BTR)

BTR, będąca rezultatem prac w ramach warsztatów Smart Lab, stanowi kluczowy instrument planowania w PPO. Dokument ten precyzuje zakres inicjatyw technologicznych, projektów oraz interwencji niezbędnych do realizacji celów strategicznych województwa. Jest to wizualna reprezentacja ścieżki rozwoju, ściśle skorelowana z RIS co umożliwia instytucjom zarządzającym efektywne planowanie i priorytetyzację wsparcia w przyjętej perspektywie finansowej. Tak opracowany BTR pełni rolę strategicznego drogowskazu, ułatwiając nawigację w złożonym ekosystemie regionalnych innowacji. Kluczowe elementy i działania tego cyklicznego procesu zestawiono w poniższej grafice:



METODOLOGIA WYWIADU POGŁĘBIONEGO (INDIVIDUAL IN-DEPTH INTERVIEW - IDI)

Indywidualne Wywiady Pogłębione (IDI) realizowane w ramach działań animacyjnych stanowią jakościową technikę badawczą, opierającą się na bezpośredniej, szczegółowej eksploracji perspektywy interesariuszy. W toku badania moderator prowadzi dialog w sposób elastyczny, koncentrując się na celach analitycznych, co pozwala na precyzyjne zidentyfikowanie opinii, preferencji oraz doświadczeń respondenta w badanym obszarze. Struktura procesu obejmuje zazwyczaj trzy fazy:

- wprowadzenie,
- zasadniczą część badawczą realizowaną w oparciu o scenariusz wywiadu,
- podsumowanie, służące weryfikacji kompletności wypowiedzi i zamknięciu procesu.

Narzędzie to służy pogłębieniu diagnozy zjawisk oraz uzupełnieniu profilu interesariuszy zdefiniowanych we wcześniejszych etapach analiz.

Zastosowanie wywiadów pogłębionych w procesie animacji, mimo swojej czasochłonności, generuje wysoką wartość dodaną. Do kluczowych atutów metody IDI należą:

- **Elastyczność organizacyjna** Możliwość dostosowania terminu oraz warunków przeprowadzenia wywiadu do indywidualnych preferencji interesariusza, co sprzyja efektywności procesu.
- **Potencjał eksploracyjny** Możliwość bieżącego modyfikowania ścieżki rozmowy i dopytywania o szczegóły, co pozwala na identyfikację nowych, nieprzewidzianych wcześniej wątków kluczowych dla celów badania.
- **Autonomiczność wypowiedzi** Eliminacja zjawiska konformizmu grupowego i wpływu innych uczestników na opinie respondenta, co gwarantuje większą autentyczność pozyskanych danych.
- **Otwartość w obszarach wrażliwych** Formuła "jeden na jeden", przy zachowaniu odpowiedniej relacji z badaczem, sprzyja poruszaniu tematów trudnych lub strategicznie wrażliwych, które nie zostałyby ujawnione na forum publicznym.

Fundamentem dla wypracowania adekwatnych tez i tematów, stanowiących podstawę budowy scenariuszy rozwoju i możliwych ścieżek współpracy w ramach MPS ZEP, jest rzetelna diagnoza otoczenia konkurencyjnego oraz makroekonomicznego tej domeny.

Niniejszy dokument stanowi syntezę prac eksperckich, zrealizowanych na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego.

Opracowanie podsumowuje działania podjęte w ramach animacji Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania, mające na celu wspieranie rozwoju inteligentnych specjalizacji regionalnych w obszarze szeroko rozumianej ZEP.

3. Charakterystyka Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”

Wobec dynamicznych zmian polityk klimatycznych, transformacji gospodarki Unii Europejskiej i rosnącej presji środowiskowej, zrównoważona energia oraz innowacyjne, niskoemisyjne technologie przemysłowe stają się fundamentem polityki rozwojowej – zarówno na poziomie międzynarodowym, krajowym, jak i regionalnym. Odpowiedzią na te wyzwania w regionie może stać się wzmacnianie lokalnego systemu innowacji w ramach MPS ZEP jako istotny instrument zwiększania poziomu współpracy między nauką, biznesem i administracją w kluczowych dla regionu dziedzinach.

Platforma w koncepcji ogólnej funkcjonuje jako kontynuacja i rozwinięcie wcześniejszej inteligentnej specjalizacji „Zrównoważona Energia”, która obejmowała m.in. odnawialne źródła energii, efektywność energetyczną, inteligentne systemy zarządzania energią, budownictwo energooszczędne i czysty inteligentny transport. Rozszerzenie Platformy o 13 nowych dziedzin z trzech obszarów technologicznych: chemii, produkcji metali i wyrobów z surowców mineralnych oraz elektrotechniki i przemysłu maszynowego rozszerzyło w sposób znaczący spektrum tematyczne i nadało Platformie bardziej kompleksowy charakter, obejmujący zarówno kluczowe obszary energetyczne, jak i przemysłowe. Rozszerzenie Platformy umożliwi jej skuteczniejsze wsparcie regionalnych łańcuchów wartości – od badań i projektowania, przez komponenty, po gotowe produkty i systemy – zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) i Przemysłu 4.0.

W skali UE, rozwój czystych źródeł energii i efektywności energetycznej uznawany jest za dwa wzajemnie uzupełniające się filary transformacji energetycznej. Ich równoległy rozwój jest warunkiem osiągnięcia celów klimatycznych, takich jak redukcja emisji gazów cieplarnianych, odchodzenie od paliw kopalnych i budowa niskoemisyjnego sektora przemysłowego. Wydajne gospodarowanie energią spowalnia wzrost zużycia, pozwalając na realne ograniczenie emisji dzięki zwiększonemu udziałowi źródeł odnawialnych. UE systematycznie aktualizuje ramy regulacyjne i wspiera inwestycje – publiczne i prywatne – które umożliwiają przejście do gospodarki zeroemisyjnej, stymulując innowacje, miejsca pracy i poprawę jakości życia. Jednocześnie promowana jest większa dostępność rozwiązań energetycznych, konkurencyjność cenowa, a także dywersyfikacja i rozproszenie źródeł energii, co ma kluczowe znaczenie dla zwiększenia bezpieczeństwa

energetycznego, ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w Europie oraz realizacji zobowiązań wynikających z porozumienia paryskiego.⁷

Małopolska od lat rozwija specjalizacje związane z zieloną transformacją energetyczną i przemysłową. MPS ZEP może wspierać skuteczne łączenie potencjału firm technologicznych, jednostek naukowych, startupów i jednostek samorządu terytorialnego, koncentrując się na takich priorytetach jak:

- czysta i lokalna energia,
- inteligentna energooszczędna architektura i transport,
- rozwój infrastruktury przemysłu niskoemisyjnego,

zrównoważone materiały i komponenty dla energetyki, przemysłu i mobilności.

Krajowe Inteligentne Specjalizacje (KIS)⁸ stanowią instrument ukierunkowania wsparcia dla działań badawczo-rozwojowych i innowacyjnych (B+R+I) w ramach polityki spójności Unii Europejskiej w perspektywie finansowej 2021–2027. Ich celem jest koncentrowanie inwestycji publicznych i prywatnych na obszarach o największym potencjale wzrostu wartości dodanej, konkurencyjności oraz umiędzynarodowienia gospodarki. KIS promują innowacje o wysokim znaczeniu transformacyjnym, prowadzące do unowocześnienia krajowych struktur gospodarczych, zróżnicowania sektora przemysłowego i zwiększenia efektywności zasobów – w tym energetycznych, surowcowych i materiałowych. Proces identyfikacji inteligentnych specjalizacji zarówno na poziomie kraju, jak i regionu jest dynamiczny, angażujący partnerów gospodarczych i naukowych, a także społeczeństwo obywatelskie w celu umożliwienia odkrywania tych dziedzin, w których identyfikuje się szansę na osiągnięcie przewag konkurencyjnych i wysokiej innowacyjności.

MPS ZEP rozwijana w ramach MIS, jest ściśle powiązana z celami i założeniami KIS. Jej zakres tematyczny – obejmujący zrównoważone systemy energetyczne, efektywność energetyczną, technologie wodorowe, inteligentne sieci, przemysł chemiczny, metalowy, elektrotechniczny i maszynowy – znajduje odzwierciedlenie w następujących krajowych specjalizacjach:

KIS 4. ZRÓWNOWAŻONA ENERGIA

Specjalizacja zrównoważona energia obejmuje obszary związane z wysokosprawnymi, niskoemisyjnymi i zintegrowanymi układami wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii cieplnej i elektrycznej oraz innowacyjnymi metodami pozyskiwania produktów energetycznych.

⁷ https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/energy_pl

⁸ <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/krajowe-inteligentne-specjalizacje>

Sektor energii zwany jest krwioobiegiem gospodarki i od jego kondycji zależy vitalność pozostałych sektorów z produkcją przemysłową na czele. Zagadnienia zawarte w KIS 4 odpowiadają zarówno charakterystyce polskiego sektora energii, jak i światowym trendom w zakresie transformacji energetyki w zakresie obniżania emisyjności. Szczególny nacisk położony został na technologie umożliwiające optymalne wykorzystanie lokalnego i regionalnego potencjału surowcowego oraz uwzględnia zasoby jakimi dysponujemy w Polsce. Działania realizowane w ramach specjalizacji mają przyczynić się do zwiększenia odporności systemu wytwórczego, wzrostu bezpieczeństwa energetycznego oraz rozwoju technologii GOZ w energetyce dzięki zastosowaniu technologii bezodpadowych lub wykorzystujących odpady do produkcji energii w zrównoważony sposób.

KIS 5. INTELIGENTNE BUDOWNICTWO ZEROEMISYJNE

Budownictwo jest podstawą cywilizacji przemysłowej, a w dobie katastrofy klimatycznej największą szansą i zagrożeniem dla zrównoważonego rozwoju społeczeństw - plus energetyczne i bazujące na zasobach odnawialnych budownictwo może ograniczyć skutki zmian klimatu. Zakres zmian w budownictwie konieczny do osiągnięcia celów klimatycznych jest ogromny. Od innowacyjności zastosowanych rozwiązań zależy społeczny koszt tej transformacji. Dodatkowo jest to wyzwanie ostatniego ćwierćwiecza, więc wchodzimy na nowy rynek jeszcze nie zdominowany przez światowe korporacje. Jego krajowa skala jest równocześnie tak duża, że interwencja we własne innowacyjne rozwiązania jest w pełni uzasadniona. Ponadto jest to wschodzący rynek globalny, na którym nikt nie ma istotnej przewagi doświadczenia, zatem będzie on chłonny na polskie konkurencyjne i skalowalne rozwiązania. W ramach specjalizacji planowany jest rozwój m.in. systemów projektowania zgodnych z zasadami EKOPROJEKTU, nowych materiałów budowlanych i technologii ich wytwarzania o najniższym śladzie ekologicznym w cyklu życia, technologii redukujących pracochłonność i ilość odpadów na placu budowy poprzez przenoszenia procesów budowy do fabryk Przemysłu 4.0 (prefabrykacja i budownictwo modułowe), technologii OZE w tym magazynów, ciepła, chłodu i energii elektrycznej zintegrowanych z budynkiem, energooszczędnych systemów HVAC i oświetlenia zasilanych OZE, zapewniających optymalny mikroklimat w pomieszczeniach co ma znaczący wpływ na stan zdrowia społeczeństwa, systemów gospodarki wodą zintegrowanych z budynkiem i zapewniających podaż wody do pielęgnacji zieleni i rolnictwa miejskiego, zintegrowanych, inteligentnych systemów informatycznych sterujących BACS, prowadzących do

oszczędności zasobów organizacji i środowiska, na różnych etapach cyklu życia obiektów budowlanych.

KIS 6. TRANSPORT PRZYJAZNY ŚRODOWISKU

Jednym z innowacyjnych obszarów jest rozwijany w Polsce przemysł o ugruntowanej pozycji w Europie i na świecie związany z rozwojem środków transportu w ramach przemysłu motoryzacyjnego, stoczniowego, lotniczego czy nawet kosmicznego. Przemysł wytwarzający środki transportu oraz ich komponenty zajmuje szczególne miejsce w gospodarce Polski ze względu na poziom powiązań w globalnych łańcuchach dostaw, zaawansowany poziom technologiczny oraz wysoką wartość eksportu. W ramach podjętych wyzwań zdefiniowano kluczowe zakresy związane z optymalizacją istniejących środków transportu poprzez zmniejszenie energochłonności, emisyjności czy poprawę ekonomiki oraz kwestii bezpieczeństwa. Kluczowym wydaje się rozwój proekologicznych rozwiązań skupiających się na zwiększonym wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii oraz nowych paliw, jak również poprawę procesów produkcyjnych i technologicznych z uwzględnieniem najwyższych standardów bezpieczeństwa. Istotne jest także rozwijanie najnowszych rozwiązań w systemach zarządzania transportem z wykorzystaniem inteligentnych i proekologicznych rozwiązań.

16

KIS 7. GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

GOZ to model gospodarczy, w którym – przy zachowaniu warunku wydajności – spełnione są następujące podstawowe założenia: wartość dodana surowców/zasobów, materiałów i produktów jest maksymalizowana lub ilość wytwarzanych odpadów jest minimalizowana, a powstające odpady są zagospodarowywane zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z odpadami (zapobieganie powstawaniu odpadów, przygotowywanie do ponownego użycia, recykling, inne sposoby odzysku, unieszkodliwienie). Krajowa Inteligentna Specjalizacja Gospodarka o Obiegu Zamkniętym (KIS GOZ) wskazuje preferencyjne obszary wsparcia innowacyjnych prac badawczych, rozwojowych i wdrożeniowych (B+R+W), związanych ze zrównoważonym zagospodarowaniem zasobów odnawialnych (woda, gleba) i nieodnawialnych (surowce mineralne: energetyczne, metaliczne, chemiczne, skalne oraz organiczne). Dotyczą one opracowania rozwiązań służących transformacji polskiej gospodarki w kierunku modelu GOZ poprzez wdrażanie idei eko- projektowania oraz koncepcji 6R. Przetwórstwo i produkcja wyrobów zgodnie z modelem GOZ zakłada zapobieganie powstawaniu emisji zanieczyszczeń, minimalizację zużycia zasobów i energii na każdym etapie procesu wytwarzania.

KIS 10. TECHNOLOGIE INFORMACYJNE, KOMUNIKACYJNE ORAZ GEOINFORMACYJNE

Specjalizacja obejmuje problematykę technologii, informacyjnych, komunikacyjnych oraz technologii geoinformacyjnych, zarówno jako elementów niezależnych jak i elementów powiązanych, prowadzących do opracowania innowacyjnych produktów, technologii, procesów lub istotne udoskonalenie istniejących. Należy mieć jednak na uwadze potencjał wynikający z łączenia tych zakresów badań i wdrożeń. Szczególnie ważnym elementem jest wykorzystanie i rozwijanie sztucznej inteligencji, technologii VR/AR/XR oraz rozwiązań opartych o modele cyfrowe tzw. Digital Twin.

Powyższe KIS wskazują na kluczowe kierunki rozwoju technologicznego i gospodarczego, które są w pełni zgodne z zakresem tematycznym MPS ZEP. Szczególne znaczenie w tym kontekście ma zbieżność celów w obszarze efektywności energetycznej, która – jako pojęcie „parasolowe” – łączy działania w zakresie odnawialnych źródeł energii, budownictwa niskoenergetycznego, inteligentnych miast i zarządzania energią.

Efektywność energetyczna pełni w tym ujęciu rolę wspólnego mianownika, integrującego różne komponenty transformacji energetyczno-przemysłowej. Jej komunikacyjna nośność sprawia, że może skutecznie promować podejmowanie działań w formule interdyscyplinarnej, w tym m.in. w ramach konkursów i instrumentów wsparcia B+R+I. Jednocześnie, aby była operacyjnie użyteczna, wymaga doprecyzowania – poprzez określenie konkretnych obszarów zastosowań (np. sektorów przemysłu, komponentów systemów energetycznych, typów budynków czy technologii wytwarzania).

W ramach Platformy, efektywność energetyczna realizowana jest zarówno w wymiarze technologicznym (optymalizacja procesów, zarządzanie energią, cyfryzacja sieci), jak i materiałowym (nowoczesne komponenty, chemia przemysłowa, energooszczędne konstrukcje). Tym samym stanowi ona element spajający poszczególne domeny specjalizacji, a jednocześnie kluczowy punkt styku z polityką krajową i europejską w zakresie transformacji energetycznej i przemysłowej.

Potencjał innowacyjny oraz skala aktywności małopolskich przedsiębiorstw działających w ramach specjalizacji ZEP charakteryzują się dużą różnorodnością – zarówno pod względem specjalizacji branżowej, jak i poziomu zaawansowania technologicznego. W regionie funkcjonuje szereg podmiotów wykazujących wysoką specjalizację, doświadczenie

eksportowe oraz kompetencje badawczo-rozwojowe w obszarach energetyki odnawialnej, materiałów energooszczędnych, przemysłu chemicznego, metalurgii oraz elektrotechniki i konstrukcji maszyn.

W segmencie energii odnawialnej i instalacji OZE istotną rozpoznawalność zyskały takie firmy jak: Columbus Energy S.A., PV Instalator Polska Grupa PVGE Sp. z o.o., Vatra S.A., PV Energia Polska, LMV Group Sp. z o.o., Senco, Eksploterm, Womar, Farmy Fotowoltaiki Polska S.A. (notowana na NewConnect).

W zakresie budownictwa energooszczędnego, materiałów termoizolacyjnych i inteligentnych systemów instalacyjnych, wyróżniają się m.in.: Fakro, Bruk-Bet, Synthos, Austrotherm, Termo Organika, Blachprofil 2, Oknoplast, deweloperzy i wykonawcy tacy jak Wawel Service, Łęgprzem, Janex.

W obszarze przemysłu chemicznego, metalurgii i komponentów przemysłowych zlokalizowane są w Małopolsce podmioty o kluczowym znaczeniu krajowym, m.in.:

Grupa Azoty S.A. – Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach, Synthos Dwory, ZGH Bolesław, Metalpol Węgierska Górka, Nowy Styl Sp. z o.o. (komponenty przemysłowe), Grupa Kęty S.A., Fabryka Maszyn i Urządzeń OMAG Sp. z o.o.

Sektor elektrotechniki i przemysłu maszynowego reprezentują również wyspecjalizowani producenci komponentów, tacy jak: Tele-Fonika Kable S.A., Aparator Powogaz S.A., ELEKTROBUDOWA S.A., Maspex Wadowice (systemy zautomatyzowanego przetwórstwa i pakowania).

Silnym uzupełnieniem potencjału przedsiębiorstw jest rozbudowane zaplecze naukowe, obejmujące m.in.: Centrum Energetyki AGH, Centrum Zrównoważonego Rozwoju i Poszanowania Energii AGH w Miękinii, Małopolskie Centrum Budownictwa Energooszczędnego Politechniki Krakowskiej, Centrum Zrównoważonej Gospodarki Surowcami i Energią IGSMiE PAN, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Krakowski Park Technologiczny i jego akceleratory (np. Space3ac Green Energy).

Równolegle rozwija się środowisko przedsiębiorczości akademickiej oraz startupów energetyczno-przemysłowych, m.in. w ramach ekosystemu AGH, PK, UJ, UR, InnoAGH i Centrum Transferu Technologii PK, czy Kraków Miastem Startupów.

Główną uczelnianą jednostką wspierającą komercjalizację badań jest Centrum Współpracy i Transferu Technologii AGH (CTT AGH), które promuje ofertę badawczą AGH, chroni własność intelektualną i wspiera sprzedaż patentów/licencji. Bezpośrednie wsparcie dla inkubacji spin-offów zapewnia Krakowskie Centrum Innowacyjnych Technologii INNOAGH Sp. z

o.o. (spółka celowa AGH), działające od 2010 r. W ramach Akademii AGH realizowany jest m.in. program „Idea WARM-UP” (2025) wspierający formułowanie pomysłów oraz program preakceleratoryczny „STARTER” (2025). INNOAGH współtworzy także projekty międzynarodowe – np. projekt ETEIA (*Energy Transition Entrepreneurs in Action*) wspierającego przedsiębiorczość w energetyce odnawialnej. Uczelnia realizuje liczne projekty transferu technologii, a AGH i INNOAGH są partnerami strategicznego projektu „Science4Business – Nauka dla Biznesu” (2024–2029, Program Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021–2027), w ramach którego zadanie „Inkubator Rozwoju” łączy prace badawcze z komercjalizacji. Dzięki temu AGH i jej spółki celowe otrzymały wsparcie na pracę brokerów technologii, badania przemysłowe i rozwój spin-offów do 2029 r. (budżet konsorcjum ok. 296,7 mln zł). Krakowski Park Technologiczny (KPT) również współfinansuje inkubację (jako udziałowiec Funduszu Założkowego KPT wspiera startupy AGH), a od 2024 r. AGH wraz z KPT prowadzą polski oddział akceleratora innowacji obronnych NATO – *DIANA Accelerator*, obejmującego m.in. technologie energetyczne i materiałowe.

Centrum Transferu Technologii PK (CTT PK) działa od 1997 r. i łączy biznes z nauką, wspierając komercjalizację prac badawczych PK (udziela licencji, pomaga w patentowaniu, wspiera udział w programach UE i szkolenia). Spółką celową uczelni jest INTECH PK Sp. z o.o., odpowiedzialna za przygotowanie modeli biznesowych i zakładanie spółek spin-off (pełni rolę pośrednika biznesowego) Obecnie PK uczestniczy w projekcie „Science4Business – Nauka dla Biznesu” (zad.1 „Inkubator Rozwoju”, początek 2024), który da uczelni ok. 3 mln zł (wkład UE) na mapowanie potencjału badawczego, marketing technologii, wdrażanie projektów B+R i wspieranie nowych spin-offów w latach 2024–2029.

Technologiami i startupami UR zajmuje się Centrum Transferu Technologii UR oraz Centrum Innowacji UR w Krakowie sp. z o.o. Spółka wspiera komercjalizację wyników badań UR, zwłaszcza w dziedzinach nowych technologii rolnictwa, dronów, elektromobilności, czystej energetyki i przetwarzania surowców. UR również włączył się do projektu *Science4Business* (Zad.1 Inkubator Rozwoju); spółka UR otrzymała wsparcie na działania brokerskie i komercjalizacyjne.

Wszystkie trzy uczelnie uczestniczą w szerokim ekosystemie wspierania innowacji: współpracują z regionalnymi klastrami, inkubatorami oraz instytucjami otoczenia biznesu. Na arenie międzynarodowej uczelnie aplikują do programów ramowych – wspomniana inicjatywa *Science4Business* (Program Fundusze Europejskie

dla Nowoczesnej Gospodarki 2021–2027) oraz programy EIT (jak ETEIA dla uczelni energetycznych) czy Horyzont Europa.

Klaster stanowią istotny element ekosystemu specjalizacji ZEP, wspierając współpracę między przedsiębiorstwami, jednostkami naukowymi oraz instytucjami otoczenia biznesu.

Klaster Zrównoważona Infrastruktura, uznany za Krajowy Klaster Kluczowy od 2016 r., zrzesza ponad 160 podmiotów, w tym czołowe małopolskie uczelnie (AGH, PK, UJ, UR) oraz instytuty naukowe (PAN, Łukasiewicz – ICiMB, KIT). Specjalizuje się w promowaniu i wdrażaniu energooszczędnych technologii budowlanych, prowadzi działania badawcze i szkoleniowe, a także zrealizował pokazowy kompleks budynków zeroenergetycznych w Kokotowie k. Krakowa. Polski Klaster Technologii Kompozytowych, również posiadający status KKK, koncentruje się m.in. na zastosowaniach materiałów kompozytowych i rozwoju technologii wodorowych. Zrzesza ponad 140 członków z sektora przemysłu, nauki i otoczenia innowacji. South Poland Cleantech Cluster aktywnie promuje zielony rozwój i innowacje środowiskowe w regionie. Wspiera startupy i MŚP, organizując warsztaty, szkolenia oraz projekty z zakresu efektywności energetycznej i gospodarki o obiegu zamkniętym. Klaster Technologii Informacyjnych w Budownictwie (Klaster BIM) integruje przedsiębiorstwa z branży budowlanej i ICT, wspierając cyfryzację procesów projektowych oraz rozwój inteligentnego budownictwa. Odgrywa istotną rolę na styku specjalizacji RIS2 (Energia zrównoważona) i RIS3 (Technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT)).

3.1. Definicja domen Platformy „Zrównoważona Energia i Przemysł” w oparciu o model Małopolskich Platform Specjalizacyjnych

Zgodnie z zapisami zawartymi w dokumencie „Uszczegółowienie opisu regionalnych inteligentnych specjalizacji określonych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030”, zaproponowane domeny dla Platformy ZEP obejmują kompleks działań służących przejściu do gospodarki niskoemisyjnej i efektywnej zasobowo. Jej trzonem pozostaje dążenie do uzyskania zerowego, a w dalszej perspektywie dodatniego, bilansu energetycznego – opartego na OZE i zwiększaniu efektywności w jej wykorzystaniu. Wspierane działania mają stymulować rozwój nowoczesnych technologii energetycznych oraz przemysłowych w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Obok obszarów bazowych – takich jak efektywność energetyczna, OZE, inteligentne sieci przesyłowe, technologie konwersji i magazynowania energii czy zrównoważone

budownictwo i transport – specjalizacja została znacząco rozszerzona o nowe domeny technologiczne i przemysłowe. Włączono m.in. obszary:

- Chemii przemysłowej i budowlanej, w tym chemicznych technologii konwersji energii, gospodarki odpadami i recyklingu surowców chemicznych,
- Produkcji metali i wyrobów metalowych, w tym zaawansowanych technologii ograniczających ślad węglowy, materiałów z recyklingu i efektywnej energetycznie obróbki materiałowej,
- Elektrotechniki i przemysłu maszynowego, obejmujących elektroenergetykę, komponenty energooszczędne oraz rozwiązania konstrukcyjne zmniejszające zużycie energii na etapie eksploatacji.

21

Zintegrowane podejście do projektowania, produkcji i eksploatacji obejmuje zatem nie tylko systemy pozyskiwania energii, ale również ich zastosowanie w nowoczesnym, niskoemisyjnym przemyśle oraz szeroko rozumianej infrastrukturze energetycznej. Choć głównym celem pozostaje pełne oparcie systemów energetycznych na źródłach odnawialnych, w perspektywie transformacyjnej przewidziano także działania pomostowe – łączące technologie tradycyjne i nowoczesne w sposób kontrolowany i zorientowany na redukcję śladu węglowego. W tym kontekście technologie hybrydowe, materiały niskoemisyjne, energooszczędne komponenty przemysłowe czy zaawansowane procesy chemiczne stanowią ważne ogniwa tego procesu. ZEP to zatem nie tylko sektor energetyki sensu stricto, ale także nowy paradygmat myślenia o projektowaniu, produkcji, użytkowaniu i gospodarowaniu zasobami. Jej wdrażanie obejmuje kluczowe sektory, takie jak transport, budownictwo, przemysł wytwórczy, chłodnictwo, teleinformatyka czy gospodarka odpadami. Kluczowe obszary zastosowania to m.in. systemy ogrzewania i wentylacji, oświetlenie, konwersja i magazynowanie energii, a także komponenty infrastrukturalne wspierające inteligentne miasta i Przemysł 4.0

Poniższy opis prezentuje aktualną strukturę i definicje szczegółowych obszarów specjalizacji w Platformie ZEP w Małopolsce, ujętej w „Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030” oraz w opracowaniu „Platformy Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji - Założenia i model procesu przedsiębiorczego odkrywania na potrzeby wdrażania Regionalnej Strategii Innowacji Małopolska 2030”. MPS ZEP obejmuje 19 właściwych dziedzin, łącznie charakteryzujących całą Platformę w jej aktualnie zdefiniowanej strukturze:

Dziedziny specjalizacji	Rozumienie dziedzin (cele ogólne)
Małopolska Inteligentna Specjalizacja – Zrównoważona Energia	
[1] Procesy badawcze, technologiczne oraz projektowanie urządzeń i systemów do analizowania charakterystyk źródeł energii	Prowadzenie badań, pomiarów natury źródeł i ich charakteru, a w szczególności częstości, natężenia i mocy oraz rozwój wszelkich systemów i urządzeń pomiarowych.
[2] Wytwarzanie, transformacja energii bazujące na „czystych” źródłach odnawialnych i nowoczesnym wykorzystaniu tradycyjnych źródeł energii	Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych, tradycyjnych i jej transformacja (konwersja) w inne rodzaje, przy użyciu nowoczesnych technologii.
[3] Dystrybucja energii wraz z jej efektami konwersji	Przesyłanie wszelkich rodzajów energii w sposób maksymalnie efektywny wraz z jej konwersją na formy i cele użytkowe.
[4] Inteligentne sieci lub narzędzia IT	Nadzór techniczny, kontrola jakości, produkcja i modelowanie popytu oraz podaży dla uzyskania bezpieczeństwa i równowagi w systemie energetycznym.
[5] Energooszczędne inteligentne budynki (Smart Home), miasta (Smart City), inne obszary zasiedlone	Efektywność energetyczna w zakresie funkcjonowania miast i innych obszarów zasiedlonych, w tym działania edukacyjne w zakresie efektywności energetycznej i jej poszanowania.
[6] Oszczędny i inteligentny - efektywny transport	Zmniejszenie zużycia energii i emisji poprzez działania logistyczne oraz modernizację wszelkich form transportu w kierunku jego efektywnego wykorzystywania.
Małopolska Inteligentna Specjalizacja – Chemia	
[7] Chemiczne technologie konwersji i magazynowania energii	Technologie konwersji i magazynowania energii. Modelowanie, synteza, recykling chemiczny oraz metody charakterystyki materiałów i komponentów używanych do konstrukcji urządzeń do magazynowania oraz konwersji energii.
[8] Chemia przemysłowa i budowlana	Zastosowanie procesów technologicznych dla otrzymania innowacyjnych produktów i komponentów chemii przemysłowej lub budowlanej.
[9] Przetwórstwo ropy naftowej i surowców odnawialnych	Projektowanie i zastosowanie procesów technologicznych dla otrzymania produktów i komponentów różnych gałęzi przemysłu stosując jako surowiec ropę naftową, jej pochodne lub zamienniki, w tym zamienniki ze źródeł odnawialnych
[10] Zastosowanie chemicznych procesów	Zastosowanie chemicznych metod mających na celu ograniczenie ilości generowanych odpadów w gospodarce, na przykład w przemyśle, a

technologicznych w gospodarce odpadami	także maksymalizacja stopnia i efektywności metod przetwarzania, odzysku lub utylizacji odpadów
[11] Zastosowanie procesów chemicznych w nowoczesnym przemyśle	Poprawa użytecznych właściwości fizycznych, chemicznych i fizykochemicznych, materiałów, komponentów, części oraz parametrów użytkowych stosowanych w nowoczesnym przemyśle w celu uzyskiwania wyższej jakości, trwałości lub lepszej efektywności energetycznej procesów i produktów gotowych, z procesami ich utylizacji, biodegradacji lub recyklingu włącznie
Małopolska Inteligentna Specjalizacja – Produkcja metali i wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych	
[12] Efektywna produkcja metali na bazie mineralnych surowców metalicznych, surowców wtórnych lub odpadów	Modernizacja dotychczasowych procesów oraz zastosowanie metod wytwarzania metali celem uzyskania maksymalnej efektywności energetycznej, zmniejszenia emisji gazów szkodliwych oraz produktów ubocznych
[13] Produkcja innowacyjnych wyrobów na bazie mineralnych surowców niemetalicznych, surowców wtórnych lub odpadów	Projektowanie i wdrażanie nowoczesnych, a także modernizacja dotychczasowych procesów, metod wytwarzania wyrobów na bazie mineralnych surowców niemetalicznych, surowców wtórnych lub odpadów, celem uzyskania maksymalnej efektywności energetycznej, zmniejszenia emisji gazów szkodliwych oraz innych produktów ubocznych
[14] Produkcja wyrobów metalowych na potrzeby gospodarki niskoemisyjnej	Produkcja wyrobów metalowych, których stosowanie przyczynia się do rozwoju OZE oraz zwiększenia krajowego potencjału w zakresie produkcji części i podzespołów np. do samochodów z napędem elektrycznym
[15] Metody ograniczania ilości odpadów produkcyjnych oraz maksymalizacja ich wykorzystania, w tym wykorzystanie odpadów ze źródeł antropogenicznych	Opracowanie procedur i ich wdrożenie w zakresie efektywnego wykorzystania surowców i materiałów produkcyjnych w celu ograniczenia ilości produkowanych odpadów. Efektywne metody wykorzystania odpadów, w tym w szczególności opracowanie zestawu technologii, procedur, zasad postępowania związanych ze sprawnym wdrażaniem i prowadzeniem procesu odzyskiwania metali lub mineralnych surowców niemetalicznych ze źródeł antropogenicznych
[16] Zastosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych w celu zmniejszenia śladu	Opracowanie założeń dotyczących technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych mających na celu zmniejszenie śladu węglowego procesów produkcyjnych oraz ich wdrożenie w procesach produkcyjnych

węglowego procesów produkcyjnych	
Małopolska Inteligentna Specjalizacja - elektrotechnika i przemysł maszynowy	
[17] Elektroenergetyka	Projektowanie, wykonawstwo i eksploatacja urządzeń oraz systemów elektroenergetycznych ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnej automatyki zabezpieczeniowej i regulacyjnej, komputerowych systemów sterowania i telekomunikacji oraz aparatów i układów elektroenergetycznych w celu zapewnienia wszelkim odbiorcom ciągłego, niezawodnego i efektywnego dopływu energii elektrycznej wysokiej jakości
[18] Technika wysokich napięć i kompatybilność elektromagnetyczna	Projektowanie systemu przesyłu energii z uwzględnieniem kompatybilności elektromagnetycznej i systemów antenowych, telekomunikacyjnych w tym na potrzeby Internetu rzeczy (IoT), a także przetwarzanie sygnałów dynamicznych w systemach o losowej strukturze, nawigacyjnych i radarowych oraz analiza narażeń impulsowych (przebieg i piorunów) systemów teleinformatycznych i sterujących
[19] Zastosowanie nowatorskich metod konstrukcji pojazdów, maszyn i urządzeń oraz innowacyjnych komponentów, w celu zmniejszenia śladu węglowego w procesach ich produkcji i parametrów ich eksploatacji	Opracowanie technologii oraz projektowanie konkretnych urządzeń i elementów konstrukcyjnych z dbałością o ich atrakcyjne parametry wytrzymałościowe przeciwko przewymiarowaniom, materiałochłonności i energochłonności oraz poziomowi śladu węglowego w procesach ich wytwarzania i ich eksploatacji.

3.2. Obszary inteligentnych specjalizacji w Małopolskiej Platformie Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł” na podstawie RSI WM 2030

MPS ZEP obejmuje szeroki zakres tematyczny, który łączy pierwotne obszary związane z OZE, efektywnością energetyczną i niskoemisyjnymi technologiami z nowymi domenami przemysłowymi w obszarze chemii, produkcji metali oraz elektrotechniki i przemysłu maszynowego. Wspólnym mianownikiem tych dziedzin jest rozwój rozwiązań zwiększających efektywność zasobową, zmniejszających ślad środowiskowy procesów przemysłowych oraz wspierających transformację

energetyczną w kierunku gospodarki niskoemisyjnej i o obiegu zamkniętym.

Zgodnie z kierunkami wyznaczonymi w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 (RSI WM 2030), specjalizacja ta obejmuje działania w obszarze wysokosprawnych, zintegrowanych lokalnych/regionalnych systemów wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii cieplnej i elektrycznej, innowacyjnych rozwiązań w zakresie konwersji i magazynowania energii, a także inteligentnych systemów zarządzania i dystrybucji. Uwzględnia również rosnącą rolę nowych materiałów, technologii wodorowych, procesów chemicznych, rozwiązań Przemysłu 4.0 oraz digitalizacji procesów przemysłowych.

Sektor energii – jako krwioobieg nowoczesnej gospodarki – silnie oddziałuje na pozostałe branże, w szczególności przemysł wytwórczy. W tym kontekście małopolskie specjalizacje wspierają wykorzystanie lokalnych zasobów surowcowych, rozwój bezodpadowych procesów technologicznych oraz wdrażanie rozwiązań GOZ w energetyce i przemyśle. Celem podejmowanych działań jest wzrost odporności regionalnego systemu produkcji i dostaw energii, zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego oraz promocja rozwiązań o wysokim potencjale komercjalizacyjnym i eksportowym – istotnych z punktu widzenia zielonej i cyfrowej transformacji regionu.

Opis obszarów należących do inteligentnych specjalizacji ujętych w Platformie ZEP został zawarty w dokumencie pt. „*Małopolskie Inteligentne Specjalizacje (MIS) - Uszczegółowienie opisu Regionalnych Inteligentnych Specjalizacji określonych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 - Załącznik nr 1 do Uchwały nr 932/23 Zarządu Województwa Małopolskiego z dnia 23.05.2023 r.*”

Obszary specjalizacji	Cele szczegółowe – przykładowe typy projektów
Małopolska Inteligentna Specjalizacja – Zrównoważona Energia	
[1] Procesy badawcze, technologiczne oraz projektowanie urządzeń i systemów do analizowania charakterystyk źródeł energii	a) Rozwijanie urządzeń do rejestracji wyników badań, pomiarów temperatury powietrza, wody i gruntów, a w szczególności jej amplitudy, częstotliwości i dynamiki zmian. b) Rozwijanie urządzeń do badań i pomiarów kierunków, prędkości, częstotliwości, dynamiki zmian wiatru, a także liczby dni wietrznych. c) Realizacja badań i pomiarów opadów, a w szczególności ich rodzajów, dynamiki, gwałtowności w jednostce czasu i intensywności. d) Realizacja badań i pomiarów promieniowania słonecznego, w tym okresowe występowanie i liczba dni słonecznych, jakość natężenia oraz stopienia UV.

	<p>e) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów antycypujących i prognozujących stany wodne oraz generujących informacje alarmujące i zakazujące zrzutów.</p> <p>f) Tworzenie rozwiązań w zakresie map i aplikacji obrazujących potencjalne lokalizacje farm wiatrowych, ze względu na warunki i usytuowanie sieci, odbiorców i magazynów.</p> <p>g) Tworzenie rozwiązań w zakresie map i aplikacji obrazujących potencjalne lokalizacje farm fotowoltaicznych, ze względu na warunki i usytuowanie sieci, odbiorców i magazynów.</p>
<p>[2] Wytwarzanie, transformacja energii bazujące na „czystych” źródłach odnawialnych i nowoczesnym wykorzystaniu tradycyjnych źródeł energii</p>	<p>a) Realizacja działań mających na celu rozszerzenie zastosowania cieplnych kolektorów słonecznych w budownictwie mieszkaniowym i przemyśle.</p> <p>b) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych technologii solarnych umożliwiających wytwarzanie ciepła lub energii elektrycznej oraz poprawiających sprawność wytwarzania.</p> <p>c) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych technologii wykorzystujących tradycyjne źródła energetyczne.</p> <p>d) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych, wysokosprawnych technologii wytwarzania energii elektrycznej z energii wiatru.</p> <p>e) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych technologii umożliwiających wykorzystywanie energii wody oraz poprawę sprawności w układach konwersji energii wody na energię elektryczną.</p> <p>f) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w obszarze innowacyjnych konstrukcji silników i turbin wiatrowych.</p> <p>g) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w obszarze pomp i wymienników ciepła, a także geotermicznych innowacyjnych technologii produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu w oparciu o geotermię.</p> <p>h) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie generatorów napędzanych paliwami pochodzącymi z przetworzenia biomasy.</p> <p>i) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie generatorów napędzanych paliwami z tradycyjnych źródeł energetycznych.</p> <p>j) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie generatorów napędzanych wodorem.</p>
<p>[3] Dystrybucja energii wraz z jej efektami konwersji</p>	<p>a) Projektowanie wysokoefektywnych systemów przesyłu energii elektrycznej przewodowo (transformowanie) oraz technologii poprawiających przewodnictwo lub wykorzystujące efekty nadprzewodnictwa.</p> <p>b) Tworzenie rozwiązań w zakresie napędzania pojazdów przez linie napowietrzne i pantografy (On-Off).</p> <p>c) Projektowanie wysokoefektywnych systemów przekazywania energii elektrycznej bezprzewodowo, indukcyjne napędzanie pojazdów śródmiejskich i podpowierzchniowe okablowanie.</p> <p>d) Tworzenie rozwiązań w zakresie konwersji substratów opartych na biomacie w chemikalia.</p> <p>e) Projektowanie bezprzewodowego wykorzystania rezonansu elektromagnetycznego.</p>

	<p>f) Tworzenie rozwiązań w zakresie wysokoefektywnych systemów przekazywania energii cieplnej.</p> <p>g) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów izolacji rekuperacji i transformacji w celu zmniejszenia strat.</p> <p>h) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów przekazywania energii kinetycznej.</p> <p>i) Tworzenie rozwiązań w zakresie przechowywania i transportu wodoru.</p>
<p>[4] Inteligentne sieci lub narzędzia IT</p>	<p>a) Tworzenie rozwiązań w zakresie ograniczania nadmiernego zużycia, umożliwiających szybkie wykrycie awarii sieci gazowej oraz umożliwiających optymalizację systemów gazu i elektryczności w czasie rzeczywistym i zapewniających łatwość dołączenia i odłączenia nowych źródeł gazu.</p> <p>b) Rozwiązania w zakresie smart Grid jako narzędzi umożliwiających efektywne zarządzanie (inteligentne rozdzielanie oraz rozliczanie energii), wybiórcze zasilanie odbiorników i ich komunikację.</p>
<p>[5] Energooszczędne inteligentne budynki (Smart Home), miasta (Smart City), inne obszary zasiedlone</p>	<p>a) Tworzenie rozwiązań w zakresie budownictwa energooszczędnego, w tym domów pasywnych.</p> <p>b) Popularyzowanie i rozwijanie idei Smart Home, jako działań optymalizujących wykorzystanie energii.</p> <p>c) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych materiałów i technologii energooszczędnych w budownictwie, w tym innowacyjne materiały i technologie wykorzystywane do rewitalizacji oraz termomodernizacji.</p> <p>d) Wdrażanie innowacyjnych metod i narzędzi oceny jakości wykonanych robót oraz zużycia energii budynków.</p> <p>e) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów sterowania natężeniem oświetlenia oraz lokalne systemy inteligentnego nisko energetycznego oświetlenia.</p> <p>f) Tworzenie rozwiązań w zakresie wdrażania systemów Smart Office.</p> <p>g) Tworzenie rozwiązań w zakresie wdrażania systemów Smart Clinic.</p> <p>h) Tworzenie rozwiązań w zakresie ciepła systemowego do produkcji chłodu.</p> <p>i) Tworzenie rozwiązań w zakresie wdrażania systemów wykorzystujących infrastrukturę oświetleniową do nowych funkcji.</p> <p>j) Tworzenie rozwiązań w zakresie inteligentnych i zrównoważonych systemów gospodarki wodnej i wodno-ściekowej.</p>
<p>[6] Oszczędny i inteligentny - efektywny transport</p>	<p>a) Adaptacja e-pojazdów i pojazdów hybrydowych do poziomu pojazdów „solarnych”.</p> <p>b) Zintegrowany transport miejski powiązany przez HUBy Park&Ride wraz z infrastrukturą rowerową, hulajnogami elektrycznymi.</p> <p>c) Rozwój i wdrażanie systemów wspierających Car-sharing.</p> <p>d) Niskoemisyjny i zeroemisyjny tabor oraz pojazdy i systemy wykorzystujące zmniejszony opór powietrza.</p> <p>e) Rozwój i wdrażanie systemów logistyki dla efektywnego zarządzania i nawigowania transportem ciężkim.</p>

	<p>f) Rozwój sektora e-commerce usług kurierskich opartych o niskoemisyjny i zeroemisyjny transport oraz paczkomaty.</p> <p>g) Rozwój i wdrażanie systemów rozwiązań chmurowych pozwalających na regionalne działania w zakresie dynamicznej polityki parkingowej oraz wysyłanie indywidualnych propozycji sposobu optymalnego podróżowania.</p> <p>h) Inteligentne systemy transportowe.</p>
<p>Małopolska Inteligentna Specjalizacja – Chemia</p>	
<p>[7] Chemiczne technologie konwersji i magazynowania energii</p>	<p>a) Technologie oraz instalacje dla realizacji zoptymalizowanych procesów „ekologicznego” (czystego) przetwarzania odpadów przemysłowych i komunalnych w paliwa służące celom energetycznym.</p> <p>b) Innowacyjne systemy do wytwarzania energii elektrycznej (także w skojarzeniu) z wykorzystaniem węglowodorów odpadowych (waste hydrocarbons) oraz wodoru będącego produktem ubocznym (byproduct hydrogen) w procesach technologicznych.</p> <p>c) Zaawansowane technologie do pirolizy i zgazowania różnych surowców oraz oczyszczania i uszlachetniania wytworzonych gazów, pozwalające na bezpośrednie generowanie energii elektrycznej, z zachowaniem redukcji emisji i zagospodarowanie związków szkodliwych uwalnianych w procesach.</p> <p>d) Technologie poprawy jakości i konwersji biomasy lub odpadów do paliw o parametrach umożliwiającym bezpieczne zastosowanie w obecnie produkowanych jednostkach wytwórczych, a także technologie, pozwalające na efektywną obróbkę wstępną biomasy, która intensyfikuje metody otrzymywania biopaliw ciekłych oraz biopłynów do zastosowań stacjonarnych.</p> <p>e) Procesy wytwarzania płynnych (ciekłych i gazowych, w tym biowodoru) paliw alternatywnych biopaliw i biokomponentów ciekłych, do celów energetycznych z wybranych odpadów lub innych niezagospodarowanych materiałów, jako surowca – procesy WtL („waste to liquid”).</p> <p>f) Procesy konwersji energii słonecznej w chemiczną oraz w ogniwach tandemowych, w układzie hybrydowym, zamianę energii słonecznej na energię reakcji chemicznej (ogniwa PEC) oraz na energię elektryczną (ogniwa słoneczne)</p> <p>g) Technologie budowy wielkoformatowych organicznych ogniw FV, z zastosowaniem elastycznych termogeneratorów, przetworników piezoelektrycznych, super-kondensatorów, akumulatorów, polimerowych a także ogniw barwnikowych (dye-sensitized solar cells) oraz aplikacji i produkcji perowskitów.</p> <p>h) Technologie wytwarzania energii elektrycznej w układach hybrydowych z użyciem ogniw paliwowych, do zastosowań mobilnych lub stacjonarnych.</p> <p>i) Technologie projektowania i wytwarzania nowatorskich i wydajnych materiałów elektrodowych do magazynowania jonów w ogniwach baterii i magazynów energii.</p>

<p>[8] Chemia przemysłowa i budowlana</p>	<p>a) Innowacyjne technologie produkcji materiałów dla budownictwa, w tym stosowanych do mocowania elementów, spajania i spoinowania wyrobów budowlanych oraz poprawy własności izolacyjnych, dekoracyjnych oraz walorów estetycznych.</p> <p>b) Materiały o podwyższonych parametrach w szczególności: konstrukcyjnych, izolacyjnych, o podwyższonej odporności na procesy starzenia, paro-przepuszczalnych, o niskiej energii wbudowanej, o wysokiej odporności ogniowej, o niskiej emisyjności, termo-refleksyjnych i technologie ich wytwarzania.</p> <p>c) Materiały i technologie wytwarzania powłok utrudniających rozwój grzybów, bakterii i alg, inne innowacyjne materiały przezroczyste i technologie ich wytwarzania.</p> <p>d) Innowacyjne procesy chemiczne i procesowo zmodyfikowane produkty w przemyśle.</p> <p>e) Innowacyjne procesy przetwarzania i wytwarzania włókien sztucznych i syntetycznych.</p> <p>f) Innowacyjne technologie i komponenty do wytwarzania farb, lakierów, mas uszczelniających oraz innych powłok budowlanych (takich jak tynki, gipsy, masy szpachlowe), gruntów i rozpuszczalników.</p> <p>g) Innowacyjne materiały do produkcji środków czystości i chemii gospodarczej.</p> <p>h) Innowacyjne technologie i produkcja komponentów dla przemysłu.</p> <p>i) Innowacyjne materiały dla budownictwa z zastosowaniem odpadów z różnych gałęzi przemysłu.</p>
<p>[9] Przetwórstwo ropy naftowej i surowców odnawialnych</p>	<p>a) Techniki intensyfikacji produkcji (metody wtórne i trzecie: zatłaczanie wody, środków powierzchniowo czynnych, CO₂, metody mikrobiologiczne i chemiczne).</p> <p>b) Techniki i technologie pozwalające na optymalizację konwersji przetwarzanej ropy naftowej (dla przemysłu tworzyw sztucznych) oraz maksymalizację efektywności w zakresie otrzymywania produktów czystych, o minimalnym śladzie węglowym.</p> <p>c) Techniki i technologie optymalizujące zagospodarowanie produktów ubocznych i odpadów z przerobu ropy naftowej.</p> <p>d) Materiały i technologie do budowy, naprawy i zabezpieczenia (powłokowego, chemoodpornego) infrastruktury przemysłowej do produkcji / przerobu i przechowywania ropy naftowej i produktów ropopochodnych.</p> <p>e) Technologie i materiały optymalizujące procesy energetyczne (możliwość funkcjonowania procesów w obszarach wysokich temperatur i ciśnień) minimalizujące straty procesowe, pozwalające na lepsze uzyski.</p> <p>f) Technologie wykorzystania gazu ziemnego w procesach przerobu ropy naftowej (w tym produkcji wodoru).</p> <p>g) Technologie produkcji substytutów środków smarnych oraz ich produkcji z ropopochodnych odpadów przemysłowych.</p>

	<p>h) Innowacyjne procesy katalityczne dla poprawy efektywności procesów przerobu składników ropy, w tym w kierunku wysoko przetworzonych chemikaliów.</p> <p>i) Innowacyjne technologie wytwarzania i uzdatniania wysokiej jakości materiałów napędowych.</p> <p>j) Technologie wytwarzania i wykorzystania biogazu do produkcji paliw ciekłych lub surowców dla przemysłu tworzyw sztucznych</p>
<p>[10] Zastosowanie chemicznych procesów technologicznych w gospodarce odpadami</p>	<p>a) Bezodpadowe lub niskoodpadowe innowacyjne produkcyjne procesy chemiczne, z zastosowaniem wyrafinowanych narzędzi i metod analitycznych umożliwiające ograniczenie zużycia odczynników i generowania odpadów w procesach monitoringu przemysłowego i środowiskowego oraz selektywne i sukcesywne ich odzyskiwanie na wszystkich etapach produkcji.</p> <p>b) Minimalizacja wytwarzania polimerowych odpadów opakowaniowych, poprzez wdrażanie innowacyjnych materiałów oraz substytutów, o znacznie mniejszej materiałochłonności niż produktów dotychczas stosowanych.</p> <p>c) Innowacyjne technologie zabezpieczeń procesów chemicznych przed emisją gazów, odorów i pyleniem oraz nowe technologie zabezpieczania odpadów poprzez mineralizację, zestalenie i stabilizację.</p> <p>d) Innowacyjne technologie odzysku materiałów deficytowych i krytycznych z odpadów, w tym chemicznego przetwarzania odpadów wielomateriałowych, wielowarstwowych i kompozytowych, prowadzące do zwielokrotnienia ponownego ich użycia.</p> <p>e) Zagospodarowanie produktów z termicznego przekształcania odpadów, między innymi pirolizy, termolizy, gazyfikacji, technologii plazmowych.</p> <p>f) Innowacyjne technologie chemiczne, urządzenia i linie do odzysku, w tym recyklingu odpadów z górnictwa surowców energetycznych i nieenergetycznych oraz odpadów mineralnych.</p> <p>g) Selektywne, innowacyjne procesy technologiczne otrzymywania z odpadów wysoko przetworzonych związków chemicznych.</p> <p>h) Innowacyjne technologie chemiczne wytwarzania wyrobów wielomateriałowe i kompozytowe na bazie odpadów do wykorzystania w różnych gałęziach gospodarki.</p> <p>i) Innowacyjne technologie optymalnego wytwarzania i wykorzystania paliw alternatywnych pozyskanych z odpadów (bez RDF).</p> <p>j) Innowacyjne technologie produkcji materiałów budowlanych oraz technik wykonania polegające na unikaniu lub redukcji szkodliwych emisji lub redukcji wpływu na warunki środowiska wewnętrznego w otoczeniu człowieka.</p> <p>k) Innowacyjne technologie i urządzenia do produkcji i przetwórstwa ograniczające zużycie surowców naturalnych, energii i wody</p> <p>l) Nowe lub ulepszone technologie użytkowego zagospodarowania ubocznych produktów spalania (UPS) oraz redukcji/zagospodarowania związków szkodliwych z emisji, w</p>

	<p>tym lotnych związków organicznych, NO_x (także metody redukcji NO_x za pomocą amoniaku), SO_x, pył, metali ciężkich, dwutlenku węgla (CCU)</p>
<p>[11] Zastosowanie procesów chemicznych w nowoczesnym przemyśle</p>	<p>a) Produkcja innowacyjnych, uzdatnionych materiałów metalowych, polimerowych i kompozytowych dla konstrukcji, pokrycia oraz tworzenia powłok, z użyciem najnowszych, zaawansowanych wielowarstwowych materiałów oraz technologii inżynierii powierzchni.</p> <p>b) Innowacyjne technologie chemiczne oraz dla przetwórstwa metali o ulepszonych walorach użytkowych w odniesieniu do aktualnie stosowanych.</p> <p>c) Przetwarzanie surowców mineralnych i naturalnych z zastosowaniem wieloprocessorowych technologii chemicznych, celem uzyskania materiałów o podwyższonych wartościach użytkowych.</p> <p>d) Technologiczne procesy produkcji i stosowania innowacyjnych materiałów hybrydowych, w tym blach organicznych lub struktur bionicznych.</p> <p>e) Innowacyjne materiały eksploatacyjne, środki smarne oleje oraz niskoemisyjne nośniki energii.</p> <p>f) Techniki tworzenia i produkcja zaawansowanych materiałów funkcjonalnych o niestandardowej przewodności elektrycznej lub cieplnej.</p> <p>g) Innowacyjne systemy redukcji szkodliwych emisji, w tym innowacyjne materiały katalityczne do oczyszczania spalin pojazdów i maszyn roboczych.</p> <p>h) Rozwój technologii i procesów produkcji nowoczesnych materiałów, w tym: kauczuków, dodatków, stabilizatorów i wypełniaczy, stosowanych do produkcji opon o podwyższonych parametrach użytkowych i niższym zużyciu paliwa (performance & green tyres).</p> <p>i) Produkcja i stosowanie nowoczesnych technologii polimerowych w przemyśle maszynowym i samochodowym</p>

Małopolska Inteligentna Specjalizacja – Produkcja metali i wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych

<p>[12] Efektywna produkcja metali na bazie mineralnych surowców metalicznych, surowców wtórnych lub odpadów</p>	<p>a) Zaawansowane procesy i technologie wykorzystywane w konstrukcjach innowacyjnych pieców odlewniczych surowki, celem zwiększenia ich sprawności energetycznej oraz wydajności, a także mniejszego zanieczyszczenia środowiska, przy jednoczesnej możliwości stosowania różnego rodzaju paliw.</p> <p>b) Opracowanie technologii i urządzeń do elektrolitycznych procesów, celem wytwarzania szerokiej gamy metali.</p> <p>c) Procesy doskonalenia pieców konwertorowych oraz technologii wykorzystania elektrycznych pieców oporowych, indukcyjnych i mikrofalowych w procesach wytopienia metali oraz pieców łukowych dla wytopienia stali z odpadów i złomu poamortyzacyjnego.</p> <p>d) Innowacyjne technologie wytopienia stali z dodatkami wyrafinowanych topników wpływającymi na poprawę jakości oraz zmniejszenie szkodliwych emisji.</p>
--	---

	<p>e) Wdrażanie innowacyjnych elementów efektywnego „ciągłego procesu” odlewania stali.</p> <p>f) Innowacyjne systemy recyklingu, odzysku i utylizacji, w tym recyklingu metali i ich związków z odpadów.</p> <p>g) Procesy wytopu metali z zastosowaniem innowacyjnych pieców wykorzystujących czyste paliwa.</p> <p>h) Modernizacja linii produkcyjnych wytwarzania metali przy zastosowaniu różnych metod produkcyjnych.</p>
<p>[13] Produkcja innowacyjnych wyrobów na bazie mineralnych surowców niemetalicznych, surowców wtórnych lub odpadów</p>	<p>a) Selektywne, innowacyjne procesy technologiczne otrzymywania z odpadów wysoko przetworzonych związków chemicznych.</p> <p>b) Innowacyjne materiały ceramiczne oraz energooszczędne metody ich wytwarzania, w tym specjalne produkty ze szkła i ceramiki zmieniające kształt i właściwości pod wpływem pól zewnętrznych.</p> <p>c) Innowacyjne materiały dla budownictwa wytwarzane na bazie wypełniaczy mineralnych (takich jak węgiel wapnia, węgiel wapniowo-magnezowy, kwarc) oraz energooszczędne procesy ich wytwarzania.</p> <p>d) Nowe innowacyjne technologie dla renowacji zabytków i modernizacji starych osiedli mieszkaniowych, szczególnie wielkopłytowych.</p> <p>e) Zastosowanie i synteza materiałów zeolitowych na bazie popiołów z odpadów, węgla oraz kaolinu.</p> <p>f) Odzyskiwanie i przetwarzanie ciepła odpadowego w procesach przetwarzania surowców mineralnych.</p> <p>g) Zastosowanie wyrobów z niemetalicznych surowców mineralnych w elementach konstrukcji generatorów OZE, przemyśle lotniczym i kosmicznym oraz optoelektronice, w tym technologie światłowodowe</p>
<p>[14] Produkcja wyrobów metalowych na potrzeby gospodarki niskoemisyjnej</p>	<p>a) Innowacyjne elementy wyposażenia maszyn, urządzeń i środków transportu.</p> <p>b) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające straty energii.</p> <p>c) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające wagę pojazdów i urządzeń w celu zmniejszenia emisji CO₂ i zużycia energii.</p> <p>d) Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe dla budowy urządzeń i pojazdów różnego zastosowania, także w kosmosie.</p> <p>e) Produkcja wyrobów metalowych wykorzystywanych jako materiały konstrukcyjne do budowy elektrowni wiatrowych lub farm fotowoltaicznych.</p> <p>f) Produkcja wysokich gatunków blach elektrotechnicznych o ziarnie nieorientowanym z przeznaczeniem do produkcji samochodów elektrycznych (tzw. Blachy „NGO”).</p> <p>g) Produkcja wyrobów metalowych używanych jako elementy samochodów elektrycznych</p>
<p>[15] Metody ograniczania ilości odpadów</p>	<p>a) Innowacyjne technologie, urządzenia, maszyny i narzędzia do przetwarzania odpadów poprodukcyjnych,</p>

<p>produkcyjnych oraz maksymalizacja ich wykorzystania, w tym wykorzystanie odpadów ze źródeł antropogenicznych</p>	<p>poeksploatacyjnych i po-użytkowych oraz ich zagospodarowania. b) Opracowanie bezodpadowych oraz ograniczających wytwarzanie odpadów technologii, procesów, metod i narzędzi, poprzez selektywne pozyskiwanie ich na etapach produkcji. c) Innowacyjne technologie przetwarzania odpadów wielomateriałowych, wielowarstwowych i kompozytowych, ze szczególnym uwzględnieniem procesów redukcji emisji gazów szkodliwych dla środowiska i zdrowia człowieka. d) Nowe technologie i urządzenia do wzbogacania surowców mineralnych odpadowych, w tym pochodzących ze źródeł antropogenicznych. e) Odzyskiwanie różnych form energii, wody i innych mediów wykorzystywanych w procesach technologicznych produkcji metali lub wyrobów metalowych, lub przetwórstwa surowców niemetalicznych. f) Efektywne wykorzystanie materiałów odpadowych pochodzących z procesów produkcji. g) Opracowanie zestawu technologii, procedur, zasad postępowania związanych z procesem odzyskiwania metali lub mineralnych surowców niemetalicznych ze źródeł antropogenicznych.</p>
<p>[16] Zastosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych w celu zmniejszenia śladu węglowego procesów produkcyjnych</p>	<p>a) Zastąpienie tradycyjnych nośników energii o wysokiej emisyjności alternatywnymi nośnikami o mniejszej emisyjności (np. zastosowanie zielonego wodoru w procesach produkcyjnych, źródła kogeneracyjne). b) Zastosowanie złomów do produkcji metali. c) Stosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych ze zwiększonym udziałem wsadów wtórnych, których ślad węglowy jest mniejszy od wsadów pierwotnych d) Wykorzystanie gazów poprocesowych. e) Opracowanie technologii recyklingu dwutlenku węgla wytwarzanego przez wielkie piece hutnicze. f) Opracowanie technologii wychwytywania dwutlenku węgla z gazów procesowych, m.in. gazów wielkopieczowych.</p>
<p>Małopolska Inteligentna Specjalizacja - elektrotechnika i przemysł maszynowy</p>	
<p>[17] Elektroenergetyka</p>	<p>a) Teleinformatyka, czyli wszelkie zagadnienia informatyczne sektorów elektroenergetyki. b) Modelowanie i stosowanie systemów zapewniających cyberbezpieczeństwo w elektroenergetyce. c) Automatyka elektroenergetyczna dla sterowania i automatyzacji systemu elektroenergetycznego oraz jego elementów. d) Wszelkie aparaty elektryczne. e) Sieci i systemy elektroenergetyczne służące do wytwarzania, przesyłu, rozdziału i racjonalnego użytkowania energii elektrycznej.</p>
<p>[18] Technika wysokich napięć i</p>	<p>a) Pomiary instalacji oraz diagnostyka kabli i urządzeń elektrycznych.</p>

<p>kompatybilność elektromagnetyczna</p>	<p>b) Modelowanie i symulacje komputerowe. c) Budowa urządzeń wysokonapięciowych. d) Badanie zaburzeń emitowanych przez urządzenia elektryczne, a także ich odporności na zaburzenia. e) Projektowanie i instalacji odgromowych i przepięciowych oraz ochrona.</p>
<p>[19] Zastosowanie nowatorskich metod konstrukcji pojazdów, maszyn i urządzeń oraz innowacyjnych komponentów, w celu zmniejszenia śladu węglowego w procesach ich produkcji i parametrów ich eksploatacji</p>	<p>a) Optymalizacja i poprawa konstrukcji oraz funkcjonalności podzespołów w maszynach, urządzeniach i pojazdach, w tym systemów bezpieczeństwa i innowacyjnego wyposażenia. b) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające straty energii. c) Innowacyjne układy napędowe i transferu energii oraz ich elementy składowe, w tym dla pojazdów elektrycznych i hybrydowych. d) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające emisję CO2 i zużycie paliwa. e) Opracowania nowoczesne technologii symulacyjnych, badających konstrukcje i wytrzymałości materiałowe w wirtualnej rzeczywistości- zarówno statycznie jak i dynamicznie.</p>

3.3. Opracowanie Regionalnej Bazy Wiedzy 2025 (RBW)

Regionalna Baza Wiedzy (RBW) opracowana w trakcie pilotażu w 2023 r i rozbudowana o nowe rekordy w 2025 r. w związku z rozszerzeniem Platformy ZEP w Małopolsce stanowi wszechstronne i wielowymiarowe źródło wiedzy na temat domeny i zawiera różne kategorie danych, które mogą ułatwić monitorowanie, planowanie i analizę działań związanych z rozwojem inteligentnych specjalizacji w regionie. RBW stanowi istotny fundament dla dalszego rozwoju struktury MPS ZEP. W przyszłości – wraz z rozbudową funkcji animacyjnych i zarządczych oraz wdrożeniem dedykowanego narzędzia informatycznego zaplanowanego na kolejny etap – może stać się centralnym repozytorium wiedzy, wspierającym efektywne zarządzanie informacją w obszarze specjalizacji „Zrównoważona Energia i Przemysł”.

Obecny zakres danych zgromadzonych w RBW odpowiada wymogom formalnym postępowania, jednak jej dalszy rozwój powinien zakładać systematyczną aktualizację oraz udostępnianie zasobów kluczowym interesariuszom – w tym administracji publicznej, przedsiębiorstwom, środowisku naukowemu oraz społecznościom lokalnym. Tylko wówczas baza może spełniać swoją funkcję jako narzędzie wspierające podejmowanie trafnych decyzji dotyczących rozwoju specjalizacji i planowania działań strategicznych. Regularnie aktualizowana RBW umożliwi bieżącą analizę trendów, ocenę potencjału i masy krytycznej

środowiska specjalizacji, a także identyfikację przyszłych kierunków innowacji i możliwości rozwoju regionalnego ekosystemu innowacji.

RBW stanowi kluczowy element struktury informacyjnej MPS ZEP i może w przyszłości – po pełnej integracji z dedykowanym narzędziem informatycznym – stać się centralnym narzędziem zarządzania wiedzą o specjalizacji. Obecna wersja RBW obejmuje już dane dotyczące 19 domen przypisanych do platformy – nie tylko z obszaru zrównoważonej energii, ale również z trzech pozostałych dziedzin specjalizacyjnych: chemii, produkcji metali oraz elektrotechniki i przemysłu maszynowego. Z uwagi na tak szeroki i po raz pierwszy w Małopolsce zestandaryzowany zakres danych, dotychczas nie istniały zbiory odniesienia, które umożliwiłyby porównanie wskaźników w ujęciu rocznym. Brakuje także danych referencyjnych z lat poprzednich dla nowych dziedzin objętych platformą, co uniemożliwia na tym etapie opracowanie pełnych zestawień porównawczych lub analiz dynamiki zmian. Możliwość taka pojawi się w kolejnym etapie realizacji usługi, po zaimplementowaniu RBW do narzędzia informatycznego oraz uporządkowaniu danych zgodnie z przyjętą strukturą. Aktualizacja aneksu w 2026 r. powinna już zawierać pogłębioną analizę porównawczą oraz dane skategoryzowane umożliwiające ocenę kierunków i tempa rozwoju specjalizacji.

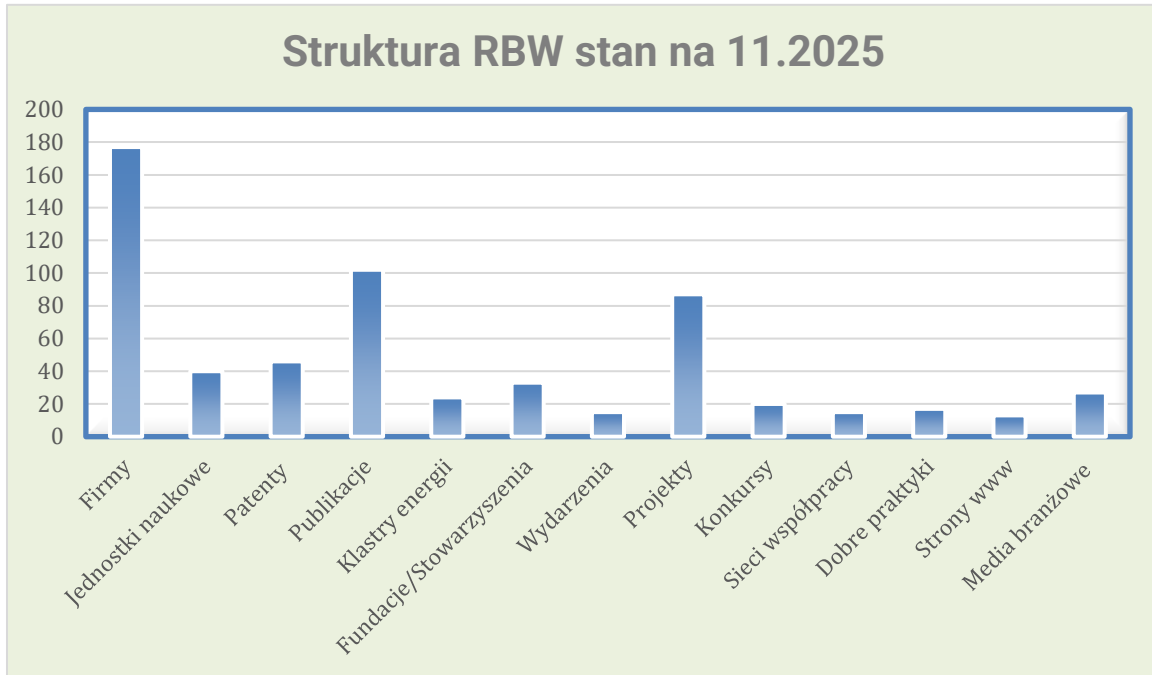
Docelowo RBW będzie udostępniona online w narzędziu informatycznym, w formule bezpłatnego i otwartego dostępu dla wszystkich interesariuszy: administracji publicznej, przedsiębiorstw, instytucji badawczych i społeczności regionalnej. Na obecnym etapie baza ma charakter zbiorczego zestawienia danych w formie arkusza kalkulacyjnego, podzielonego na kategorie i podkategorie tematyczne. Celem opracowania struktury RBW przeprowadzono analizę źródeł wtórnych (desk research) oraz konsultacje ze środowiskiem eksperckim, co pozwoliło dobrać odpowiedni zakres informacji i stopień szczegółowości – tak, by nie duplikować zasobów łatwo dostępnych w sieci, które mogłyby ulec szybkiemu zdezaktualizowaniu. RBW spełnia równocześnie funkcję kompendium wiedzy nt. potencjału specjalizacji oraz narzędzia do promocji inicjatyw, partnerstw i instrumentów wsparcia dla rozwoju ZEP w Małopolsce.

Jej głównym zadaniem jest uporządkowane i spójne prezentowanie danych, pozwalających na pogłębioną analizę potencjału innowacyjnego regionu w oparciu o strukturę zdefiniowaną w dokumencie „Struktura Regionalnej Bazy Wiedzy”. Dzięki zgromadzonym danym możliwe jest szybkie uzyskanie dostępu do skondensowanego kompendium wiedzy o potencjale Małopolski w obszarze MPS ZEP. Baza pozwala nie tylko lepiej zrozumieć specyfikę sektorów gospodarczych związanych z energią,

nowoczesnym przemysłem, chemią i technologiami materiałowymi, ale także może wspierać rozwój współpracy między przedsiębiorstwami, jednostkami naukowymi i administracją. Użytkownicy będą mogli przeanalizować otoczenie konkurencyjne i potencjał badawczo-rozwojowy sektora, jak również pogłębić wiedzę na temat aktualnych trendów technologicznych w zakresie odnawialnych źródeł energii, efektywności energetycznej, materiałów niskoemisyjnych, elektro-mobilności czy GOZ. Przedsiębiorcy zyskają możliwość identyfikowania nowych szans rynkowych dzięki analizie technologii i innowacyjnych rozwiązań wdrażanych w regionie. RBW stanowi również pomost do środowiska naukowego – zawiera informacje o jednostkach badawczych i reprezentujących je ekspertach działających w domenie zrównoważonej energii i przemysłu, wspierając inicjowanie wspólnych projektów i budowę partnerstw. Baza informuje także o dostępnych źródłach finansowania, konkursach i programach wsparcia dla przedsięwzięć B+R oraz inwestycji w obszarze innowacyjnych technologii energetycznych i rozwiązań dla zrównoważonego przemysłu.

Struktura RBW została stworzona i zaadaptowana do specyfiki pierwotnej domeny „Energia Zrównoważona”. W oparciu o strukturę RBW opracowaną w poprzednim pilotażowym etapie realizacji usługi zdecydowano usunąć kategorię „KLASTRY ENERGII” i zastąpić ją kategorią „EKSPERCI BRANŻOWI”. W obecnym kształcie zgromadzone dane podzielone są na 13 następujących kategorii.

- 1) FIRMY/PRZEDSIĘBIORSTWA
- 2) JEDNOSTKI NAUKOWE/INSTYTUTY BADAWCZE
- 3) PATENTY I INNE FORMY OCHRONY WŁASNOŚCI INTELKTUALNEJ
- 4) PUBLIKACJE NAUKOWE/OPRACOWANIA/RAPORTY/LITERATURA
- 5) EKSPERCI BRANŻOWI
- 6) FUNDACJE/STOWARZYSZENIA/ORGANIZACJE BRANŻOWE
- 7) WYDARZENIA BRANŻOWE
- 8) PROJEKTY ZREALIZOWANE/W TRAKCIE REALIZACJI
- 9) KONKURSY/ŹRÓDŁA FINANSOWANIA PROJEKTÓW
- 10) SIECI I PARTNERSTWA WSPÓŁPRACY
- 11) KATALOG DOBRYCH PRAKTYK
- 12) WYKAZ PRZYDATNYCH STRON WWW
- 13) MEDIA BRANŻOWE



Źródło: Opracowanie własne

4. Część analityczna

Celem analizy domen objętych MPS ZEP jest identyfikacja tych obszarów i ogniw łańcuchów wartości, w których region dysponuje wyraźnym, endogennym potencjałem rozwoju. Platforma, pierwotnie koncentrująca się na domenie Energia Zrównoważona, została rozszerzona o kolejne specjalizacje obejmujące dziedziny chemii, produkcji metali i wyrobów z surowców mineralnych, a także elektroenergetyki i przemysłu maszynowego. Nowa, zintegrowana struktura wymaga szerokiego i przekrojowego spojrzenia na potencjał technologiczny, instytucjonalny i gospodarczy Małopolski.

Podstawą do prowadzenia działań rozwojowych w ramach PPO są te segmenty specjalizacji, w których występuje realna szansa na wzmocnienie pozycji regionu, transfer wiedzy, rozwój innowacji i skuteczne wsparcie dla lokalnych przedsiębiorstw i instytucji. Pilotażowe działania PPO oraz przyszłe inicjatywy powinny skupiać się na zidentyfikowanych mocnych stronach łańcuchów wartości, co pozwoli określić konkretne domeny wymagające wsparcia inwestycyjnego, badawczego lub animacyjnego. Analiza prowadzona w niniejszym rozdziale oparta jest na wieloźródłowej bazie wiedzy, w tym:

- RBW, tworzonej w ramach projektu i rozszerzonej o dane z dziedzin nowo włączonych do platformy,
- wynikach przeprowadzonych spotkań smart labowych,

- IDI z przedstawicielami Platformy
- dostępnych raportach branżowych, analizach sektorowych, dokumentach strategicznych,
- a także wcześniejszych opracowaniach, w tym Aneksie Specjalizacyjnym przygotowanym dla MIS Zrównoważona Energia w 2023 r.

W analizie uwzględniono zarówno zasoby instytucjonalne (uczelnie, jednostki badawcze, klastry, przedsiębiorstwa), jak i nieformalne (eksperti branżowi, sieci współpracy, inicjatywy oddolne). Przyjęta metodologia odnosi się do megatrendów i trendów sektorowych, a także do założeń Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2030. Zaprezentowany podział oraz identyfikacja potencjału wzdłuż łańcuchów wartości stanowią punkt wyjścia do dalszych działań strategicznych oraz operacyjnych w ramach rozwoju Platformy.

4.1. Kontekst instytucjonalny

Województwo małopolskie dysponuje jednym z najsilniejszych w Polsce ekosystemów wspierających rozwój zrównoważonej energii i transformacji przemysłowej. Struktura instytucjonalna regionu – obejmująca przedsiębiorstwa, uczelnie, klastry, jednostki B+R oraz organizacje otoczenia biznesu – stanowi kluczowy filar wdrażania PPO w ramach MPS ZEP. Współpraca sektora nauki, biznesu i administracji, wzmacniana przez liczne inicjatywy i sieci branżowe, umożliwia skuteczne identyfikowanie obszarów o najwyższym potencjale rozwojowym.

Potencjał przemysłowy

Sektor energii odnawialnej i efektywności energetycznej w Małopolsce tworzą dziesiątki wyspecjalizowanych firm. Do liderów branży należą:

- Columbus Energy S.A., PVGE, PV Energia Polska, LMV Group – skupione wokół technologii fotowoltaicznych, instalacji PV i zarządzania energią;
- Vatra S.A., Womar, Eksploterm, Senco, Farmy Fotowoltaiki Polska S.A. – dostawcy technologii grzewczych i instalacyjnych opartych o OZE;
- Enetecs Engineering Technologies, Elsta Sp. z o.o. – firmy dostarczające kompleksowe rozwiązania dla przemysłu i energetyki (projekty AKPiA, automatyki przemysłowej i rozwiązań dla spalarni odpadów);
- Bruk-Bet Fotowoltaika, Austrotherm, Fakro, Gór-Stal, Oknoplast, Synthos, Blachprofil 2, Termo Organika, Thesslagreen – firmy z branży budownictwa energooszczędnego i termoizolacji.

W obszarach dodanych do Platformy (takich jak chemia, elektroenergetyka, przemysł metalowy i maszynowy) działają m.in.:

- Synthos S.A., Grupa Azoty – producenci surowców chemicznych, tworzyw dla elektromobilności, OZE i wodoru;
- Valeo, MAN Bus, Nowy Styl, Can-Pack, Polmotors – przemysł elektromobilności, produkcji komponentów i rozwiązań dla niskoemisyjnego transportu;
- ZAM Kęty, Alupol, Tauron Wytwarzanie, Elektromontaż Kraków – firmy z sektora energetyki zawodowej i przetwórstwa metali;
- Wiśniowski, Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław” S.A. (Bukowno), Grupa Kęty S.A. (Kęty), Alumetal S.A.
- ArcelorMittal Poland – Huta im. Tadeusza Sendzimira (Kraków) – największy producent stali w Polsce (oddział ArcelorMittal), obejmuje m.in. produkcję wyrobów stalowych.
- Stalprodukt S.A. (Bochnia), Małopolska Wytwórnia Maszyn Brzesko Sp. z o.o, MBM (Borówna), KROSEN (Siepraw), MTM Konstrukcje

Potencjał badawczo-rozwojowy i akademicki

Region ma silnie rozwinięte zaplecze naukowo-badawcze:

- Akademia Górniczo-Hutnicza (AGH) – m.in. Centrum Energetyki, Centrum Zrównoważonego Rozwoju i Poszanowania Energii w Miękinii, spółki spin-off: *Enetech*, *Gradis*, *Instytut Zrównoważonej Energii*, *NG Heat*, *JES Energia*; oraz programy i projekty np. EIT Raw Materials
- Politechnika Krakowska – Małopolskie Centrum Budownictwa Energooszczędnego, Centrum Transferu Technologii PK, silne kompetencje w elektroenergetyce, budownictwie i materiałoznawstwie;
- Uniwersytet Jagielloński – laboratoria i zespoły badawcze z obszaru fotoniki, magazynowania energii, gospodarki obiegu zamkniętego, lider projektów interdyscyplinarnych (np. programy Horizon Europe);
- Uniwersytet Rolniczy w Krakowie – projekty z zakresu bioenergii, OZE na terenach wiejskich, agroenergetyki;
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Skawinie – jednostki prowadzące prace nad efektywnością materiałową, odzyskiem surowców i zastosowaniami dla energetyki i przemysłu.
- Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,

Dodatkowo, Małopolska jest aktywnym członkiem europejskich sieci innowacji – AGH i UJ są partnerami EIT InnoEnergy, a AGH EIT Raw Materials, co ułatwia międzynarodowe projekty badawcze i dostęp do finansowania. W obrębie uczelni funkcjonuje związek InnoKrac a także m.in. przez AGH utworzona została sieć uczelni i przemysłu IATI – Instytut Autostrada Technologii i Innowacji.

Klastry i sieci współpracy

W regionie działają kluczowe klastry branżowe:

- Klaster Zrównoważona Infrastruktura – Krajowy Klaster Kluczowy, ponad 150 członków, lider krajowy w efektywności energetycznej w budownictwie, OZE
- South Poland Cleantech Cluster – integruje MŚP, startupy i instytucje naukowe wokół termomodernizacji i branży cleantech;
- Polski Klaster Technologii Kompozytowych – Krajowy Klaster Kluczowy, prowadzi analizy zastosowań wodoru i technologii kompozytowych w przemyśle;
- BIM Klaster, KlastER, Klaster Czyste Powietrze – promują innowacje na styku przemysłu, IT i budownictwa.
- Klaster Gospodarki Cyrkularnej i Recyklingu – Krajowy Klaster Kluczowy, wspierając GOZ i recykling wśród partnerów z Małopolski

Znaczenie instytucjonalne

Małopolska jest drugim regionem w kraju (po Mazowszu) pod względem potencjału B+R – zarówno w liczbie pracowników naukowych, jak i skali nakładów. Rośnie udział sektora prywatnego w zamówieniach badawczych, a jednostki naukowe rozwijają infrastrukturę wspólną z przemysłem. Istnieją jednak luki w obszarach zaawansowanych technologii przemysłowych, wymagające dalszych inwestycji, by utrzymać przewagę konkurencyjną i zwiększyć skalowalność wyników B+R w skali krajowej i międzynarodowej, co w obliczu przekierowania środków z funduszy regionalnych FEM 2021-2027 z działań wspierających innowacje na wzmocnienie odporności, obronę cywilną i ochronę infrastruktury krytycznej będzie stanowiło spore wyzwanie w najbliższych latach.

W kontekście międzynarodowej aktywności B+R regionu, Małopolska wyróżnia się dynamicznie rosnącym udziałem w programach ramowych UE. Szczególnie widoczny jest wzrost zaangażowania małopolskich instytucji w programie Horyzont Europa – największym programie badawczo-innowacyjnym Unii Europejskiej. Dane z października 2025 r. wskazują, że polskie instytucje osiągnęły istotną poprawę we wszystkich kluczowych wskaźnikach uczestnictwa w porównaniu do programu

Horyzont 2020. Łącznie 694 polskie organizacje pozyskały ponad 823 mln euro na realizację 1531 projektów, co oznacza wzrost wartości dofinansowania aż o 119% i liczby projektów o 32% względem poprzedniego programu (H2020).

Wśród liderów krajowych znajdują się dwa kluczowe podmioty z Małopolski:

- Uniwersytet Jagielloński, który zrealizował dotychczas 76 projektów o łącznej wartości 41,9 mln euro,
- Akademia Górniczo-Hutnicza (AGH), która jest beneficjentem 58 projektów na kwotę 18,6 mln euro.

Obie uczelnie plasują się w ścisłej czołówce krajowej pod względem liczby projektów i wartości finansowania, co potwierdza ich pozycję jako silnych ośrodków naukowych o dużym potencjale w pozyskiwaniu funduszy europejskich. Szczególnie warto zaznaczyć wysoki poziom koordynacji projektów i skuteczność aplikacyjną tych instytucji, co przekłada się na coraz większe zaangażowanie w projekty realizowane w konsorcjach międzynarodowych. Potencjał ten ma istotne znaczenie dla rozwoju specjalizacji ZEP – wiele projektów związanych jest z tematyką OZE, efektywności energetycznej, GOZ, ogni wodorowych, magazynowania energii, cyfryzacji przemysłu oraz zaawansowanych materiałów i komponentów dla sektora energetycznego i przemysłowego. Ugruntowana pozycja AGH i UJ w programach ramowych UE stanowi solidną bazę dla pogłębiania współpracy międzysektorowej oraz podnoszenia konkurencyjności regionu w obszarach kluczowych dla transformacji energetyczno-przemysłowej.

Nazwa uczestnika	L. koordynacji	L. projektów	Dofin. NETTO UE [€]
UNIwersytet Warszawski	32	107	53 872 527,5
UNIwersytet Jagielloński	20	76	41 924 940,5
AKADEMIA GóRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KR...	4	58	18 622 319,2
INSTYTUT CHEMII BIOORGANICZNEJ POLSKIEJ AKADEMII NAUK	3	48	27 342 150,2
NARODOWE CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU	2	41	40 770 968,7
FUNDINGBOX ACCELERATOR SP ZOO	3	34	60 201 286,8
POLITECHNIKA WARSZAWSKA	6	34	20 262 398,1
POLITECHNIKA WROCLAWSKA	3	33	15 025 714,7
UNIwersytet IM. ADAMA MICKIEWICZA WPOZNANIU	9	32	11 762 095,5
UNIwersytet Gdanski	3	25	6 257 783,0

Źródło: <https://www.kpk.gov.pl/polskie-instytucje-pozyskaly-juz-ponad-823-mln-euro-z-horyzontu-europa>

4.2. Kontekst technologiczny - dziedzinowy

Z 19 wymienionych powyżej subdomen aktualnej struktury MPS ZEP do dalszej analizy szczegółowej (w I etapie prac w 2025 r.), wynikającej z regionalnego zaplecza instytucjonalnego oraz technologicznego wzięto pod uwagę trzy wiodące obszary o największym potencjale rozwoju współpracy i realizacji projektów w regionie, kluczowe również pod względem kierunków wsparcia w ramach FEM oraz regionalnych dokumentów strategicznych:

- 1) **energooszczędne inteligentne budynki i miasta, ze szczególnym naciskiem na rozwiązania z obszaru SMART CITY**
- 2) **odnawialne zasoby i czyste źródła energii (w oparciu o wyniki prac w okresie pilotażowym w 2023 r. i aneksu specjalizacyjnego z 2023 r. dla MIS „Zrównoważona Energia”)**
- 3) **Gospodarka o Obiegu Zamkniętym w obszarach budownictwo, energia i przemysł**

Prace badawcze, zgodnie z metodyką PPO miały na celu identyfikację możliwych scenariuszy rozwoju danego tematu/zagadnienia oraz opracowanie bardziej szczegółowego kontekstu technologicznego dla danego scenariusza w dokumentach o charakterze BTR, stanowiących załączniki do niniejszego aneksu (punkty 1 i 3 powyżej).

W toku realizacji I etapu prac animacyjnych i diagnostycznych wytypowano na podstawie informacji uzyskanych od interesariuszy dominujące trendy technologiczne o możliwie największym potencjale rozwoju w Małopolsce:

Dominujące trendy technologiczne	
Systemy zintegrowane	<p>Ważnym wyzwaniem dla Małopolski w obszarze budownictwa jest integracja systemów budowlanych z technologiami odnawialnych źródeł energii, takimi jak panele fotowoltaiczne, pompy ciepła czy rozwiązania BIPV (Building Integrated Photovoltaics), które umożliwiają bezpośrednie wkomponowanie modułów PV w elementy konstrukcyjne budynku. Takie podejście przyczynia się do zwiększenia udziału OZE w miksie energetycznym regionu. Kluczowe znaczenie dla zrównoważonego rozwoju mają również materiały budowlane o niskim śladzie węglowym, nadające się do recyklingu. Budynek efektywny energetycznie należy postrzegać jako kompleksowy system, łączący technologie budowlane, odnawialne źródła energii oraz inteligentne systemy zarządzania energią (BMS). W Małopolsce, gdzie istnieje silne zaplecze firm branży budowlanej, instalacyjnej i energetycznej, rozwój takich zintegrowanych rozwiązań ma wysoki potencjał wdrożeniowy.</p>

<p>Technologie wodorowe</p>	<p>W perspektywie krótko- i średnioterminowej rozwój rynku wodoru w Małopolsce może opierać się również na wykorzystaniu niskoemisyjnych form wodoru – produkowanego z paliw kopalnych z zastosowaniem technologii sekwestracji CO₂ lub w procesie elektrolizy z wykorzystaniem nieodnawialnych źródeł energii. Takie rozwiązania mają charakter przejściowy i umożliwiają budowę infrastruktury oraz rozwój kompetencji niezbędnych do pełnego wdrożenia gospodarki wodorowej. Docelowo – po 2050 roku – kluczową rolę ma odgrywać wyłącznie wodór zeroemisyjny, produkowany na bazie OZE. Małopolska posiada rosnący potencjał badawczo-rozwojowy i instytucjonalny w tym obszarze – w tym zaplecze akademickie i przemysłowe skupione wokół Akademii Górniczo-Hutniczej, Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych oraz inicjatyw takich jak Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa. Technologie wodorowe stanowią ważny kierunek transformacji energetycznej regionu, szczególnie w kontekście zastosowań w przemyśle, ciepłownictwie i transporcie zeroemisyjnym</p>
<p>Adaptacja kotłów gazowych do mieszanki wodorowej</p>	<p>Dostosowanie istniejących kotłów gazowych do spalania mieszanek z udziałem wodoru stanowi ważny etap transformacji energetycznej w Małopolsce. Kluczowym kierunkiem jest odchodzenie od ogrzewania paliwami stałymi na rzecz nisko- i zeroemisyjnych źródeł energii, w tym stopniowe zastępowanie gazu ziemnego gazami z domieszką wodoru, których spalanie nie generuje emisji zanieczyszczeń. Technologicznie jest to możliwe i nie generuje konieczności wymiany całej istniejącej infrastruktury – potencjalny obszar do działań pilotażowych.</p>
<p>Rozproszony system magazynowania energii i urządzenia SMART</p>	<p>Rozproszone systemy magazynowania energii oraz urządzenia typu SMART zyskują na znaczeniu w transformacji energetycznej Małopolski. Nowoczesne systemy zarządzania energią, takie jak HEMS (Home Energy Management System) i EMS (Energy Management System), stają się coraz powszechniejsze w branży OZE, umożliwiając optymalizację zużycia, zwiększenie autokonsumpcji energii z OZE oraz elastyczne zarządzanie lokalnymi zasobami energii.</p>
<p>Zrównoważona mobilność elektryczna i infrastruktura ładowania</p>	<p>W kontekście dążenia do neutralności klimatycznej, kluczowe znaczenie ma dekarbonizacja transportu drogowego. Elektromobilność – jako jedyna obecnie dojrzała i powszechnie dostępna technologia – stanowi główny kierunek tej transformacji. Dynamiczny rozwój rynku pojazdów elektrycznych oraz rosnące tempo elektryfikacji transportu wymagają systemowego podejścia do rozwoju odpowiednich technologii i rozbudowy infrastruktury ładowania, zwłaszcza w miastach i wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych (dotyczy to zarówno transportu indywidualnego, jak i zbiorowego)</p>

<p>Zintegrowane systemy OZE z magazynowaniem energii</p>	<p>Jednym z głównych wyzwań dla odnawialnych źródeł energii pozostaje ich zmienna wydajność wynikająca z warunków atmosferycznych, pory dnia czy sezonowości. Skuteczną odpowiedzią na te ograniczenia jest rozwój zintegrowanych układów hybrydowych, łączących różne technologie OZE z nowoczesnymi systemami magazynowania energii. Tego typu rozwiązania umożliwiają gromadzenie nadwyżek energii i jej elastyczne wykorzystanie w momentach zwiększonego zapotrzebowania, co sprzyja zwiększeniu udziału OZE w bilansie energetycznym oraz poprawia stabilność i bezpieczeństwo dostaw.</p>
<p>Systemy modułowe i prefabrykacja w budownictwie</p>	<p>Systemy modułowe oraz technologie prefabrykacji odgrywają coraz większą rolę we współczesnym budownictwie, oferując krótszy czas realizacji inwestycji, wyższą jakość wykonania i lepszą kontrolę kosztów. Dzięki standaryzacji i powtarzalności procesów możliwe jest także zwiększenie efektywności energetycznej obiektów, co czyni te rozwiązania szczególnie istotnymi w kontekście rozwoju budownictwa zrównoważonego</p>
<p>Cyfrowe modelowanie i zarządzanie cyklem życia budynku (BIM)</p>	<p>Modelowanie informacji o budynku (BIM) to zaawansowane cyfrowe narzędzie wspierające planowanie, projektowanie i zarządzanie inwestycjami budowlanymi. Umożliwia tworzenie zintegrowanych modeli, w których dane o materiałach, komponentach i rozwiązaniach technicznych są dostępne dla wszystkich uczestników procesu przez cały cykl życia obiektu. BIM poprawia koordynację projektową, optymalizuje zużycie zasobów i wspiera realizację celów w zakresie efektywności energetycznej i zrównoważonego budownictwa.</p>
<p>Zaawansowane systemy wentylacyjne z odzyskiem energii</p>	<p>Kierunkiem rozwoju nowoczesnych systemów rekuperacyjnych jest odzysk ciepła utajonego, czyli energii zawartej w wilgoci powietrza. Technologia ta znacząco zwiększa efektywność energetyczną systemu wentylacyjnego, jednocześnie poprawiając jakość i wilgotność powietrza w budynkach. Dzięki temu rozwiązaniu możliwe jest nie tylko ograniczenie strat energii, ale także zapewnienie komfortu użytkowników i lepszych warunków zdrowotnych wewnątrz pomieszczeń.</p>
<p>Energetyka obywatelska i modele rozproszonej produkcji energii</p>	<p>Wprowadzenie koncepcji wirtualnego prosumenta oraz rozwój spółdzielni energetycznych to istotny krok w kierunku rozproszonej, zdecentralizowanej energetyki. Tego typu rozwiązania, znane już z zagranicznych modeli, przyczyniają się do wzrostu udziału zielonej energii w miksie energetycznym i poprawy stabilności systemu. Dzięki nim możliwa staje się aktywna partycypacja obywateli i lokalnych społeczności w produkcji, magazynowaniu i konsumpcji energii, co wzmacnia lokalną samowystarczalność energetyczną i wspiera transformację energetyczną regionu</p>
<p>Zaawansowane technologie</p>	<p>Poprawa efektywności energetycznej istniejących zasobów budowlanych, w tym obiektów zabytkowych, wymaga</p>

termomodernizacji budynków istniejących i zabytkowych	systematycznej diagnozy elementów generujących straty energii oraz wdrażania zarówno działań niskonakładowych, jak i zaawansowanych inwestycji modernizacyjnych. Technologie głębokiej termomodernizacji pozwalają na znaczącą i trwałą redukcję zużycia energii oraz emisji, przy jednoczesnym zachowaniu walorów architektonicznych obiektów historycznych. To kluczowy kierunek działań dla zwiększenia efektywności zasobów miejskich i poprawy komfortu użytkowników
Inteligentne systemy komfortu użytkownika w budynkach	Nowoczesne technologie grzewcze, wentylacyjne i rekuperacyjne pozwalają nie tylko na znaczną poprawę efektywności energetycznej, ale także na zapewnienie wysokiego komfortu użytkownika. Jakość powietrza, komfort termiczny, akustyczny i świetlny stają się dziś mierzalnymi parametrami i wartościami dodanymi, które mają realny wpływ na zdrowie, wydajność i samopoczucie użytkowników. Coraz większym zainteresowaniem cieszą się zintegrowane systemy zarządzania środowiskiem wewnętrznym (w tym rozwiązania IoT), umożliwiające zdalne monitorowanie i sterowanie parametrami mikroklimatu, co czyni komfort nowoczesnym produktem rynkowym.
Technologie cyrkularne i niskoemisyjne w budownictwie	Dekarbonizacja sektora budowlanego staje się kluczowym wyzwaniem w kontekście walki ze zmianami klimatycznymi i ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Coraz większą rolę odgrywają technologie wspierające recykling materiałów budowlanych oraz rozwiązania umożliwiające redukcję śladu węglowego na każdym etapie cyklu życia budynku – od projektowania, przez dobór surowców, po ich ponowne wykorzystanie w procesach produkcyjnych. Wdrażanie zasad GOZ w praktyce projektowej i wykonawczej staje się podstawą nowoczesnego, odpowiedzialnego budownictwa.

4.3. Kontekst gospodarczy

Koncepcja inteligentnej specjalizacji podkreśla znaczenie innowacji i wiedzy jako kluczowych czynników napędzających regionalny wzrost gospodarczy. W Małopolsce strategia ta nabiera szczególnego znaczenia ze względu na zróżnicowany potencjał społeczno-gospodarczy oraz zasoby endogeniczne regionu. W świetle aktualizacji i rozszerzenia MPS ZEP o dziedziny takie jak chemia, produkcja metali i elektroenergetyka, kontekst gospodarczy regionu ulega dalszemu wzmocnieniu. Każda z domen wnosi istotny wkład w rozwój gospodarczy regionu, zarówno pod względem wartości dodanej brutto, jak i zatrudnienia w sektorach przemysłowych i badawczo-rozwojowych

Województwo małopolskie pozostaje jednym z najbardziej dynamicznych regionów kraju. Według danych GUS (12.2024), region liczy 3,43 mln mieszkańców i odpowiada za ok. 9,6% krajowego PKB. Według stanu na 31 grudnia 2024 r. w krajowym rejestrze urzędowym podmiotów gospodarki narodowej REGON 1 wpisanych było 499,3 tys. podmiotów z województwa małopolskiego, co oznacza wzrost o 3,8% w porównaniu z rokiem poprzednim (wobec 3,9% przed rokiem). Stanowiły one 9,4% wszystkich jednostek w Polsce. Najwięcej podmiotów deklaruowało działalność w sekcji handel; naprawa pojazdów samochodowych (18,2% ich ogólnej liczby). Natomiast największy wzrost w porównaniu z poprzednim rokiem odnotowano w sekcji wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę – o 10,0%.⁹ Gospodarka regionu opiera się na zróżnicowanej strukturze, obejmującej zarówno nowoczesny przemysł przetwórczy, jak i zaawansowane usługi, w tym centra B+R i IT. Znaczna część reprezentuje sektory objęte inteligentnymi specjalizacjami. Szczególnie dynamicznie rozwijają się powiaty krakowski, wielicki, oświęcimski, nowosądecki i tarnowski, gdzie koncentruje się wysoki udział przedsiębiorstw z branż OZE, metalurgii, przemysłu chemicznego i budownictwa energooszczędnego. Przykładami silnych podmiotów są m.in. Synthos S.A. (chemia, Oświęcim), Grupa Azoty S.A. (Tarnów), Stalprodukt S.A. (Bochnia), Grupa Kęty S.A., Alumetal S.A., Columbus Energy S.A. (fotowoltaika), Fakro (Nowy Sącz), Bruk-Bet Solar, czy Valeo Autosystemy (Skawina). W zakresie elektroenergetyki ważną rolę odgrywają ORLEN Południe S.A. i Rafineria Trzebinia, które rozwijają technologie biopaliw, a także firmy działające w zakresie przesyłu energii, automatyki i OZE. Dodatkowo, rośnie liczba firm zajmujących się projektowaniem i wdrażaniem inteligentnych systemów energetycznych oraz integracją systemów zarządzania energią (HEMS, BMS, EMS).

Znaczącym czynnikiem rozwojowym są bezpośrednie inwestycje zagraniczne – od 1998 do 2023 r. wartość inwestycji FDI w regionie przekroczyła 25 mld USD. Z Małopolską związane są globalne marki jak Canpack Capgemini, IBM, Shell, Heineken, Coca-Cola, Philip Morris, Nokia, MAN, Sabre, Akamai czy Cisco, które inwestują w centra R&D, fabryki oraz huby operacyjne i cyfrowe.

Dodatkowo, Małopolska została wyróżniona przez Komitet Regionów UE tytułem Europejskiego Regionu Przedsiębiorczości 2024, m.in. za plany wsparcia odbudowy Ukrainy oraz rozwój zielonej gospodarki i nowych technologii, takich jak wodór czy GOZ. Małopolska od 5 lat zajmuje

⁹ [Urząd Statystyczny w Krakowie / Opracowania bieżące / Informacje sygnałne / Podmioty gospodarcze / Podmioty gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie małopolskim. Stan na koniec 2024 r.](#)

pierwsze miejsce w Polsce w rankingu regionów EKOINDEXU Millennium. Już obecnie region rozwija infrastrukturę dla przemysłów niskoemisyjnych, m.in. poprzez Małopolskie Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru oraz programy pilotażowe w ramach inicjatywy „Awangarda”. Kraków aktywnie dąży do neutralności klimatycznej, uczestnicząc w europejskim programie NetZeroCities wraz z Łodzią, Rzeszowem, Warszawą i Wrocławiem, testując innowacyjne rozwiązania dla szybkiej dekarbonizacji, co obejmuje modernizację systemów ciepłowniczych i promowanie odnawialnych źródeł energii. Aktywni tutaj są również krakowscy przedsiębiorcy (np. InPost czy Columbus Energy), którzy aktywnie wspierają dążenie Krakowa do osiągnięcia neutralności klimatycznej - współpraca przy opracowaniu Miejskiego Kontraktu Klimatycznego, udział w pracach Zespołu Doradczego Portfela Projektów „Zeroemisyjny Kraków”, wspólne kampanie społeczne, to tylko niektóre z aktywności podejmowanych przez Partnerów Paktu dla klimatu.

Małopolska wyróżnia się także jako drugi region w kraju (po Mazowszu) pod względem nakładów na B+R, liczby zatrudnionych w sektorze badawczo-rozwojowym oraz liczby aktywnych jednostek naukowych. AGH i UJ pozostają w czołówce polskich uczelni realizujących projekty w ramach programu Horizon Europe.

4.4. Kontekst terytorialny

Województwo małopolskie to region o wyjątkowo korzystnym położeniu geograficznym, stanowiący jedno z głównych centrów wymiany gospodarczej, naukowej i technologicznej w Polsce południowej. Przez jego obszar przebiegają kluczowe europejskie korytarze transportowe, w tym korytarze sieci TEN-T, autostrada A4 (łącząca Niemcy z Ukrainą), drogi ekspresowe S7 (Warszawa–Kraków–Zakopane) oraz S52 (Bielsko-Biała–Kraków). Rozbudowana infrastruktura kolejowa z modernizowanym połączeniem do Katowic, Rzeszowa i Warszawy, a także szybkim połączeniem z Centralnym Portem Komunikacyjnym w przyszłości, wzmacniają znaczenie regionu jako multimodalnego węzła komunikacyjnego.

Silnym atutem Małopolski jest międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice, który w 2024 r. obsłużył rekordowe ponad 11 milionów pasażerów, przekraczając po raz pierwszy 10-milionową granicę. Na koniec 2025 r. prognozuje się wzrost do ponad 13 milionów pasażerów (II największe lotnisko regionalne w Polsce). W jego

bezpośrednim sąsiedztwie działa Krakowski Park Technologiczny (KPT) oraz strefa aktywności gospodarczej z inwestycjami firm z sektora ICT, przemysłu precyzyjnego i usług wspólnych, tworząc dogodne warunki dla lokowania firm high-tech oraz centrów badawczo-rozwojowych.

Z perspektywy surowcowej, Małopolska posiada zróżnicowaną strukturę zasobów mineralnych – największe znaczenie mają surowce skalne (wapienie, dolomity, piaski, żwiry), złoża siarki i surowców chemicznych (w tym solanki jodowo-bromowe w rejonie Bochni i Wieliczki), a także wody lecznicze i termalne. Region posiada rozpoznane zasoby geotermalne w rejonie Podhala, Tarnowa, Nowego Targu i Zakopanego – wody te osiągają temperatury od 40°C do ponad 80°C i mogą być efektywnie wykorzystywane do produkcji ciepła sieciowego oraz niskoemisyjnego chłodzenia. W strefie podhalańskiej działa już funkcjonujący system ciepłowniczy oparty na geotermii (Geotermia Podhalańska S.A.).

Z punktu widzenia polityki regionalnej i przestrzennej, Małopolska cechuje się wyraźną policentrycznością – Kraków jako metropolia o zasięgu ponadregionalnym i międzynarodowym pełni funkcję rdzeniową, natomiast silne subregionalne bieguny wzrostu stanowią m.in. Tarnów, Nowy Sącz, Oświęcim, Chrzanów i Nowy Targ. Wokół tych ośrodków rozwijają się specjalistyczne branże przemysłowe – np. przemysł chemiczny w Tarnowie (Grupa Azoty), przetwórstwo metali w Nowym Sączu (Fakro, Newag, Wiśniowski), energetyka odnawialna w Trzebini i Skawinie (Orlen Południe, Columbus Energy).

W Małopolsce znajduje się 1 z 14 Specjalnych Stref Ekonomicznych w Polsce – zarządzana przez Krakowski Park Technologiczny SSE obejmuje obecnie ponad 70 lokalizacji i przyciągnęła już ponad 260 inwestorów. Dodatkowo w regionie działa 47 stref aktywności gospodarczej (SAG), z czego wiele jest wyposażonych w nowoczesną infrastrukturę techniczną i podłączonych do źródeł ciepła systemowego – co czyni je atrakcyjnymi dla inwestorów z sektora niskoemisyjnych technologii przemysłowych.

Region wyróżnia się również bogactwem lokalnych zasobów kulturowych, krajobrazowych i turystycznych, co przekłada się na dynamiczny rozwój branż powiązanych z zieloną infrastrukturą, efektywnym energetycznie budownictwem oraz zrównoważoną mobilnością. Dobrze rozwinięta infrastruktura energetyczna (z systemami dystrybucyjnymi Tauron i lokalnymi operatorami ciepłowni), dostępność odnawialnych źródeł energii (OZE) – zwłaszcza fotowoltaiki i geotermii – oraz planowane inwestycje w infrastrukturę ładowania pojazdów

elektrycznych, pozwalają na szybkie skalowanie innowacji z zakresu zielonej transformacji energetycznej.

Lokalizacja Małopolski, dostępność transgraniczna, gęsta sieć transportowa, potencjał surowcowy i przestrzenny oraz policentryczna struktura gospodarcza tworzą solidne fundamenty terytorialne dla rozwoju inteligentnych specjalizacji – w szczególności z zakresu zrównoważonej energii, zaawansowanych technologii materiałowych, chemii, technologii wodoru i elektromobilności. Region ma potencjał, aby pełnić funkcję pilotażowego obszaru wdrażania transformacji energetycznej w Europie Środkowej. Dzięki ogromnemu wsparciu przedsiębiorczości i wzmacnianiu konkurencyjności, a także optymalnemu wykorzystaniu funduszy unijnych i środków publicznych, Małopolska pozytywnie wyróżnia się na tle pozostałych województw. Strategia Rozwoju Województwa „Małopolska 2030” oraz RIS są atutem dla wszystkich oczekujących konkretnych rozwiązań oraz kompetentnego wsparcia samorządu.

Małopolska, jako pierwszy region w Polsce, przyjęło Regionalny Plan Działania na Rzecz Klimatu (RAPCE – Regional Action Plan for Climate and Energy). Była to odpowiedź na wyzwania, które stawia polityka neutralności klimatycznej Unii Europejskiej do 2050 r. Małopolska jest liderem w Polsce w zakresie odsetka absolwentów kierunków studiów powiązanych z eko—innowacjami oraz wartości nakładów wewnętrznych na działalność B+R w dziedzinach powiązanych z eko—innowacyjnością. Małopolska jest regionem należącym do grupy trzech polskich regionów z największą liczbą uzyskanych patentów na eko—innowacje, a ich udział w ogólnej liczbie patentów jest wyższy od poziomu ogólnokrajowego.

Firmy Orlen Południe S.A. i Grupa Azoty S.A., zlokalizowane w Małopolsce, należą do wiodących polskich firm w branży technologii wodorowych, a Polska jest trzecim w Unii Europejskiej (po Niemczech i Holandii) i piątym na świecie producentem wodoru.

4.5. Problemy i wyzwania

Transformacja energetyczna jest jednym z kluczowych wyzwań, przed którymi stoi Małopolska. Rezygnacja z paliw kopalnych, w tym wygaszanie kopalń w zachodniej części regionu, niesie istotne konsekwencje gospodarcze i społeczne. Jednocześnie rozwijają się nowe specjalizacje: instalacja fotowoltaiki, pomp ciepła, systemów BIPV, rozwiązań smart building czy technologii związanych z efektywnym zarządzaniem energią. Małopolska, jako region objęty Funduszem Sprawiedliwej Transformacji, stoi przed szansą przekształcenia wyzwań w impuls dla innowacyjnego rozwoju.

Rozszerzona Platforma Specjalizacyjna ZEP obejmuje nie tylko OZE i efektywność energetyczną, ale także technologie wodorowe, elektroenergetykę, zaawansowaną chemię materiałową, recykling i GOZ, nowoczesne budownictwo oraz magazynowanie energii. Oznacza to potrzebę systemowego podejścia – zarówno w polityce rozwoju, jak i wsparcia innowacji.

Zasadnicze wyzwania w budowaniu efektywnego ekosystemu innowacji dla tej domeny to:

➤ **Rozwój lokalnego potencjału technologicznego i rynku dostawców**

Włączenie lokalnych firm w łańcuchy wartości sektora zrównoważonej energii jest niezbędne dla wzmocnienia gospodarki regionalnej. W sektorach takich jak elektroenergetyka, chemia przemysłowa, zielone budownictwo czy energetyka wodorowa istnieje potrzeba silniejszego udziału lokalnych MŚP i startupów. Tworzenie „local contentu” powinno obejmować też naukowców i instytucje badawcze, szczególnie w zakresie komercjalizacji technologii.

➤ **Zapewnienie sprawiedliwej transformacji w regionach pogórnich**

Wygazanie przemysłu węglowego stawia w wyzwaniach m.in. powiaty oświęcimski, chrzanowski czy olkuski. Potrzebne są mechanizmy transformacji społeczno-gospodarczej – przekwalifikowanie pracowników, przyciąganie inwestycji w nowe sektory (np. instalacje magazynowania energii, przemysł chemiczny o niskim śladzie węglowym) oraz wsparcie rewitalizacji zdegradowanych terenów.

➤ **Lepsza koordynacja polityk i elastycznych narzędzi wsparcia**

Zrównoważona transformacja wymaga spójnych działań ze strony samorządów, instytucji wsparcia biznesu, organizacji badawczych i otoczenia społecznego. Kluczowe jest powiązanie Regionalnej Strategii Innowacji, Planu Działań dla Klimatu, strategii GOZ oraz polityk edukacyjnych. Brakuje zintegrowanego systemu wspierania innowacji międzysektorowych – m.in. na styku chemii, energetyki i cyfryzacji.

➤ **Utrzymanie i rozwój Regionalnej Bazy Wiedzy oraz długofalowe strategie działań platform specjalizacyjnych**

RBW to narzędzie o wysokim potencjale, jednak wymaga ciągłej aktualizacji i aktywnego wykorzystania w PPO. Konieczne jest uzupełnianie bazy o dane rynkowe, trendy technologiczne i wyniki analiz branżowych. Równocześnie potrzebne jest uruchomienie i długofalowe utrzymanie pełnowymiarowej platformy specjalizacyjnej – jako przestrzeni do łączenia aktorów systemu innowacji, prezentacji dobrych praktyk, inicjowania projektów i sieciowania interesariuszy.

➤ Wyzwania środowiskowe i infrastrukturalne

Małopolska podejmuje zdecydowane działania w zakresie jakości powietrza – m.in. przez wdrażanie uchwał antysmogowych i wymianę emisyjnych źródeł ciepła. Małopolskie uchwały antysmogowe - dla całego województwa i wprowadzająca zakaz paliw stałych dla Krakowa – stały się wzorem dla kolejnych regionów Polski.¹⁰ Jednak równie istotne są: rozwój infrastruktury do zarządzania energią (inteligentne sieci, magazyny), zagospodarowanie odpadów jako surowców w GOZ (np. RDF, surowce wtórne dla przemysłu chemicznego), dekarbonizacja transportu (elektromobilność, wodór) – w tym rozwój infrastruktury ładowania i stref czystego transportu.

➤ Wzmocnienie kapitału ludzkiego i kształcenie kompetencji przyszłości

Niedobór specjalistów w obszarach takich jak automatyka, energetyka, technologie chemiczne czy analiza danych utrudnia wdrażanie innowacji. Należy zintensyfikować współpracę między uczelniami, firmami i szkołami branżowymi – m.in. poprzez klastry kompetencji, programy dualne, projekty edukacyjne i upskilling w obliczu dynamicznie zmieniających się potrzeb kompetencyjnych w regionie.

➤ Poprawa integracji z europejskim systemem innowacji

Pomimo rosnącej aktywności w programie Horizon Europe, wciąż ograniczona jest liczba projektów, w których liderami są podmioty z Małopolski. Wzmocnienie kompetencji w zakresie internacjonalizacji, partnerstw międzyregionalnych i transferu wiedzy z UE może otworzyć region na nowe źródła finansowania i wymiany technologii.

Złożoność transformacji energetycznej, rozwój technologii o wysokim poziomie innowacyjności oraz potrzeba integracji różnych sektorów (energia, chemia, metalurgia, cyfryzacja) sprawiają, że Małopolska potrzebuje zintegrowanego, wielosektorowego podejścia do wspierania innowacji i budowy silnej pozycji konkurencyjnej w obszarze zrównoważonej energii.

5. Część diagnostyczna

Diagnoza domen ujętych w MPS ZEP została zawarta w dokumencie Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego 2030¹¹. Główny bazowy obszar MPS czyli Energia Zrównoważona definiowana jest

¹⁰ <https://www.malopolska.pl/aktualnosci/srodowisko/ekologiczne-sukcesy-i-wyzwania-dla-malopolski-w-dniu-ziemi-2021?version=textual>

¹¹ <https://www.malopolska.pl/biznes/innowacje/regionalna-strategia-innowacji>

tam jako obszar działań związanych z procesami zmierzającymi do uzyskania zerowego (a nawet potencjalnie dodatniego) bilansu energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł w stosunku do energii zużywanej. Działania w ramach tej domeny mogą pozwolić wygenerować nowe ścieżki do nieznanymi zasobów, poszerzając spektrum przyszłych technologii. Poniżej przedstawiamy propozycje uzupełniające uszczegółowienie głównych dziedzin, zaproponowane w Aneksie Specjalizacyjnym opracowanym w 2023 r. dla domeny Zrównoważona Energia.

<p>[1] Procesy badawcze, technologiczne oraz projektowanie urządzeń i systemów do analizowania charakterystyk źródeł energii.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizacja badań i pomiarów parametrów atmosferycznych tj. opady, temperatura, ciśnienie, dynamika zmian wiatru, promieniowania słonecznego, mogących wpłynąć na lepsze dopasowanie określonych źródeł energii OZE. - Rozwijanie urządzeń do rejestracji wyników badań, pomiarów, prognozujących oraz systemów predykcyjnych. - Generowanie map w zakresie możliwości rozwoju poszczególnych technologii i źródeł energii.
<p>[2] Wytwarzanie, transformacja energii bazujące na „czystych” źródłach odnawialnych i nowoczesnym wykorzystaniu tradycyjnych źródeł energii.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Innowacyjne, wysokosprawne urządzenia i systemy mikrogeneracyjne ciepła i/lub energii elektrycznej, wykorzystujące dowolne źródła energii pierwotnej - Zintegrowane układy do wytwarzania różnych nośników energii: energii elektrycznej, ciepła, chłodu. - Nowe, innowacyjne źródła odnawialne zintegrowane z magazynami ciepła i energii elektrycznej. - Udoskonalone technologie wykorzystania ciepła odpadowego lub niskotemperaturowego powstałego w wyniku procesów technologicznych. - Wytwarzanie ciepła/chłodu/energii elektrycznej w systemach kogeneracji lub trigeneracji z wykorzystaniem wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych. - Nowe technologie związane ze zgazowaniem węgla oraz technologie ogniwi paliwowych - Nowe rozwiązania techniczne i materiałowe poprawiające żywotność maszyn i urządzeń energetycznych. - Zastępowanie technologii wykorzystania gazu ziemnego jako kopaliny na rzecz biogazu rolniczego i składowiskowego. - Nowe technologie wytwarzania energii elektrycznej (również w skojarzeniu) z użyciem ogniwi paliwowych (do zastosowań mobilnych lub stacjonarnych). - Metody i technologie magazynowania energii z wykorzystaniem różnych nośników.

	<ul style="list-style-type: none"> - Magazynowanie energii z zastosowaniem materiałów zmiennofazowych. - Badania i rozwój nowego typu materiałów lub technologii stosowanych w procesie magazynowania energii w celu zwiększenia jego bezpieczeństwa i efektywności. - Ogniwa fotowoltaiczne oparte na nowych materiałach oraz inne nowe technologie pozwalające na wytwarzanie energii ze źródeł solarnych. - Innowacyjne technologie wytwarzania energii elektrycznej z energii wiatru mające na celu zwiększanie sprawności procesu konwersji energii wiatru. - Nowe technologie poszukiwania i eksploatacji wód geotermalnych, w tym technologie zagospodarowania zużytych wód geotermalnych. - Analizy wykorzystania bioodpadów miejskich w lokalnych biogazowniach. - Technologie otrzymywania biopaliw i biopłynów umożliwiające zmniejszenie ilości produktów odpadowych i ubocznych.
<p>[3] Dystrybucja energii wraz z jej efektami konwersji.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wykorzystanie nowych form lub metod konwersji energii (np. Energy Harvesting). - Nowe lub ulepszone technologie i systemy wspierające projektowanie instalacji energetycznych. - Zamknięte systemy dystrybucyjne i wykorzystanie ich do promowania energetyki rozproszonej. - Nowe systemy zarządzania i sterowania pracą sieci niskiego napięcia ze źródłami i zasobnikami energii. - Systemy dystrybucji energii w budynku w zależności od dostępności i chwilowych potrzeb, poprzedzone opracowaniem systemu priorytetyzacji wykorzystania różnych źródeł energii w zintegrowanym systemie energetycznym budynku.
<p>[4] Inteligentne sieci lub narzędzia IT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Optymalizacja wytwarzania i wykorzystania energii poprzez nowoczesne systemy sterowania i monitoringu – systemy zarządzania energią. - Inteligentne narzędzia wykorzystywane dla optymalizacji pracy i sterowania sieciami przesyłowymi i dystrybucyjnymi. - Elektrownie wirtualne (Virtual Power Plants) i ich wykorzystanie do regulacji pracy systemu elektroenergetycznego oraz rozproszonych źródeł energii o różnej mocy. - Metody i środki poprawy efektywności energetycznej oraz redukcji strat energii w sieciach przesyłowych i

	<p>rozdzielczych, w tym produkty, usługi oraz narzędzia inżynierskie.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rozwój nowych technik cyberbezpieczeństwa (Cybersecurity) – rozwój oprogramowania, urządzeń i usług bezpieczeństwa informatycznego w elektroenergetyce. - Cyfrowe systemy pomiarowe, w tym systemy zdalnego opomiarowania (Advanced Metering Infrastructure – AMI) – nowe konstrukcje elementów AMI, technologie komunikacji i inteligentne oprogramowania Systemów Centralnych AMI, interoperacyjność i wymiennność elementów AMI
<p>[5] Energoozczędne inteligentne budynki (Smart Home), miasta (Smart City) i inne obszary zasiedlone.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Integracja systemów opomiarowania i odczytu wielu mediów (prąd, woda, gaz, ciepło), w tym rozwiązania dla Smart Cities. - Nowe metody integracji źródeł i zasobników energii elektrycznej oraz ciepła w mikroinstalacjach, małych instalacjach oraz klastrach energii / autonomicznych regionach energetycznych. - Nowe technologie informatyczne w określaniu warunków przyłączenia oraz prognozy pracy sieci elektroenergetycznych z udziałem energetyki prosumenckiej (Virtual Power Plants). - Materiały i wyroby budowlane o podwyższonych parametrach konstrukcyjnych, izolacyjnych i paroprzepuszczalnych, o wysokiej odporności na procesy starzenia i wysokiej odporności ogniowej, termorefleksyjne, wytwarzane z surowców wtórnych lub odnawialnych; których cykl życia (w tym technologia wytwarzania) charakteryzuje się niskim wpływem na środowisko. - Materiały służące do akumulowania ciepła i chłodu oraz technologie ich wytwarzania. - Tworzenie rozwiązań w zakresie ciepła systemowego do produkcji chłodu. - Materiały i technologie słonecznych systemów pasywnych zintegrowanych z obudową budynku. - Energoozczędne oświetlenie, serwisowalne modułowe oprawy energoozczędnego oświetlenia o zminimalizowanej energii wbudowanej, oprawy zwiększające skuteczność chłodzenia i trwałość ich elementów, oraz materiały i technologie ich wytwarzania. - Wysokiej jakości, trwałe i bezpieczne materiały i wyroby budowlane, spełniające warunki gospodarki o obiegu zamkniętym.

	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie i systemy inteligentnego budynku ze szczególnym uwzględnieniem nowych algorytmów optymalizujących wykorzystanie energii z zintegrowanych z budynkiem źródeł odnawialnych i lokalnych systemów akumulacji, zaawansowanych systemów prognozowania wytwarzania i zapotrzebowania na energię.
<p>[6] Oszczędny i inteligentny - efektywny transport.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - E-mobility - niskoemisyjny i zeroemisyjny transport publiczny. - Opracowanie sposobów rozwoju sektora elektromobilności w kontekście pracy sieci elektroenergetycznych. - Terminale szybkiego ładowania akumulatorów. - Zintegrowany transport miejski powiązany przez HUBy Park&Ride wraz z infrastrukturą rowerową, hulajnogami elektrycznymi. - Rozwój i wdrażanie systemów logistyki dla efektywnego zarządzania i nawigowania transportem miejskim.

Organizacja warsztatów Smart Lab, zrealizowanych zgodnie z formułą PPO, oraz wynikające z nich rezultaty pozwoliły na wytypowanie dwóch obszarów, które podlegały dalszej dogłębnej analizie w tym etapie prac, w celu określenia ich kierunków rozwoju i priorytetów wspierania innowacyjnych technologii, produktów i usług realizowanych w Małopolsce. Warsztaty realizowane były przy współudziale interesariuszy reprezentujących podmioty sektora biznesu, nauki i administracji, prowadzących działalność w Małopolsce lub związanych z Małopolską. W Aneksie uwzględniono również trzeci kluczowy dla Małopolski obszar skoncentrowany na odnawialnych źródłach i zasobach energii, dla którego działania zrealizowano w 2023 r.

Z 19 wymienionych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego dziedzin do bardziej szczegółowej analizy przyjęto następujące obszary:

- [1] energooszczędne inteligentne budynki i miasta, ze szczególnym naciskiem na efektywność energetyczną budownictwa i koncepcję Smart City
- [2] odnawialne zasoby i źródła energii (w oparciu o działania pilotażowe realizowane w roku 2023)
- [3] GOZ w obszarach budownictwo, energia i przemysł

5.1. Energooszczędne inteligentne budynki i miasta

Budynki i infrastruktura miejska odgrywają kluczową rolę w przeciwdziałaniu kryzysowi klimatycznemu i dekarbonizacji gospodarki – zarówno poprzez ograniczanie zużycia energii, jak i poprawę jakości środowiska życia. Według szacunków Międzynarodowej Agencji Energii, sektor budownictwa odpowiada za około 38% globalnych emisji CO₂ – z czego 10% pochodzi z procesów produkcji materiałów, budowy i rozbiórki, a 28% z eksploatacji obiektów. W regionach objętych działaniami Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju emisje z budynków przekraczają 43% całkowitej emisji gazów cieplarnianych. Globalne zasoby budowlane mogą się podwoić do 2050 roku, co bez wyraźnych zmian w technologii i standardach będzie skutkować znaczącym wzrostem emisji.

Dekarbonizacja sektora budynków to jedno z najbardziej efektywnych kosztowo działań na rzecz ograniczania skutków zmian klimatu. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabierają nowe regulacje, w tym znowelizowana dyrektywa UE w sprawie efektywności energetycznej (EED), która wprowadza obowiązek redukcji zużycia energii końcowej o co najmniej 11,7% do 2030 r. oraz wymóg osiągnięcia oszczędności rocznych na poziomie 1,49% w latach 2024–2030.

W Małopolsce, szczególnie w Krakowie i aglomeracji, podejmowane są liczne inicjatywy ukierunkowane na rozwój inteligentnych i energooszczędnych rozwiązań w urbanistyce i budownictwie. Region wyróżnia się wysokim poziomem świadomości ekologicznej oraz aktywnością samorządów i uczelni wyższych w tym obszarze. Przykłady integracji realizowanych i potencjalnych przyszłych działań obejmują m.in.:

- **Kraków jako Living Lab Smart City/Urban LAB** – miasto realizuje strategię Smart City, w której szczególną rolę odgrywają otwarte dane, rozwiązania z zakresu zarządzania energią, transportu i jakości powietrza. Uruchomiona platforma Urban Lab Kraków mogłaby w przyszłości wspierać współpracę z mieszkańcami i startupami w testowaniu i prezentacji rozwiązań miejskich.
- **Nowa Huta Przyszłości** – wieloletni program rewitalizacji obszaru przemysłowego, którego kluczowym elementem jest tworzenie energooszczędnych, zrównoważonych przestrzeni mieszkalnych i przemysłowych z wykorzystaniem m.in. OZE, systemów zarządzania energią i ekologicznych materiałów (przestrzeń do projektów pilotażowych).

- **Projekt „MONICA” (Monitoring and Control of Air Quality)** – wdrożony w Krakowie system monitorowania jakości powietrza, w oparciu o sieć czujników, analizę big data i interfejsy może szeroko informować mieszkańców o stanie środowiska w czasie rzeczywistym i pozwalać na predykcję stanu powietrza i optymalizacji sposobów bieżącej poprawy jakości powietrza.
- **Kampus AGH jako demonstrator energooszczędnych technologii** – inwestycje w inteligentne systemy zarządzania energią, rekuperację i fotowoltaikę; projektowanie i testowanie rozwiązań BMS/EMS dla obiektów uczelnianych (projekty pilotażowe).

Nowoczesne budownictwo energooszczędne w regionie rozwija się w oparciu o technologie cyfrowe, prefabrykację, pasywne systemy grzewcze, pompy ciepła, BIPV (zintegrowane z budynkami panele PV), zarządzanie oświetleniem i klimatyzacją. Wiodącą rolę odgrywają tu również systemy typu HEMS (Home Energy Management System) i BMS (Building Management System), wspierane przez IoT i AI. Do kluczowych technologii stosowanych w inteligentnym budownictwie i miastach należą:

- Internet Rzeczy (IoT) – umożliwia łączenie urządzeń i systemów w zintegrowaną sieć, pozwalającą na automatyczne sterowanie i analizę danych w czasie rzeczywistym (np. oświetlenie, HVAC, monitoring zużycia mediów).
- Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML) – wspierają optymalizację zarządzania energią i predykcyjne zarządzanie eksploatacją budynków.
- Systemy BMS/IBMS/IIBMS – pozwalają na integrację różnych instalacji i urządzeń budynkowych w jeden system zarządzania energią, bezpieczeństwem i komfortem.
- Technologie BIM (Building Information Modeling)/Digital Twin – umożliwiają cyfrowe projektowanie i modelowanie energetyczne budynków na każdym etapie ich cyklu życia.
- Smart grid i mikrosieci – umożliwiają lokalną produkcję i dystrybucję energii, integrując odnawialne źródła energii (OZE) z magazynami i odbiorcami.
- Technologie prefabrykacji i modułowego budownictwa – przyspieszają proces inwestycyjny, poprawiają jakość wykonania oraz obniżają energochłonność procesu budowlanego.
- Systemy zarządzania energią HEMS/EMS – stosowane w budownictwie indywidualnym, zbiorowym oraz przestrzeniach miejskich, umożliwiają kontrolę i planowanie zużycia energii.

- Rozwiązania oparte na blockchain – wspierają przejrzyste rozliczanie energii w ramach systemów prosumenckich i społeczności energetycznych.

W kontekście Małopolski szczególne znaczenie mają również: rozwój inteligentnych dzielnic energetycznych integrujących budownictwo, mobilność i OZE (np. model kampusowy), modernizacja zasobów mieszkaniowych z wielkiej płyty, technologie głębokiej termomodernizacji, w tym rozwiązań pasywnych i energooszczędnych, rozwój zintegrowanej infrastruktury ładowania (e-mobilność) oraz zagospodarowanie ciepła odpadowego i geotermii w systemach ciepłowniczych. Coraz większe znaczenie w Małopolsce zyskują technologie prefabrykacji i budownictwa modułowego, wpisujące się w trend zwiększania efektywności energetycznej i skracania czasu realizacji inwestycji. Prefabrykacja pozwala na ograniczenie odpadów budowlanych, optymalizację procesów montażowych oraz poprawę jakości dzięki standaryzacji i kontroli produkcji w warunkach fabrycznych. W regionie rozwijają się firmy wyspecjalizowane w prefabrykacji elementów konstrukcyjnych (ścian, stropów, modułów sanitarnych i instalacyjnych), a także powstają inicjatywy badawcze i edukacyjne, wspierające wdrażanie technologii niskoemisyjnych w sektorze budownictwa. Przykładem są działania AGH i Politechniki Krakowskiej w zakresie zautomatyzowanej prefabrykacji elementów betonowych oraz integracji rozwiązań BIM z cyfrowym planowaniem produkcji. Prefabrykacja w połączeniu z technologiami BIM, IoT i automatyką budynkową tworzy zintegrowane podejście do projektowania i realizacji budynków inteligentnych. W regionie widoczne są również rosnące inwestycje w sektorze budynków pasywnych i zeroenergetycznych, aktywne są klastry branżowe (BIM Klaster, Klaster Zrównoważona Infrastruktura), które inicjują projekty pilotażowe, szkolenia i działania integrujące środowiska projektantów, firm technologicznych i inwestorów.

Główne wyzwania dla rozwoju inteligentnych miast i budynków w Małopolsce to m.in.:

- brak spójnego systemu danych przestrzennych i energetycznych na poziomie gmin,
- ograniczona liczba specjalistów w zakresie zarządzania energią i cyfrowej automatyzacji budynków,
- niewystarczające wdrażanie systemów BIM i smart city poza Krakowem,
- potrzeba zwiększenia skali inwestycji w głęboką termomodernizację oraz cyfryzację infrastruktury komunalnej.

Mimo to Małopolska ma solidne fundamenty do dalszego rozwoju – silne ośrodki akademickie (AGH, Politechnika Krakowska, Uniwersytet Rolniczy), sieci badawcze i klastry, rozwijające się firmy z sektora HVAC, automatyki i ICT. Włączenie tych zasobów w struktury inteligentnych miast oraz zrównoważonego budownictwa stanowi szansę na dalsze umacnianie pozycji regionu jako lidera transformacji energetyczno-cyfrowej.

Inteligentne miasta (Smart Cities), jako zintegrowany element zrównoważonego rozwoju urbanistycznego, zyskują coraz większe znaczenie także w Małopolsce – w tym w szczególności w aglomeracji krakowskiej. Współczesne podejście do Smart Cities 3.0 zakłada nie tylko wykorzystanie technologii, ale także aktywne włączanie mieszkańców w procesy planowania i zarządzania miastem. Kluczową rolę odgrywa tu cyfryzacja infrastruktury miejskiej, automatyzacja systemów usług publicznych, zaawansowana analityka danych w czasie rzeczywistym (big data) oraz rozwój rozwiązań chmurowych i Internetu Rzeczy (IoT).

Miasta takie jak Kraków wdrażają inteligentne systemy transportowe, systemy zarządzania energią, oświetleniem miejskim i gospodarką wodno-ściekową. Powstają zintegrowane systemy zarządzania ruchem i flotą komunikacji miejskiej (np. system ITS w Krakowie planowany do wdrożenia w 2026 r.)¹², rozwijane są sieci czujników środowiskowych monitorujących jakość powietrza i hałas, a partycypacja obywatelska wspierana jest poprzez cyfrowe platformy do konsultacji społecznych. Jednocześnie wdrażane są zaawansowane systemy bezpieczeństwa publicznego, monitoringu wideo, oraz inteligentne usługi zdrowotne i edukacyjne – np. e-usługi miejskie i projekty typu „Małopolska Chmura Edukacyjna”.

Do najważniejszych obszarów wdrażania smart city należą obecnie:

- **Zrównoważona energetyka miejska** (smart grids, efektywne oświetlenie, OZE),
- **Mobilność miejska** (inteligentne systemy transportowe, pojazdy elektryczne i współdzielone, rozwój stref czystego transportu),
- **Otwarte dane i cyfrowe platformy miejskie** (umożliwiające tworzenie aplikacji oraz angażowanie społeczności),
- **Zarządzanie środowiskiem i odpadami**,
- **Wspieranie przedsiębiorczości technologicznej** (klastry, living laby, demonstratory, inkubatory miejskie).

¹² <https://www.budujemy.krakow.pl/rozwoj-inteligentnych-systemow-transportowych-its-poprawiajacych-dostepnosc-komunikacyjna-na-terenie-miasta-krakowa/>

Warto dodać, że Kraków, jako jeden z pierwszych samorządów w Polsce, prowadzi działania na rzecz integracji inteligentnych systemów zarządzania miastem z celami polityki klimatycznej i gospodarki cyrkularnej, m.in. poprzez wdrożenie Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej¹³ i współpracę z sektorem akademickim oraz przemysłem technologicznym.

5.1.1. Analiza otoczenia konkurencyjnego i makroekonomicznego dziedziny

Rozwój energooszczędnych i inteligentnych budynków oraz miast wpisuje się w długofalową politykę klimatyczną UE, obejmującą m.in. Europejski Zielony Ład, dyrektywę EPBD (dot. charakterystyki energetycznej budynków) oraz pakiet „Fit for 55”. Nowe regulacje przyspieszają konieczność wprowadzenia budownictwa o zerowej lub bliskiej zeru emisji (nZEB), a także głębokiej transformacji energetycznej zasobów mieszkaniowych i użyteczności publicznej w całej Europie. W tym kontekście Polska – a w szczególności Małopolska – staje przed szeregiem wyzwań technologicznych, ekonomicznych i społecznych, ale i szansą na rozwój innowacyjnego rynku budownictwa niskoemisyjnego i inteligentnych miast nowej generacji.

Jednym z kluczowych wyzwań pozostaje implementacja zaawansowanych technologii pozwalających spełnić kryteria zeroemisyjności budynków, przy jednoczesnej adaptacji do zmian klimatycznych – w tym rosnących temperatur i okresów ekstremalnych zjawisk pogodowych. Szczególnie istotna staje się poprawa efektywności chłodzenia i wentylacji przy minimalnym zużyciu energii oraz zapewnienie wysokiego komfortu cieplnego przez cały rok. Niezmiennie obowiązuje zasada „efektywność energetyczna przede wszystkim”, a zaostrzone normy dotyczące izolacyjności przegród zewnętrznych nie powinny być luzowane mimo postępującego ocieplenia klimatu.

Coraz większe znaczenie będą mieć technologie prefabrykacji i budownictwa modułowego, w tym również rozwój druku 3D i rozwiązań addytywnych. Umożliwiają one skrócenie czasu budowy, optymalizację kosztów oraz ograniczenie strat materiałowych i śladu węglowego. Jednocześnie Polska dysponuje znaczącym potencjałem w zakresie surowców alternatywnych – szczególnie biomasy rolniczej i drewna konstrukcyjnego – które mogą zostać wykorzystane jako ekologiczne komponenty budowlane i materiały termoizolacyjne. W tym kontekście

¹³ https://metropoliakrakowska.pl/brepo/panel_repo/2023/12/19/xifhjt/01-sump-dokument-glowny.pdf

Małopolska, jako region z dostępem do zasobów leśnych, rolnych oraz zaplecza naukowo-badawczego, może odegrać istotną rolę w rozwoju rynku ekologicznych materiałów niskoemisyjnych.

Wzrasta również zapotrzebowanie na inteligentne systemy zarządzania energią (BMS, IBMS, EMS) oraz mikrosieci lokalne z magazynowaniem energii i możliwością ładowania pojazdów elektrycznych. Współczesne budynki muszą być gotowe na integrację z infrastrukturą elektromobilności oraz na aktywne uczestnictwo w rynku energii – jako odbiorcy, prosumenci lub elastyczni uczestnicy rynku usług systemowych.

W sektorze modernizacji – szczególnie w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych – kluczowym wyzwaniem pozostaje uruchomienie szeroko zakrojonego procesu głębokiej termomodernizacji, zgodnego z logiką „no regret”. Chodzi o takie działania, które raz wykonane nie będą wymagały powrotu do przestarzałych i wysokoemisyjnych technologii grzewczych, np. kotłów węglowych. Dodatkowym wyzwaniem jest termomodernizacja budynków zabytkowych, która musi równoważyć kwestie ochrony dziedzictwa z koniecznością poprawy efektywności energetycznej.

W wymiarze makroekonomicznym duże znaczenie ma dostępność wyspecjalizowanej kadry, firm wykonawczych oraz rozwój rynku innowacyjnych produktów i usług. Polska branża budowlana jest obecnie mocno rozproszona i zdominowana przez firmy niskomarzowe, co utrudnia wdrażanie kosztownych innowacji bez systemowego wsparcia ze strony państwa. Równolegle istnieje potrzeba podnoszenia świadomości oraz edukacji w zakresie znaczenia efektywności energetycznej – zarówno dla klimatu, jak i domowego budżetu.

Wśród czynników konkurencyjnych można wskazać także rosnące znaczenie modelu cyfrowego zarządzania budynkami i miastami – m.in. z wykorzystaniem technologii BIM (Building Information Modeling), cyfrowych bliźniaków (digital twins), zintegrowanych platform danych miejskich, a także usług opartych na analizie danych w czasie rzeczywistym. Coraz istotniejsza będzie interoperacyjność systemów oraz wdrażanie standardów komunikacji zgodnych z europejskimi normami (np. normy ISO/IEC dla smart city i smart building).

Rosnące zainteresowanie modelami Smart City 3.0 w Europie i na świecie wpływa na konkurencyjność regionów w przyciąganiu inwestycji oraz projektów pilotażowych. Małopolska – z Krakowem jako głównym ośrodkiem akademickim i wdrożeniowym – ma szansę umocnić swoją pozycję poprzez realizację inicjatyw opartych na zaawansowanych technologiach miejskich: Internet of Things (IoT), AI/ML, big data,

zarządzaniu mobilnością, cyfrowych usług publicznych, rozwoju infrastruktury OZE i lokalnych systemów energetycznych, a także projektach obywatelskich z zakresu partycypacji cyfrowej.

5.1.2. Analiza SWOT

Analizy SWOT w ramach projektu zostały wypracowane z grupami interesariuszy w sposób partycypacyjny podczas warsztatu „SMART LAB SMART CITY”. Poniżej przedstawiamy skrót analizy SWOT dla domeny „energooszczędne inteligentne budynki i miasta” w Małopolsce:

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
<ul style="list-style-type: none"> - Polityczne i instytucjonalne wsparcie: silne zaangażowanie władz regionalnych i samorządowych we wdrażanie inteligentnych specjalizacji, w tym rozwiązań smart city. - Potencjał akademicko-badawczy: Małopolska – zwłaszcza Kraków – to jeden z najsilniejszych ośrodków naukowo-badawczych w kraju, z zapleczem uczelni (AGH, UJ, PK) i eksperckich instytucji. - Infrastruktura IT i transportowa: dobrze rozwinięta sieć drogowa i lotnicza (autostrada A4, lotnisko w Balicach), wysoki poziom cyfryzacji i duża liczba informatyków. - Rozwinięty rynek budowlany i inwestycyjny: duża liczba inwestycji mieszkaniowych i modernizacji w regionie, - Silne instytucje otoczenia biznesu oraz skupienie ekspertów, którzy znają technologie - Dostęp do funduszy UE i strukturalnych: środki na innowacje, B+R, termomodernizację i rozwój energetyki rozproszonej oraz Smart Grid. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asymetria rozwoju regionalnego: dominacja Krakowa w działaniach B+R i Smart City przy ograniczonym zaangażowaniu mniejszych ośrodków. - Ograniczenia proceduralne i legislacyjne: przetargi preferujące najniższą cenę, a nie jakość; trudności formalne we współpracy administracji z nauką i biznesem. - Niewystarczająca edukacja i świadomość: niska znajomość programów wsparcia, ograniczona świadomość korzyści smart rozwiązań, wykluczenie komunikacyjne i niskie zaufanie do współpracy. - Braki kadrowe: niedobór specjalistów gotowych do wdrażania i utrzymania nowych technologii. - Uzależnienie od środków publicznych: wiele działań z zakresu B+R czy termomodernizacji nie odbywa się bez wsparcia dotacyjnego
SZANSE	ZAGROŻENIA
<ul style="list-style-type: none"> - Zielona transformacja i programy UE: polityki UE (Zielony Ład, Fit for 55, NEB, Renovation Wave) jako silny 	<ul style="list-style-type: none"> - Wahania gospodarcze i finansowe: sytuacja geopolityczna, ograniczony dostęp do kredytowania, ryzyko

impuls dla wdrażania inteligentnych i energooszczędnych rozwiązań.

- **Nowe modele energetyczne i urbanistyczne:** rozwój wspólnot energetycznych, domów pasywnych i Smart Home jako wsparcie dla lokalnych społeczności i gospodarki.
- **Silna baza cyfrowa i technologiczna:** możliwości integracji IoT, AI, big data i 5G w projektach miejskich (np. Inteligentne Miasto Kraków).
- **Poprawa jakości życia i efektywności energetycznej:** wykorzystanie Smart City do redukcji kosztów eksploatacyjnych i poprawy komfortu mieszkańców.
- **Potencjał do eksportu know-how:** możliwe wykorzystanie technologii i doświadczeń w odbudowie Ukrainy i promocji innowacji z Małopolski na innych rynkach

przeciążenia rynku zbyt szybkim tempem inwestycji.

- **Greenwashing i niska jakość rozwiązań:** napływ tanich produktów niskiej jakości i działań pozorowanych może zaszkodzić wiarygodności sektora.
- **Odływ kadr i brak specjalistów:** malejąca dostępność wykwalifikowanych pracowników budownictwa i IT.
- **Fragmentaryczność wdrożeń i brak koordynacji:** ryzyko niespójnych działań lokalnych, które nie tworzą zintegrowanej struktury miejskiej.

5.1.3. Rekomendacje i możliwe ścieżki współpracy

Poniżej przedstawiamy rekomendacje i możliwe scenariusze rozwoju współpracy (zebrane podczas realizacji usługi w trakcie warsztatu SMART LAB i wywiadów pogłębionych) dla planowanych działań i potencjalnych projektów dla niniejszej domeny w Małopolsce. W kontekście realizacji celów neutralności klimatycznej, poprawy jakości życia mieszkańców oraz rozwoju zrównoważonego budownictwa i inteligentnych miast, rekomenduje się następujące kierunki działań, priorytety technologiczne oraz możliwe ścieżki współpracy instytucjonalnej i środowiskowej w regionie:

Innowacyjne materiały i technologie budowlane

- ➔ Rozwój niskoemisyjnych materiałów budowlanych o podwyższonych parametrach izolacyjnych, paroprzepuszczalnych i ognioodpornych (o wysokiej odporności na procesy starzenia i materiały termo-refleksyjne), przy jednoczesnym niskim śladzie środowiskowym.

Preferowane są materiały pochodzące z recyklingu, z surowców odnawialnych lub lokalnych – np. z odpadów przemysłu drzewnego i rolnego.

- Zastosowanie materiałów o zmiennych właściwościach fizycznych, w tym inteligentnych powłok, tynków i osłon reagujących na zmienne warunki środowiskowe (światło, temperatura, wilgotność), sprzężonych z systemami zarządzania energią budynku (BEMS).
- Prefabrykacja i budownictwo modułowe, w tym technologie 3D i addytywne – jako kluczowe rozwiązania zwiększające efektywność procesu inwestycyjnego, redukujące odpady i umożliwiające elastyczne skalowanie inwestycji mieszkaniowych, senioralnych i komunalnych. Rekomenduje się testowanie pilotaży na obiektach wielorodzinnych oraz infrastrukturalnych (np. szkoły, domy opieki).

Efektywność energetyczna i zarządzanie energią

- Integracja pasywnych i aktywnych technologii słonecznych w obudowie budynków – m.in. BIPV, aktywne fasady, układy pasywnego pozyskiwania ciepła i chłodu.
- Promowanie budynków o wysokiej efektywności energetycznej, w tym pasywnych, zeroenergetycznych, plusenergetycznych i autonomicznych – zarówno w nowym budownictwie, jak i w modernizacji istniejących zasobów.
- Systemy inteligentnego zarządzania energią w budynkach (BMS/IBMS) z wykorzystaniem AI i algorytmów predykcyjnych, integrujące lokalne źródła OZE, magazyny energii, systemy ładowania pojazdów i dynamiczne taryfowanie. Rekomendowane są rozwiązania o otwartej architekturze i zgodne ze standardami interoperacyjności.
- Nowoczesne systemy oświetlenia energooszczędne – m.in. modułowe oprawy LED o zminimalizowanej energii wbudowanej, poprawionej efektywności chłodzenia, wysokiej trwałości i pełnej serwisowalności.
- Rozwój materiałów akumulacyjnych oraz zmiennofazowych (PCM – phase-change materials) dla chłodu i ciepła, wspierających stabilizację profilu zużycia energii.

Technologie i rozwiązania Smart City

- Koordynacja regionalnych działań w obszarze Smart City poprzez utworzenie przestrzeni współpracy – np. Małopolskiego Urban Labu – jako centrum edukacji technologicznej, popularyzacji wiedzy,

integracji i testowania rozwiązań miejskich. Celem jest eliminacja rozproszenia inicjatyw i budowa spójnego ekosystemu inteligentnych miast w regionie.

- ⇒ Integracja systemów pomiarowych i zarządczych wielu mediów (energia, woda, gaz, ciepło, odpady) z platformami zarządzania miejskiego i cyfrowymi bliźniakami miast (digital twins).
- ⇒ Wdrożenie pilotażowych rozwiązań w miastach Małopolski w zakresie zielonych dachów, inteligentnych przystanków, inteligentnego oświetlenia ulicznego, systemów monitoringu jakości powietrza i mobilności miejskiej.
- ⇒ Rozwijanie modeli partycypacyjnych i usług cyfrowych – w szczególności platform open data, aplikacji miejskich, narzędzi konsultacji społecznych oraz rozwiązań z zakresu cyfrowego włączenia mieszkańców.

Współpraca międzysektorowa i rozwój kompetencji

- ⇒ Aktywizacja uczelni i instytutów badawczych w ramach „trzeciej misji uczelni” – rozwój projektów wspólnych z firmami sektora budownictwa i energetyki, wsparcie w transferze wiedzy, doradztwie innowacyjnym (np. w ramach programu SPIN), programy stażowe i mentoringowe w ramach Małopolskiej Sieci Transferu Wiedzy.
- ⇒ Wspieranie powstawania konsorcjów B+R i partnerstw publiczno-privatnych (PPP) na rzecz wspólnych projektów pilotażowych i wdrożeniowych – szczególnie w zakresie budownictwa prefabrykowanego, efektywności energetycznej oraz infrastruktury cyfrowej miast.
- ⇒ Edukacja społeczna i profesjonalna – programy szkoleniowe, kampanie informacyjne i kursy branżowe dla projektantów, wykonawców, zarządców nieruchomości i użytkowników końcowych – w zakresie nowych materiałów, systemów zarządzania i narzędzi cyfrowych w budownictwie.

5.2. Odnawialne źródła energii

Województwo małopolskie, przyjmując w 2020 r. *Regionalny Plan Działań dla Klimatu i Energii*, wyznaczyło ambitne cele w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, zwiększenia udziału OZE oraz poprawy efektywności energetycznej w sektorze publicznym, prywatnym i komunalnym. Realizacja działań na rzecz adaptacji do zmian klimatycznych i przeciwdziałania ich skutkom przynosi już zauważalne

efekty: działania w zakresie ograniczenia emisji powierzchniowej podejmowane w Małopolsce w latach 2017-2024 pozwoliły na redukcję emisji pyłu PM10 o ponad 4424 ton, pyłu PM2,5 o 4223 ton oraz benzo(a)pirenu o 1531 kg. Poprawa jakości powietrza w Krakowie i Małopolsce szczególnie widoczna jest w okresie grzewczym od października do marca. Średnie stężenie pyłu PM10 między sezonem zimowym 2014/2015 a sezonem 2024/2025 spadło w Małopolsce o 45%, w tym w Krakowie aż o 53%, a poza Krakowem o 41%. Całkowity koszt realizacji działań w zakresie wdrażania Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego w 2024 roku wyniósł ponad 1 mld zł. Ponad 201 mln zł przeznaczono na poprawę efektywności energetycznej i instalację OZE w budynkach użyteczności publicznej, a prawie 65 mln zł na likwidację starych, niskosprawnych urządzeń grzewczych, termomodernizację i instalacje OZE. Zatrudnienie Ekodoradców, doradców ds. klimatu i prowadzenie punktów obsługi programu Czyste Powietrze to prawie 25 mln zł, a inwestycje związane z ograniczeniem emisji z transportu to koszt prawie 506 mln złotych.¹⁴

Rozwój OZE stanowi filar regionalnej polityki transformacji energetycznej. W gminach województwa małopolskiego w roku 2024 zainstalowano łącznie 13 647 odnawialne źródła energii. Dla porównania w 2023 roku zainstalowano 11 942 urządzenia. Najwięcej odnawialnych źródeł energii w roku 2024 zainstalowano w Krakowie (1 048 szt.), Nowym Sączu (540 szt.), Koszycach (507 szt.), Tarnowie (319 szt.) oraz Myślenicach (315 szt.) Najczęściej na terenie województwa instalowane były panele fotowoltaiczne (5 593 instalacje), urządzenia grzewcze na biomasę (4 654 instalacje) oraz pompy ciepła (2 526 instalacje).¹⁵

Coraz częściej instalacje OZE pojawiają się również na budynkach użyteczności publicznej. W efekcie, według danych Centralnego Rejestru Oszczędności Energii Finalnej (CROEF), oszczędności energii wyniosły w tym samym roku 8,25 ktoe, co odpowiadało 7,63% średniorocznych oszczędności energii finalnej zakładanych w regionalnym planie.

Ważnym kierunkiem dalszego rozwoju systemu OZE w Małopolsce są technologie wodorowe, zwłaszcza w kontekście integracji odnawialnych źródeł z lokalną infrastrukturą transportową, przemysłową i magazynową. Region posiada potencjał do rozwoju tzw. zielonego wodoru, czyli wodoru wytwarzanego z nadwyżek energii elektrycznej z OZE w procesie

¹⁴ <https://powietrze.malopolska.pl/program-ochrony-powietrza/efekty-realizacji/>

¹⁵ Podsumowanie realizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego za rok 2024

elektrolizy wody. W kontekście wyzwań transformacyjnych zachodniej części województwa oraz powiązań z sektorem motoryzacyjnym i transportowym (np. w Nowym Sączu, Oświęcimiu i Krakowie), wodór może odegrać kluczową rolę w dekarbonizacji ciężkiego transportu i przemysłu.

W Małopolsce już teraz podejmowane są inicjatywy w tym zakresie, m.in.:

- Strategia Wodorowa Województwa Małopolskiego – opracowana w 2023 r., przewiduje rozwój hubów wodorowych, projektów pilotażowych w zakresie transportu publicznego i przemysłu oraz działania edukacyjne;
- Działania podejmowane przez klastry energii i doliny wodorowe, wspierające wdrożenia w lokalnych gminach;
- Rozwijające się kompetencje badawczo-rozwojowe uczelni wyższych i jednostek naukowych (m.in. AGH, Politechnika Krakowska, Instytut Nafty i Gazu PIB).

Integracja OZE z technologiami magazynowania (w tym bateryjnego i wodorowego), a także rozwój inteligentnych sieci dystrybucyjnych i cyfrowych systemów zarządzania energią stanowią obecnie priorytetowe kierunki działania regionu w kontekście transformacji energetycznej oraz budowy zrównoważonego i odpornego systemu energetycznego.

5.2.1. Analiza otoczenia konkurencyjnego i makroekonomicznego dziedziny

Województwo Małopolskie, przyjmując w 2020 r. Regionalny Plan Działań dla Klimatu i Energii, zobowiązało się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz poprawy efektywności energetycznej. Wg danych Urzędu Miasta Krakowa na terenie gminy miejskiej Kraków w 2020 roku co 16 budynek mieszkalny posiadał instalację fotowoltaiczną, w 2021 r. był to już co 8 budynek, a w latach 2023 – 2025 co 5 budynek mieszkalny był wyposażony w instalację PV.

Łączna moc zainstalowana wszystkich źródeł energii elektrycznej w Polsce wyniosła w sierpniu 2025 r. aż 74,6 GW (energetyka konwencjonalna i OZE), z tego 36,5 GW przypada na odnawialne źródła energii (prawie 49%). Czerwiec 2025 roku przejdzie do historii polskiej energetyki jako miesiąc przełomowy. Po raz pierwszy w historii kraju odnawialne źródła energii wyprodukowały więcej prądu niż elektrownie węglowe. Ten symboliczny moment oznacza nie tylko zmianę w strukturze

produkcji energii, ale także rozpoczęcie nowej ery w polskiej energetyce – ery zielonej transformacji.

Dane opublikowane przez Forum Energii¹⁶ nie pozostawiają wątpliwości – w czerwcu 2025 roku OZE odpowiadały za 44,1% całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce, podczas gdy węgiel kamienny i brunatny łącznie wyprodukowały 43,7% energii. Choć różnica wydaje się symboliczna, to jej znaczenie dla polskiej energetyki jest ogromne.

Co więcej, drugi kwartał 2025 roku był pierwszym w historii, w którym udział węgla w miksie energetycznym spadł poniżej 50%, osiągając poziom 45,2%. To duży spadek w porównaniu do roku poprzedniego, gdy w analogicznym okresie węgiel odpowiadał za 56,4% produkcji energii.

Choć emisyjność polskiej gospodarki spadła istotnie w ciągu ostatnich 20 lat, Polska nadal należy do trzech najbardziej emisyjnych krajów UE (3 miejsce od końca na 27 krajów członkowskich). Na tym tle Małopolska wyróżnia się pozytywnie – region może poszczycić się najmniej emisyjną gospodarką w kraju. Potwierdzają to wyniki Ekoindeksu Millennium 2025, według którego Małopolska po raz piąty z rzędu zajęła pierwsze miejsce pod względem ekoinnowacyjności, uzyskując lepszy wynik od średniej krajowej w 17 z 21 wskaźników. Region dominuje w nakładach na B+R, liczbie patentów związanych z ekoinnowacjami oraz w strukturze zatrudnienia w sektorze ekoinnowacji. Kraków i Małopolska jako całość są uznawane za jeden z najaktywniejszych ośrodków akademicko-badawczych w kraju.

¹⁶ <https://www.forum-energii.eu/po-2025-r-wegiel-bedzie-wychodzil-z-polskiego-systemu-energetycznego-falami>

WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE



- Lider ekoinnowacyjności – utrzymuje pierwszą pozycję piąty raz z rzędu i zwiększa przewagę nad wiceliderem.
- Wynik wyższy od ogólnopolskiego region osiągnął w aż 17 zmiennych z 21 wykorzystanych w indeksie. Lider w subindeksie nakładów na ekoinnowację.
- Małopolska może poszczycić się najmniej emisyjną gospodarką spośród regionów Polski.
- Wysokie pozycje w obszarach B+R oraz odsetku patentów na ekoinnowację wskazują na siłę Małopolski i Krakowa jako ośrodka akademicko-badawczego.
- Region ma pole do poprawy w produkcji energii z OZE (<10% udziału OZE w zużytej energii – to przedostatni wynik w Polsce).

WARTOŚCI SUBINDEKSÓW:



Źródło: Raport EKO Indeks Millenium 2025 „POTENCJAŁ EKOINNOWACYJNOŚCI REGIONÓW”

Mimo wysokiego poziomu innowacyjności, region posiada jeszcze znaczne rezerwy w zakresie wykorzystania OZE – udział OZE w zużyciu energii końcowej brutto wynosi obecnie poniżej 10%, co plasuje Małopolskę na przedostatnim miejscu w kraju pod tym względem.

Struktura krajowego sektora OZE dynamicznie się zmienia. Według danych Agencji Rynku Energii, na koniec września 2023 r. w polskim systemie elektroenergetycznym działały źródła o łącznej mocy 64,7 GW, z czego moc OZE wynosiła 27 GW (41%). Wśród nich największy udział miała fotowoltaika (15,6 GW), a następnie energetyka wiatrowa (9,1 GW), elektrownie na biomasę (0,98 GW), elektrownie wodne (0,97 GW) i biogazownie (0,29 GW).

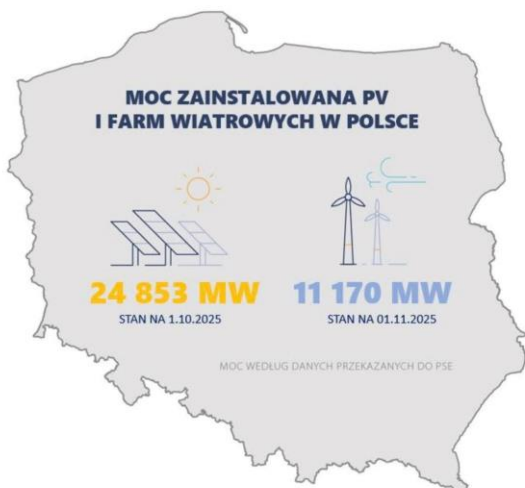
W 2024 r. nastąpił dalszy dynamiczny rozwój sektora – operatorzy systemów elektroenergetycznych zainwestowali rekordowe 14 mld zł w rozwój i modernizację sieci oraz przyłączenia nowych źródeł. Powstało ponad 2,9 tys. nowych stacji elektroenergetycznych (głównie SN/nn) i 10 tys. km nowych linii. Do sieci przyłączono 230 tys. nowych odbiorców, a liczba klientów przekroczyła 19 mln. Łącznie przyłączono blisko 140 tys. nowych mikroinstalacji, zwiększając ich łączną moc do 12,7 GW i liczbę do ponad 1,5 mln. Największy wzrost mocy w 2024 r. zanotowała fotowoltaika. Scenariusze rynkowe zakładają, że do końca 2025 r. łączna moc PV w Polsce może wynieść 26,8 GW, przy średniorocznym wzroście (CAGR) na poziomie 21% – dwukrotnie wyższym od prognoz globalnych.

W Małopolsce dodatkowy potencjał rozwojowy tkwi w energetyce geotermalnej – region posiada jedne z największych zasobów geotermalnych w Polsce, z już działającymi instalacjami w Podhalu. Coraz częściej podejmowane są też inwestycje w infrastrukturę do produkcji biogazu i biometanu oraz rozwój sieci ciepłowniczych opartych o lokalne, odnawialne źródła energii.

Dynamicznie rozwija się również obszar technologii wodorowych. W Małopolsce działają także kluczowi przedsiębiorcy sektora energetycznego, tacy jak Orlen Południe S.A. i Grupa Azoty S.A., będący liderami w zakresie technologii wodorowych, co włącza region w europejskie i światowe inicjatywy wodorowe. Samorząd regionalny zainicjował powstanie Małopolskiej Regionalnej Rady ds. Rozwoju Technologii Wodorowych oraz Małopolskiego Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru. Region jest członkiem Śląsko-Małopolskiej Doliny Wodorowej oraz partnerem strategicznym Europejskiego Sojuszu na Rzecz Czystego Wodoru, a AGH w Krakowie uruchomiła kierunek Energetyka Wodorowa, wzmacniając lokalne kompetencje kadrowe w tym sektorze.

Najbliższe dekady będą czasem intensywnych przemian – zgodnie z polityką energetyczną Polski, do 2030 r. udział OZE w końcowym zużyciu energii ma wynieść co najmniej 23%, z czego 32% w elektroenergetyce, 28% w ciepłownictwie i 14% w transporcie. Potrzeby inwestycyjne będą rosły, jednak wraz z rozwojem gospodarki zwiększać się będą również zdolności finansowania transformacji energetycznej.

Wnioski z raportu Ekoindeks Millennium dodatkowo potwierdzają, że Małopolska znajduje się w ścisłej czołówce krajowych liderów transformacji energetycznej – nie tylko ze względu na swoją niskoemisyjną gospodarkę, ale także wysokie nakłady na ekoinnowacje, liczbę patentów i rozwiniętą bazę naukową. To wszystko czyni region wyjątkowo konkurencyjnym i dobrze przygotowanym do dalszego rozwoju sektora OZE i gospodarki niskoemisyjnej.



Źródło: Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

W dziedzinie OZE do 2030 r. przewiduje się gwałtowny rozwój technologii oraz inwestycji tym zakresie. Poniżej przedstawiamy kilka potencjalnych trendów, które mogą kształtować przyszłość OZE do 2030 roku w Małopolsce:

Dynamiczny rozwój i dywersyfikacja źródeł OZE

- Silny wzrost inwestycji i rozwoju instalacji OZE w zakresie produkcji ciepła, chłodu i energii elektrycznej – zgodnie z celami UE na 2030 r.
- Dywersyfikacja miks energetycznego poprzez wykorzystanie lokalnego potencjału: energii słonecznej, wiatrowej, wodnej, geotermii nisko- i wysokotemperaturowej, biogazu i odpadów energetycznych.
- Tworzenie warunków dla powstawania klastrów energii, spółdzielni energetycznych i wirtualnych elektrowni.

Zintegrowane podejście do budownictwa i efektywności energetycznej

- Zmniejszanie zapotrzebowania na energię poprzez modernizację budynków istniejących i zastrzanie standardów dla nowych obiektów.
- Integracja nowoczesnych technologii budowlanych z OZE (np. BIPV – fotowoltaika zintegrowana z budynkiem).
- Promowanie budownictwa opartego na zasadach efektywności energetycznej, niskiej emisyjności w oparciu o OZE i systemy zarządzania energią

Gospodarka cyrkularna i wykorzystanie odpadów

- Wykorzystywanie biomasy odpadowej (rolnej, spożywczej, miejskiej) oraz ścieków i osadów ściekowych jako źródeł energii.
- Redukcja zależności od energii kopalnej i surowców pierwotnych poprzez wspieranie gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).
- Wzmacnianie synergii między gospodarką odpadami a sektorem OZE.

Rozpoznanie i analiza potencjału lokalnych zasobów OZE

- Kompleksowa ocena potencjału Małopolski w zakresie geotermii, energii słonecznej, wiatru, wody, biogazu i ciepła odpadowego.
- Kwerenda danych geologicznych i geotechnicznych w celu oceny przydatności terenu do instalacji pomp ciepła i geotermii niskotemperaturowej.
- Identyfikacja możliwości tworzenia gmin samowystarczalnych energetycznie opartych na modelu energetyki rozproszonej.

Infrastruktura informacyjna i planowanie strategiczne

- Opracowanie zintegrowanego systemu informacji dla rejestracji i monitoringu instalacji OZE w regionie.
- Połączenie danych o jakości powietrza, sieci gazowej i ciepłowniczej z dostępnością OZE – jako podstawa do lokalnego planowania energetycznego.
- Planowanie pilotaży samowystarczalnych energetycznie gmin na bazie lokalnych zasobów.

Współpraca nauka–samorząd–społeczeństwo

- Aktywna współpraca z ośrodkami naukowymi, organizacjami pozarządowymi i JST przy ocenie i wdrażaniu rozwiązań OZE.
- Wspieranie inicjatyw lokalnych w zakresie transformacji energetycznej i budowania świadomości społecznej wokół źródeł odnawialnych.

5.2.2. Analiza SWOT

Analiza SWOT w ramach animacji PPO została wypracowana z grupami interesariuszy w sposób partycypacyjny podczas warsztatów SMART LAB realizowanych w 2023 roku i zaktualizowana w oparciu o bieżące działania, sieć współpracy Klastra Zrównoważona Infrastruktura i przeprowadzony desk research. Poniżej przedstawiamy skrót analizy SWOT dla domeny OZE w Małopolsce:

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
Silny potencjał gospodarczy i przemysłowy: obecność wiodących	Problemy z wdrażaniem i koordynacją: brak zintegrowanej,

firm produkcyjnych, instalacyjnych i technologicznych z branży OZE.

Dogodne warunki naturalne:

szczególnie wysokie nasłonecznienie oraz zasoby geotermalne (nisko- i wysokotemperaturowe).

Rozwinięte zaplecze naukowo-badawcze i kadrowe: silne ośrodki B+R, dobrze wykształcona kadra inżynierska, dostępność ekspertów z zakresu energii i technologii.

Wysoki poziom świadomości społecznej: efekty działań edukacyjnych i kampanii promujących zieloną transformację, rosnące zainteresowanie prosumentów.

Duży popyt na instalacje PV i rozwój lokalnego rynku: rozwinięty rynek mikroinstalacji, wzrost liczby prosumentów.

Możliwości pozyskiwania środków unijnych: doświadczenie firm w aplikowaniu o fundusze oraz korzystna struktura wsparcia transformacji energetycznej w regionie

długofalowej wizji transformacji energetycznej; rozproszone działania bez skoordynowanego nadzoru.

Niedobór kadr i wiedzy eksperckiej na poziomie lokalnym: przeciążenie urzędników, deficyt kompetencji w gminach, brak odpowiedniej liczby eko-doradców.

Bariery proceduralne i instytucjonalne: skomplikowane procesy aplikacyjne i rozliczeniowe, opóźnienia w wypłatach środków, ograniczenia w wykorzystaniu funduszy.

Niedostosowanie infrastruktury przesyłowej i sieciowej: ograniczona możliwość przyłączeń nowych instalacji, trudności z bilansowaniem mocy.

Luki informacyjne i brak wykorzystania dobrych praktyk: niski poziom adaptacji doświadczeń międzynarodowych i słaba współpraca między dostawcami technologii a samorządami.

Brak dopasowania programów do realnych potrzeb mieszkańców: bariery dla osób ubogich energetycznie, niewystarczające wsparcie dla konkretnych grup odbiorców.

Obawy społeczne: nieuczciwe praktyki sprzedażowe, niska jakość części produktów i wysokie ceny zniechęcające potencjalnych inwestorów.

SZANSE

Dostępność środków z funduszy unijnych i krajowych: nowe programy w ramach KPO, FEnIKS oraz fundusze spójności na rozwój zielonej energii i transformację energetyczną.

Dynamiczny postęp technologiczny: rozwój fotowoltaiki, pomp ciepła, geotermii oraz integracja z magazynowaniem energii i technologiami cyfrowymi.

Rozwój wspólnot i spółdzielni energetycznych: sprzyjające zmiany

ZAGROŻENIA

Braki w infrastrukturze przesyłowej i technicznej: ograniczenia w przyłączaniu nowych źródeł energii, szczególnie na poziomie niskich napięć.

Niestabilność regulacyjna i rynkowa: częste zmiany przepisów, niepewność inwestycyjna oraz trudności adaptacyjne sektora.

Nasylenie rynku importowanymi, tanimi produktami: zagrożenie dla konkurencyjności lokalnych

legislacyjne umożliwiające demokratyzację energetyki na poziomie lokalnym.

- Realizacja strategii wodorowej i zielonej transformacji przemysłu:

szanse na rozwój infrastruktury do produkcji i wykorzystania wodoru w regionie.

- Wzrost cen energii z paliw kopalnych:

czynnik motywujący gospodarstwa domowe i firmy do inwestycji w OZE.

- Rozwój modeli samowystarczalności energetycznej gmin:

dzięki OZE, magazynom energii i zarządzaniu popytem możliwe jest lokalne bezpieczeństwo energetyczne.

producentów (np. duże zapasy taniej PV w portach UE).

Ryzyko greenwashingu i inwestycji pozornych:

działania wizerunkowe zamiast realnych transformacji mogą osłabić zaufanie społeczne.

Zbyt szybkie i nieefektywne inwestycje:

ryzyko nadmiernego skoncentrowania środków w krótkim czasie kosztem jakości i trwałości projektów.

Braki kadrowe: odpływ pracowników sektora budowlanego i inżynierskiego, zwłaszcza z zagranicy (np. Ukrainy), może spowolnić realizację inwestycji.

5.2.3. Rekomendacje i możliwe ścieżki współpracy

Poniżej przedstawiamy rekomendacje i możliwe scenariusze rozwoju współpracy (zebrane podczas realizacji usługi w trakcie warsztatów SMART LAB i wywiadów pogłębionych) dla planowanych działań i potencjalnych projektów w aspekcie niniejszej domeny:

Strategiczne planowanie i zarządzanie rozwojem OZE

- Zintegrowane planowanie przestrzenne z uwzględnieniem lokalizacji farm wiatrowych, fotowoltaicznych, geotermii i biogazowni w dokumentach planistycznych.
- Szczegółowa analiza lokalnego potencjału energetycznego, obejmująca energię słoneczną, wiatrową, biomasę, geotermię i inne dostępne zasoby.
- Systemy monitoringu i raportowania postępów transformacji energetycznej w celu dynamicznej adaptacji strategii do zmieniających się warunków.

Wsparcie społeczno-gospodarcze i instytucjonalne

- Wzmacnianie świadomości społecznej i promocja OZE poprzez kampanie informacyjne, warsztaty, zaangażowanie lokalnych liderów i sektorów edukacyjnych.
- Rozwój partnerstw publiczno-prywatnych w celu tworzenia spójnych projektów, klastrów energii i wspólnot energetycznych.

- Ułatwienie dostępu do infrastruktury B+R dla lokalnych firm oraz rozwój innowacyjnych kompetencji w przemyśle OZE.
- Zwiększenie integracji sektorowej: współpraca między samorządami, instytucjami naukowymi i przedsiębiorcami.

Infrastruktura energetyczna i integracja OZE z siecią

- Modernizacja i cyfryzacja sieci elektroenergetycznej w celu zwiększenia zdolności przyłączeniowych dla rozproszonej energetyki.
- Tworzenie infrastruktury towarzyszącej: stacje ładowania dla elektromobilności, lokalne ciepłownie OZE, systemy zarządzania popytem (DSM).
- Rozwijanie zintegrowanych systemów energetycznych, które łączą OZE, systemy magazynowania energii i inteligentne zarządzanie przepływem energii, wspierane przez AI i automatyzację.

Nowoczesne technologie magazynowania energii

- Rozwój i wdrażanie magazynów energii nowej generacji, w tym:
 - Baterie litowo-jonowe, kwasowe, przepływowe i inne nowoczesne typy akumulatorów.
 - Superkondensatory (EDLC, LIC) – z naciskiem na badania nad ich zastosowaniem w energetyce oraz zwiększenie ich trwałości i wydajności.
 - Magazyny energii z materiałami zmiennofazowymi (PCM), z wykorzystaniem sprężonego powietrza, lodu, zasobników gazowych.
 - Magazyny wysokotemperaturowe i kinetyczne (koło zamachowe, grawitacyjne, elektrownie pompowe).
 - Magazyny niklowo-cynkowe jako forma wykorzystania krajowych złóż rud i uniezależnienia od importu surowców krytycznych.
- Integracja magazynów energii z OZE: w systemach hybrydowych i wyspowych oraz na poziomie mikroinstalacji.
- Wdrożenie mobilnych i skalowalnych rozwiązań w magazynowaniu energii w sektorze przemysłowym i komunalnym.
- Automatyczne i zdalne zarządzanie przepływem energii, z naciskiem na bilansowanie podaży i popytu w systemach rozproszonych.

Innowacje materiałowe i badania nad nowymi technologiami

- Rozwój nowych materiałów funkcjonalnych do magazynowania energii o podwyższonej sprawności, bezpieczeństwie i trwałości.
- Badania w kierunku zwiększenia efektywności i żywotności magazynów energii – np. przez nowe elektrolity, powłoki ochronne, zarządzanie temperaturą.

- Nowe zastosowania lokalnych zasobów – np. biometan, gaz syntezowy – do produkcji energii i jej magazynowania.
- Wzmocnienie komponentu badawczo-rozwojowego w regionie, w tym współpraca z uczelniami, centrami kompetencji i laboratoriami demonstracyjnymi.

5.3. Gospodarka o obiegu zamkniętym w obszarach budownictwo, energia i przemysł

Wybrany do analizy zakres dotyczy horyzontalnego aspektu całej platformy ZEP ujętego w przekrojowym roboczym obszarze „GOZ”, a bardziej szczegółowo w uszczegółowieniach poszczególnych dziedzin dla rozszerzonej platformy tj.: „energia z odpadów oraz chemiczne nośniki energii”, „Zastosowanie chemicznych procesów technologicznych w gospodarce odpadami”, „Produkcja innowacyjnych wyrobów na bazie mineralnych surowców niemetalicznych, surowców wtórnych lub odpadów”, „Metody ograniczania ilości odpadów produkcyjnych oraz maksymalizacja ich wykorzystania, w tym wykorzystanie odpadów ze źródeł antropogenicznych”, „Zastosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych w celu zmniejszenia śladu węglowego procesów produkcyjnych”.

W województwie małopolskim w sektorach przemysłu, budownictwa oraz energetyki funkcjonuje szereg przedsiębiorstw o zróżnicowanej wielkości. Wśród małych przedsiębiorstw – zatrudniających do 50 pracowników – działają m.in. firmy Dako, Diskus Polska oraz Bruk-Bet, zajmujące się produkcją materiałów budowlanych, stolarki okiennej i drzwiowej oraz elementów konstrukcyjnych. W sektorze średnich przedsiębiorstw (do 250 pracowników) funkcjonują takie podmioty jak Ferro, 4F, Amplus, ELPLC S.A. oraz Vistula Alumetal Group – specjalizujące się w produkcji komponentów metalowych, lekkim przemyśle produkcyjnym oraz dostarczaniu materiałów dla budownictwa i przemysłu. Wśród dużych przedsiębiorstw (250+ pracowników) znajdują się podmioty o istotnym znaczeniu dla gospodarki regionu, takie jak Kęty Group, Fakro, Oknoplast, Newag, Stalprodukt, Wiśniowski, Zakłady Mechaniczne Tarnów czy Grupa Azoty – reprezentujące takie sektory jak przemysł chemiczny, metalurgiczny, mechaniczny, kolejowy oraz stolarka i produkcja materiałów budowlanych. Choć w regionie nie dominuje sektor energetyczny jako osobna gałąź, część dużych podmiotów przemysłowych posiada własne systemy wytwarzania energii lub prowadzi działania na

rzecz efektywności energetycznej — co pozwala na częściowe powiązanie działalności przemysłowej z gospodarką energetyczną.

Taka struktura przedsiębiorstw — z silną reprezentacją średnich i dużych firm — sprzyja wdrażaniu rozwiązań zgodnych z koncepcją GOZ. Równocześnie instytucjonalne i formalne ramy regionu zostały uzupełnione w ostatnich latach o dokumenty i programy, które zapewniają wsparcie dla gospodarki cyrkularnej, recyklingu, ponownego użycia surowców i unowocześnienia systemów gospodarki odpadami.

W 2024 r. Sejmik Województwa przyjął Plan Gospodarki Odpadami Województwa Małopolskiego na lata 2023–2028¹⁷ (PGO WM 2023–2028), który formalnie wpisuje GOZ w ramy regionalnej polityki gospodarczej i środowiskowej. Dokument wskazuje jako priorytet zapobieganie powstawaniu odpadów, zwiększenie poziomów odzysku i recyklingu surowców wtórnych oraz ograniczenie odpadów kierowanych do składowania. Jako cel strategiczny przewidziano rozwój symbiozy gospodarczej, promowanie ponownego użycia materiałów, rozwój infrastruktury do selektywnej zbiórki i odzysku, a także zwiększenie świadomości ekologicznej mieszkańców i podmiotów gospodarczych.

W praktyce region realizuje już konkretne przedsięwzięcia zgodne z GOZ. W ramach programów współfinansowanych z funduszy unijnych m.in. z programu Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027 (FEM 2021–2027), realizowane są projekty związane z rozbudową i modernizacją systemów gospodarki odpadami, budową punktów selektywnego zbierania odpadów (PSZOK-ów), modernizacją kanalizacji i wodociągów oraz inwestycjami infrastrukturalnymi. W 2025 r. Zarząd Województwa przeznaczył blisko 40 mln zł na 13 projektów łączących transformację energetyczną z gospodarką odpadami — co dowodzi, że GOZ jest rozumiana jako szeroki proces obejmujący zarówno recykling i odpady, jak i efektywność energetyczną i modernizację infrastruktury.

Ponadto region promuje ideę gospodarki cyrkularnej poprzez działania edukacyjne i proekologiczne. W 2023 r. ruszyła edycja konkursu GOZ Biznes – Lider Małopolski, adresowanego do przedsiębiorców i instytucji, które w swojej działalności realizują zasady GOZ — co sprzyja upowszechnianiu dobrych praktyk i motywuje do wdrażania rozwiązań cyrkularnych.

Dzięki tym działaniom — kombinacji silnej struktury gospodarczej, aktywności sektora produkcyjnego i budowlanego, oraz instytucjonalnych ram sprzyjających GOZ — Małopolska staje się regionem, w którym transformacja w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym przybiera realny kształt. Model GOZ może przyczynić się do większej odporności

¹⁷<https://www.malopolska.pl/biznes/srodowisko/gospodarka-odpadami/plan-gospodarki-odpadami>

gospodarki na globalne wahania surowcowe, podniesienia konkurencyjności przedsiębiorstw, redukcji zużycia surowców pierwotnych, ograniczenia ilości odpadów oraz promowania zrównoważonego rozwoju przestrzennego i środowiskowego regionu.

GOZ w sektorze budownictwa

78

Budownictwo w województwie małopolskim jest jednym z obszarów, w którym wdrażanie zasad GOZ przebiega w sposób najbardziej zaawansowany, w szczególności dzięki rosnącemu wykorzystaniu kruszyw i materiałów wtórnych. Według danych regionalnych w 2022 r. wytworzono na terenie województwa około 2,2 miliona ton odpadów budowlanych, z czego ponad 85% poddano odzyskowi lub recyklingowi. Udział materiałów wtórnych w inwestycjach publicznych wyniósł ponad 26%, natomiast w przypadku dużych inwestycji drogowych wartość ta osiągnęła od 30 do 40%. Do najczęściej ponownie wykorzystywanych materiałów należą kruszywa z recyklingu betonu, przetworzona cegła, asfalt z frezowania, szkło budowlane oraz stal. W projektach infrastrukturalnych realizowanych przez jednostki samorządowe stosowanie materiałów pochodzących z odzysku staje się standardem, a część gmin i powiatów wprowadza własne wytyczne dotyczące minimalnego udziału recyklatów w inwestycjach.

Coraz większe znaczenie zyskują technologie demontażu selektywnego („deconstruction”), umożliwiające odzysk pełnowartościowych elementów konstrukcyjnych. W województwie małopolskim pilotażowe projekty tego typu realizowano m.in. przy modernizacjach obiektów poprzemysłowych oraz przy rozbiórkach obiektów użyteczności publicznej. Wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym w budownictwie zmienia tradycyjną logikę eksploatacji zasobów – materiały i surowce przestają być traktowane jako jednorazowe, a budynki stają się zasobem możliwym do ponownego wykorzystania, recyklingu lub regeneracji.

W praktyce realizacja GOZ w budownictwie przejawia się poprzez:

1. **Projektowanie i budownictwo z myślą o trwałości i ponownym użyciu** – architekci i wykonawcy coraz częściej uwzględniają możliwość demontażu elementów konstrukcyjnych, stosują moduły prefabrykowane oraz materiały z recyklingu, takie jak kruszywa betonowe, przetworzone cegły, stal i aluminium, co sprzyja późniejszemu ponownemu wykorzystaniu lub recyklingowi.
2. **Redukcję odpadów budowlanych i recykling odpadów rozbiórkowych** – gruz, beton, cegła, asfalt, stal, drewno i szkło są

selekcjonowane, przetwarzane i ponownie wykorzystywane, co zmniejsza konieczność pozyskiwania surowców pierwotnych i ogranicza wpływ sektora budowlanego na środowisko.

3. **Zwiększoną efektywność energetyczną i energooszczędność budynków** – nowe inwestycje uwzględniają rozwiązania ograniczające zużycie energii, poprawiają izolację, wentylację z odzyskiem ciepła oraz energooszczędne instalacje, co wpisuje się w koncepcję GOZ, zwiększając trwałość obiektów i ograniczając ślad zasobowy.
4. **Całościowe podejście do cyklu życia budynku** – w modelu GOZ projektowanie obejmuje cały cykl życia obiektu: od wyboru materiałów, przez budowę i użytkowanie, aż po demontaż i ponowne wykorzystanie elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych.

W województwie małopolskim wdrażanie zasad GOZ w budownictwie opiera się na strategicznych dokumentach regionalnych i krajowych, które tworzą ramy dla realizacji GOZ. Do najważniejszych należą:

- Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego 2030, wskazująca GOZ jako jeden z głównych kierunków polityki rozwoju, ze szczególnym uwzględnieniem zrównoważonego rozwoju przestrzennego i efektywnego gospodarowania zasobami;
- Program w zakresie Gospodarki o Obiegu Zamkniętym dla Małopolski (GOZ Małopolska), przyjęty przez Zarząd Województwa w 2023 r., określający cele transformacji gospodarki regionalnej w kierunku GOZ, w tym rozwój ekoprojektowania, promowanie świadomych zachowań mieszkańców i podmiotów gospodarczych oraz wdrażanie recyklingu i ponownego użycia materiałów budowlanych;
- Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027 (FEM 2021–2027), w ramach których działanie 8.10 umożliwia finansowanie projektów związanych z gospodarką cyrkularną, w tym w obszarze budownictwa, infrastruktury i gospodarki odpadami;
- Mapa drogowa transformacji w kierunku GOZ przyjęta przez rząd w 2019 r., która tworzy krajowe tło prawne i instytucjonalne dla wdrażania GOZ w regionach.

Dzięki tym ramom strategicznym i instytucjonalnym, budownictwo w Małopolsce coraz częściej realizowane jest zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym, promując minimalizację odpadów, maksymalizację wykorzystania materiałów wtórnych oraz efektywność energetyczną, co sprzyja zrównoważonemu rozwojowi regionalnemu.

GOZ w sektorze energii

W województwie małopolskim GOZ w sektorze energetycznym rozwija się w kilku głównych kierunkach. Przede wszystkim koncentruje się na odzysku energii odpadowej z procesów przemysłowych, wykorzystywaniu odpadów jako paliw alternatywnych oraz tworzeniu zamkniętych łańcuchów wartości w OZE, w których elementy instalacji mogą być poddawane recyklingowi lub ponownemu wykorzystaniu.

Na terenie regionu funkcjonuje obecnie ponad 120 instalacji przemysłowych zajmujących się odzyskiem ciepła odpadowego. W 2022 r. pozwoliło to odzyskać ponad 1 050 GWh energii, co stanowi wzrost aż o 63% w porównaniu z rokiem 2017. Równolegle rozwija się rynek paliw alternatywnych, takich jak RDF, które znajdują zastosowanie m.in. w cementowniach i zakładach przemysłowych. W 2022 r. w Małopolsce zużyto ponad 450 tys. ton paliw pochodzących z odpadów, co pozwoliło ograniczyć zużycie surowców pierwotnych, głównie węgla i koksu, o około 30% w zakładach, które wdrożyły te rozwiązania. Coraz większe znaczenie zyskuje również cykl życia instalacji OZE, w tym paneli fotowoltaicznych i turbin wiatrowych. W regionie powstają pierwsze linie przetwarzania modułów PV, co jest odpowiedzią na unijne wymogi dotyczące recyklingu instalacji fotowoltaicznych (np. PV Recykling Sp. z o.o. z Krakowa, 2loop Tech S.A. – firma technologiczno-badawcza, która rozwija jedną z najnowocześniejszych linii do odzysku surowców z paneli fotowoltaicznych, działa w ramach badań i wdrożeń np. we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie; te technologie pozwalają na odzyskanie nawet 90-95% surowców z paneli, w tym szkła, aluminium, miedzi czy krzemu, a także działalność firmy Lighthief, która organizuje odbiór paneli z okolic Krakowa i przekazuje je do recyklingu.

Małopolska jest pierwszym regionem w Polsce, który przyjął Regionalny Plan Działań na Rzecz Klimatu i Energii (RPDK), będący odpowiedzią na wyzwania polityki neutralności klimatycznej UE do 2050 roku. Region charakteryzuje się wysokim potencjałem innowacyjnym w sektorze energetycznym – od wysokiego odsetka absolwentów kierunków związanych z eko-innowacjami, przez znaczące nakłady na badania i rozwój, po blisko 500 podmiotów działających w obszarze zrównoważonej energii. Wsparcia udzielają instytucje otoczenia biznesu, takie jak Klaster Zrównoważona Infrastruktura, BIMklaster, South Poland Cleantech Cluster czy Klaster Gospodarki Odpadowej i Recyklingu. Region korzysta również z wiedzy wiodących ośrodków badawczych, m.in. Katedry Zrównoważonego Rozwoju Energetyki AGH i czy Pracownia Zrównoważonego Rozwoju Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.

W ramach GOZ w energetyce Małopolska kładzie szczególny nacisk na kilka obszarów:

- OZE jako centralny element transformacji energetycznej – w regionie działa blisko 550 tys. instalacji OZE o łącznej mocy 10 380 MW, w tym kotły na biomasę (47%) i panele fotowoltaiczne (40%). Dzięki temu zmniejsza się zużycie paliw kopalnych oraz emisja CO₂.
- Zwiększenie efektywności energetycznej i odzysk energii – poprzez modernizację instalacji, optymalizację sieci przesyłowych i dystrybucyjnych, odzysk ciepła odpadowego oraz wdrażanie systemów magazynowania energii.
- Transformację paliw i surowców energetycznych – wykorzystanie biomasy odpadowej, odpadów organicznych i biogazu w lokalnych instalacjach energetycznych, a także ponowne wykorzystanie energii odpadowej w systemach kogeneracyjnych.
- Zarządzanie cyklem życia instalacji energetycznych – uwzględnienie recyklingu i odzysku materiałów po eksploatacji instalacji, w tym metali, tworzyw sztucznych i komponentów elektronicznych, np. z paneli fotowoltaicznych.

81

Wdrażanie zasad GOZ w energetyce Małopolski wspierają liczne dokumenty strategiczne i akty prawne, m.in. RPDKE Małopolska 2020, Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego 2030, Program GOZ Małopolska oraz Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027. Dzięki nim możliwe jest finansowanie projektów cyrkularnych, instalacji OZE, magazynowania energii oraz działań zwiększających efektywność energetyczną w budynkach i zakładach przemysłowych. Realizacja GOZ w sektorze energetycznym Małopolski przyczynia się do ograniczenia strat surowców, zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii, zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych oraz minimalizacji odpadów energetycznych. Ma to szczególne znaczenie w kontekście historycznego uzależnienia regionu od węgla i stanowi istotny element transformacji w kierunku zrównoważonej energetyki.

GOZ w sektorze przemysłowym

Przemysł Małopolski przechodzi dynamiczną transformację w duchu GOZ. Szczególnie widoczne są zmiany w sektorach chemicznym, metalurgicznym, tworzyw sztucznych, produkcji szkła, przemysłu cementowego, farmaceutycznego oraz w branży FMCG (sektor dóbr szybkozbywalnych). W regionie rośnie świadomość efektywnego wykorzystania zasobów i minimalizacji odpadów, co przekłada się na realne korzyści ekonomiczne i środowiskowe. Dane z ostatnich lat pokazują znaczący postęp: przedsiębiorstwa produkcyjne zmniejszyły

zużycie surowców pierwotnych o 19% w porównaniu z 2015 r., a średni udział surowców wtórnych w procesach produkcyjnych osiągnął już 32%. Do odzysku kierowane jest obecnie 75% odpadów przemysłowych, a w najbardziej zaawansowanych zakładach poziom ten przekracza 90%.

W Małopolsce firmy wdrażają różnorodne działania cyrkularne, które obejmują zarówno optymalizację procesów produkcyjnych, jak i nowe modele biznesowe:

- Zamknięte obiegi wody technologicznej pozwalają wielokrotnie wykorzystywać wodę w procesach przemysłowych, ograniczając jej zużycie i odpływ zanieczyszczeń do środowiska.
- Regeneracja katalizatorów i reagentów umożliwia ponowne wykorzystanie drogich i specjalistycznych materiałów w procesach produkcyjnych.
- Ponowne wykorzystanie ciepła procesowego pozwala obniżyć koszty energii i zmniejszyć emisję CO₂.
- Wykorzystanie produktów ubocznych jako wsadów produkcyjnych, np. pyłów, żużli i popiołów, wpisuje odpady z jednego procesu w kolejny cykl produkcyjny.
- Modele „produkt jako usługa” umożliwiają firmom korzystanie z wynajmu maszyn, urządzeń lub infrastruktury zamiast zakupu nowych produktów, co ogranicza wprowadzanie nadmiaru materiałów na rynek.

Dzięki tym działaniom efektywność wykorzystania zasobów w gospodarce regionalnej wzrosła o 14,7% w porównaniu z 2015 r. Coraz więcej firm uzyskuje także certyfikaty zarządzania środowiskowego, takie jak ISO 14001 i raportuje działania, co potwierdza ich zaangażowanie w zrównoważoną produkcję.

Efektywność materiałowa i energetyczna

W ramach GOZ przemysł małopolski nie ogranicza się jedynie do recyklingu surowców. Duży nacisk kładzie się także na efektywność energetyczną:

- ciepło odpadowe wykorzystywane jest w innych procesach przemysłowych,
- w zakładach wdrażana jest kogeneracja, pozwalająca jednocześnie produkować ciepło i energię elektryczną,
- instalowane są odnawialne źródła energii, np. panele fotowoltaiczne na dachach hal przemysłowych.

Takie podejście pozwala przedsiębiorstwom zmniejszyć zużycie paliw kopalnych, ograniczyć koszty i emisje, a także włączyć swoje procesy w

lokalne obiegi energii. Małopolski przemysł coraz częściej sięga po innowacyjne modele biznesowe w duchu GOZ. Firmy stosują leasing produktów i komponentów, wynajem maszyn zamiast zakupu oraz produkcję na zamówienie, co pozwala ograniczyć nadprodukcję i odpady magazynowe. Dzięki temu materiały wykorzystywane są maksymalnie w całym cyklu życia produktu, a ślad środowiskowy przedsiębiorstw zostaje znacząco zredukowany.

Wśród głównych przykładów wdrożeń w regionie można wymienić poniższe działania:

- zakłady chemiczne wdrażają technologie odzysku surowców wtórnych oraz ponownego wykorzystania ciepła odpadowego (np. Grupa Azoty, Tarnów-Mościce);
- przemysł metalurgiczny koncentruje się na recyklingu złomu i odpadów metalowych (np. Nycz Intertrade, Niepołomice);
- przemysł spożywczy i drzewny wykorzystuje odzysk wody i biomasy odpadowej jako paliwo lub surowiec do produkcji energii (np. Grupa Maspex, Tymbark).

Ramy prawne i strategiczne

Transformacja przemysłu w kierunku GOZ w Małopolsce jest wspierana przez szereg dokumentów strategicznych i aktów prawnych tj.:

1. **Program Gospodarki o Obiegu Zamkniętym dla Małopolski (GOZ Małopolska)** – wskazuje kierunki transformacji przemysłu, promuje odzysk surowców i energii oraz recykling odpadów przemysłowych. Szczególne znaczenie ma dla przemysłu chemicznego, metalowego i spożywczego.
2. **Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego 2030** – określa kierunki rozwoju przemysłu w duchu GOZ, w tym ograniczenie emisji i odpadów, wspieranie przemysłu niskoemisyjnego oraz integrację przemysłu z lokalnymi systemami energii i cyrkulacji surowców.
3. **Regionalny Program Operacyjny Małopolska (RPO WM 2021–2027)** – finansuje projekty przemysłowe zgodne z GOZ, w tym inwestycje w technologie odzysku i recyklingu, modernizację zakładów pod kątem efektywności energetycznej oraz wdrażanie systemów zarządzania odpadami przemysłowymi.
4. **Ustawy krajowe wspierające GOZ w przemyśle** – m.in. ustawa o odpadach, ustawa o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym oraz Prawo energetyczne, które regulują obowiązki

przedsiębiorstw w zakresie recyklingu, odzysku surowców oraz stosowania kogeneracji i OZE w procesach produkcyjnych.

5.3.1 Analiza otoczenia konkurencyjnego i makroekonomicznego

GOZ w budownictwie to system, w którym materiały budowlane są projektowane, produkowane, użytkowane i odzyskiwane w taki sposób, aby maksymalizować ich wartość i minimalizować odpady oraz zużycie surowców pierwotnych. Obejmuje stosowanie materiałów pochodzących z recyklingu, prefabrykatów modułowych, efektywne zarządzanie odpadami budowlanymi oraz integrację cyfrowych technologii umożliwiających śledzenie cyklu życia budynków. Coraz więcej inwestorów i firm budowlanych postrzega wdrażanie GOZ jako element przewagi konkurencyjnej, zarówno pod kątem redukcji kosztów, jak i wizerunku ekologicznego.

Budownictwo zgodne z zasadami GOZ opiera się na kilku kluczowych obszarach. Pierwszym jest projektowanie budynków pod kątem minimalizacji odpadów oraz maksymalnego wykorzystania materiałów wtórnych i prefabrykatów. Dzięki technologii BIM możliwe jest precyzyjne planowanie zużycia surowców, optymalizacja transportu materiałów oraz skrócenie czasu budowy. Kolejnym obszarem jest recykling i ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych, w tym stali, betonu, drewna, szkła czy tworzyw sztucznych. Wdrożenie systemów segregacji odpadów na placach budowy oraz tworzenie zamkniętych pętli logistycznych pozwala nie tylko zmniejszyć ilość odpadów trafiających na składowiska, ale również ograniczyć zapotrzebowanie na surowce pierwotne. Istotnym elementem GOZ jest również wykorzystanie materiałów ekologicznych i odnawialnych, takich jak drewno certyfikowane, beton z recyklingu czy izolacje z surowców wtórnych.

Na poziomie makroekonomicznym sektor budownictwa zgodnego z GOZ korzysta ze wsparcia polityki unijnej i krajowej, której celem jest zmniejszenie emisji CO₂, redukcja odpadów i zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów. Fundusze unijne oraz krajowe programy, takie jak Krajowy Plan Odbudowy, wspierają inwestycje w prefabrykację, technologie recyklingu i zrównoważone budownictwo. Wzrost kosztów surowców i energii dodatkowo zwiększa opłacalność wdrażania rozwiązań GOZ, ponieważ materiały pochodzące z recyklingu są często tańsze od pierwotnych, a nowoczesne technologie pozwalają ograniczyć straty materiałowe. Społeczna akceptacja dla zrównoważonego budownictwa rośnie – coraz więcej inwestorów i deweloperów wymaga od wykonawców

stosowania materiałów ekologicznych i certyfikowanych, co sprzyja rozwojowi rynku prefabrykatów czy energooszczędnych rozwiązań modułowych.

W nadchodzących dekadach przewiduje się dynamiczny rozwój GOZ w sektorze budownictwa. W Polsce celem jest zwiększenie udziału materiałów pochodzących z recyklingu w nowych inwestycjach, zarówno w budownictwie mieszkaniowym, komercyjnym, jak i infrastrukturalnym. Trend ten obejmuje rozwój prefabrykacji, technologii modułowych, integrację instalacji budynków z systemami odzysku wody i energii, a także rozwój cyfrowych platform do zarządzania cyklem życia budynków. W praktyce oznacza to projektowanie obiektów tak, aby ich elementy mogły być łatwo demontowane, ponownie używane lub poddawane recyklingowi, a proces budowy i eksploatacji był maksymalnie efektywny pod względem zużycia materiałów i energii. Rozwój GOZ wymaga także współpracy z uczelniami i ośrodkami badawczymi w celu opracowywania innowacyjnych materiałów i technologii recyklingu oraz tworzenia lokalnych klastrów i spółdzielni budowlanych działających w duchu gospodarki cyrkularnej.

Dane rynkowe pokazują, że w 2023 r. w Polsce wytworzono około 11 mln ton odpadów budowlanych i rozbiórkowych, co stanowiło około 10% wszystkich odpadów przemysłowych w kraju¹⁸. W skali całej UE odpady budowlane i rozbiórkowe stanowią ponad 1/3 wszystkich odpadów generowanych w Unii¹⁹. Całkowita ilość odpadów w Polsce w 2023 roku wyniosła 122,8 mln ton, z czego około 11% to odpady komunalne, co wskazuje, że dominują odpady przemysłowe i branżowe²⁰. Udział materiałów pochodzących z recyklingu w stosowanych w gospodarce w Polsce w 2024 r. wyniósł 7,7%, znacząco poniżej średniej UE, która wyniosła 12,2%²¹. Analizy te wskazują, że sektor budowlany generuje ogromne ilości odpadów, co oznacza duży potencjał GOZ, a niski udział materiałów wtórnych w Polsce pokazuje rezerwę w stosowaniu surowców pochodzących z recyklingu. Jednocześnie warto zauważyć, że „odpady budowlane” to kategoria bardzo heterogeniczna, obejmująca gruz, beton, drewno, metale czy tworzywa sztuczne, co oznacza, że nie wszystkie odpady mają jednakową wartość recyklingową. Brakuje też aktualnych danych o tym, jaka część od 11 mln ton odpadów została faktycznie odzyskana lub zrecyklingowana.

¹⁸ <https://plgbc.org.pl/wirtualna-biblioteka/drugie-zycie-odpadow-jak-budownictwo-zamyka-obieg>

¹⁹ https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en

²⁰ <https://www.eea.europa.eu/en/europe-environment-2025/countries/poland/waste-generation>

²¹ <https://zielonagospodarka.pl/pie-z-recyklingu-w-2024-r-pochodzilo-77-proc-materialow-uzywanych-w-polskiej-gospodarce-21629>

Wymogi i regulacje GOZ w budownictwie

Unia Europejska:

- Construction & Demolition Waste Directive (CDW Directive) – obowiązek selektywnej zbiórki, recyklingu i odzysku odpadów budowlanych i rozbiórkowych (2008, nowelizacja 2020),
- Circular Economy Action Plan (CEAP) – promuje projektowanie budynków pod kątem trwałości, naprawialności, modularności i recyklingu materiałów (2015, aktualizacja 2020),
- EU Green Deal i Renovation Wave – poprawa efektywności energetycznej budynków, integracja OZE i materiałów wtórnych (2020–2030),
- Eco-design Directive – projektowanie materiałów i elementów budowlanych tak, aby możliwe było ich ponowne użycie i recykling (nowelizacja 2021–2023).

Polska:

- Ustawa o odpadach – selektywna zbiórka i recykling odpadów budowlanych, obowiązek sprawozdawczości (od 1 stycznia 2022),
- Prawo budowlane – wymagania dotyczące efektywności energetycznej, wykorzystania materiałów z recyklingu oraz projektowania z myślą o demontażu i ponownym użyciu (od 2021),
- Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych dla budynków (WT 2021) – wymogi energooszczędności, ograniczenia zużycia energii pierwotnej, stosowanie materiałów ekologicznych (od 1 stycznia 2021),
- Krajowa Strategia Gospodarki Obiegu Zamkniętego – cele dla sektora budowlanego: zwiększenie udziału materiałów wtórnych, prefabrykacji, modularności budynków i ograniczenie odpadów (2020–2030),
- Narodowy Plan Odbudowy (NPO) – finansowanie projektów budowlanych w duchu GOZ, prefabrykacji, recyklingu materiałów i cyfryzacji procesu budowlanego (od 2021),
- Certyfikacje ekologiczne budynków (BREEAM, LEED, WELL) – dobrowolne, ale coraz częściej wymagane przez inwestorów, promujące stosowanie materiałów wtórnych i energooszczędnych technologii (stosowane w Polsce od 2010 r., znaczący wzrost popularności po 2020 r.).

GOZ w sektorze energetycznym to system zarządzania zasobami, w którym produkcja, przetwarzanie, przesył i konsumpcja energii odbywają się w sposób maksymalizujący efektywność i minimalizujący odpady. Obejmuje to zarówno optymalizację procesów energetycznych,

jak i wykorzystanie materiałów, paliw oraz surowców wtórnych, które mogą zostać ponownie użyte lub poddane recyklingowi. W energetyce GOZ obejmuje m.in. wykorzystanie paliw alternatywnych i odnawialnych, odzysk ciepła z procesów przemysłowych i elektroenergetycznych, rozwój technologii magazynowania energii oraz wdrażanie inteligentnych sieci energetycznych, które zwiększają elastyczność i efektywność całego systemu. Dzięki temu możliwe jest zmniejszenie presji na środowisko, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego oraz efektywniejsze gospodarowanie surowcami.

GOZ w energetyce opiera się na kilku kluczowych obszarach. Pierwszym jest wykorzystanie paliw wtórnych i odnawialnych, takich jak biomasa odpadowa, biogaz, RDF (ang. *Refuse Derived Fuel* – paliwo alternatywne produkowane z wyselekcjonowanych odpadów komunalnych i przemysłowych o wysokiej kaloryczności, które nie nadają się do recyklingu), co pozwala ograniczyć zużycie paliw pierwotnych i emisję CO₂. Drugim obszarem jest poprawa efektywności procesów energetycznych — szczególnie poprzez odzysk ciepła, kogenerację, trigenerację oraz tworzenie wirtualnych elektrowni integrujących różne technologie produkcji energii. Trzeci obszar to technologie cyfrowe: inteligentne sieci, systemy zarządzania popytem (Demand Side Response), cyfrowe monitorowanie cyklu życia paliw oraz platformy integrujące rozproszone źródła energii. Wszystkie te elementy tworzą podstawy dla bardziej elastycznego i zasobooszczędnego systemu energetycznego.

Otoczenie makroekonomiczne wyraźnie sprzyja rozwojowi GOZ w energetyce. Europejska polityka klimatyczna oraz krajowe strategie transformacji energetycznej wspierają inwestycje w odnawialne źródła energii, magazynowanie energii i technologie odzysku surowców. Rosnące ceny paliw kopalnych oraz opłat za emisję CO₂ zwiększają opłacalność wykorzystania paliw alternatywnych, efektywności energetycznej i lokalnych źródeł energii. Dodatkowo rozwijające się fundusze na innowacje energetyczne, modernizację infrastruktury i projekty związane z GOZ zwiększają atrakcyjność tego typu inwestycji. Coraz większe znaczenie ma również akceptacja społeczna — zarówno przedsiębiorstwa, jak i indywidualni odbiorcy oczekują rozwiązań przyjaznych środowisku, co pobudza rynek technologii OZE, magazynów energii i inteligentnych systemów zarządzania.

W perspektywie kolejnych lat przewiduje się dynamiczny rozwój GOZ w sektorze energetycznym, związany m.in. z dalszym wzrostem udziału OZE, zwiększeniem wykorzystania paliw wtórnych, rozwojem biogazowni, lokalnych klastrów energii, magazynów energii oraz

inteligentnych sieci. Sektor będzie stopniowo odchodził od scentralizowanego modelu energetyki opartej na paliwach kopalnych na rzecz modelu rozproszonego, elastycznego i opartego na surowcach odnawialnych lub wtórnych. W praktyce oznacza to rosnącą rolę kogeneracji, hybrydowych instalacji łączących różne źródła energii, systemów odzysku ciepła oraz cyfrowych platform zarządzania energią, które umożliwiają optymalizację produkcji i ograniczanie strat.

Dane rynkowe z lat 2023–2024 wskazują, że kierunek zmian jest zgodny z założeniami GOZ. W Polsce zużycie energii elektrycznej brutto w 2023 roku wyniosło 170,2 TWh, a udział OZE w produkcji energii osiągnął około 27%, rosnąc do 29,4% w 2024 roku²². Moc zainstalowana OZE przekroczyła 30 GW, co potwierdza szybki rozwój sektora odnawialnego²³. Transformacja jest również wspomagana poprawą efektywności energetycznej – gospodarki zużywają mniej energii w stosunku do rosnącego PKB, co wskazuje na postępującą dematerializację i lepsze wykorzystanie zasobów.

W ujęciu konkurencyjnym sektor energetyczny znajduje się w fazie dynamicznych zmian. Tradycyjni producenci energii opartej na paliwach kopalnych stają przed koniecznością transformacji, modernizacji instalacji i dostosowania do polityki klimatycznej. Równocześnie powstaje silny sektor firm działających w obszarach OZE, magazynowania energii, smart gridów, usług energetycznych i lokalnej energetyki rozproszonej. Nowe modele biznesowe związane z recyklingiem paliw, odzyskiem energii, wirtualnymi elektrowniami czy hybrydowymi systemami produkcji energii tworzą nowe nisze konkurencyjne. Transformacja nie przebiega jednak równomiernie — bariery takie jak ograniczona przepustowość sieci, koszty inwestycyjne, złożoność regulacji oraz konieczność integracji technologii wpływają na tempo rozwoju.

W perspektywie do 2030 roku GOZ ma szansę stać się standardem funkcjonowania sektora energetycznego. Oczekuje się wzrostu wykorzystania paliw wtórnych i odnawialnych, intensywnego rozwoju technologii magazynowania energii, integracji lokalnych źródeł z inteligentnymi sieciami oraz rozwijania zrównoważonych regionów energetycznych opartych na modelu cyrkularnym. Transformacja ta będzie wspierana przez presję regulacyjną, rozwój nowych technologii, rosnące oczekiwania społeczne oraz ekonomiczną opłacalność rozwiązań niskoemisyjnych.

²² <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/13/3410>

²³ <https://new.forum-energii.eu/en/publications>

Wymogi i regulacje dotyczące GOZ w energetyce

Unia Europejska:

- Renewable Energy Directive (RED II) – OZE, biopaliwa odpadowe, integracja źródeł odnawialnych (2018; implementacja do 2021).
- Energy Efficiency Directive (EED) – poprawa efektywności, odzysk ciepła, ograniczenie strat energii (2012; nowelizacja 2018).
- Circular Economy Action Plan (CEAP) – ponowne wykorzystanie surowców, recykling w sektorze energii (2015; aktualizacja 2020).
- European Green Deal / Fit for 55 – redukcje CO₂, rozwój magazynów energii i smart grids (od 2020).
- AFID (Alternative Fuels Infrastructure Directive) – rozwój paliw alternatywnych, w tym biogazu i wodoru (2014; aktualizacje do 2022).

Polska:

- Ustawa o OZE – integracja OZE, biogazu i paliw wtórnych, odzysk energii z odpadów (2015; liczne nowelizacje).
- Ustawa o efektywności energetycznej – modernizacja instalacji, odzysk ciepła, ograniczenie strat (2016; nowelizacje 2022).
- Prawo energetyczne – integracja źródeł rozproszonych, magazynów energii, inteligentnych sieci (od 2017; nowelizacje 2021–2023).
- Rozporządzenia MKiŚ dotyczące OZE i kogeneracji – obowiązki dotyczące odzysku energii, biogazu, paliw wtórnych (od 2020).
- Krajowa Strategia GOZ – cele dla sektora: paliwa wtórne, OZE lokalne, magazyny energii, kogeneracja (2020–2030).
- Narodowy Plan Odbudowy – finansowanie inwestycji GOZ i modernizacji sieci energetycznych (od 2021).

GOZ w sektorze przemysłowym definiowana jest jako system zarządzania surowcami, materiałami i energią, którego celem jest minimalizacja odpadów, maksymalizacja odzysku surowców oraz efektywne wykorzystanie zasobów w procesach produkcyjnych. W praktyce oznacza to projektowanie produktów i procesów produkcyjnych w taki sposób, aby możliwe było ich ponowne wykorzystanie, recykling, regeneracja lub odzysk energii. W przemyśle zasady GOZ realizowane są w przetwórstwie surowców, wytwarzaniu wyrobów przemysłowych oraz w logistyce i dystrybucji. Pozwala to na ograniczenie presji na środowisko, zmniejszenie kosztów surowcowych oraz zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw.

GOZ obejmuje kilka kluczowych obszarów działań. Pierwszym jest optymalizacja procesów produkcyjnych poprzez ograniczenie strat materiałowych i energetycznych, wdrażanie technologii umożliwiających

ponowne przetwarzanie odpadów oraz usprawnienie zarządzania przepływami materiałowymi w zakładach. Drugim obszarem jest recykling i odzysk surowców wtórnych, obejmujący metale, tworzywa sztuczne, szkło, papier, odpady organiczne i odpady chemiczne. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie zużycia surowców pierwotnych i redukcja emisji gazów cieplarnianych. Kolejnym elementem GOZ jest integracja cyfrowych systemów zarządzania cyklem życia produktów i procesów (Product Lifecycle Management – PLM), które umożliwiają monitorowanie przepływu surowców, identyfikację punktów strat oraz planowanie odzysku materiałów w całym łańcuchu dostaw. Ważną rolę odgrywają także technologie przyjazne środowisku, takie jak energooszczędne maszyny, systemy odzysku ciepła, procesy chemiczne minimalizujące odpady oraz zamknięte obiegi wody i energii.

Makroekonomiczne otoczenie sektora przemysłowego sprzyja wdrażaniu GOZ. Unia Europejska i Polska promują transformację przemysłową oraz gospodarkę cyrkularną poprzez strategie emisyjne, regulacje odpadowe i efektywnościowe oraz liczne programy wsparcia inwestycyjnego. Fundusze takie jak Horyzont Europa czy Narodowy Plan Odbudowy wspierają technologie recyklingu surowców, modernizację linii produkcyjnych oraz cyfryzację procesów. Rosnące ceny surowców pierwotnych oraz presja rynkowa i społeczna powodują, że surowce wtórne i technologie oparte na obiegu zamkniętym stają się atrakcyjną i konkurencyjną alternatywą. Przedsiębiorstwa obserwują także rosnące oczekiwania inwestorów i klientów B2B w zakresie zrównoważonej produkcji i raportowania efektywności środowiskowej.

W nadchodzących latach przewiduje się dynamiczny rozwój GOZ w przemyśle, obejmujący wzrost udziału surowców wtórnych w produkcji, rozwój technologii odzysku energii i ciepła, automatyzację procesów recyklingu oraz wdrażanie inteligentnych systemów monitorowania przepływu materiałów. Największy potencjał transformacji cyrkularnej występuje w sektorach metalurgicznym, chemicznym, motoryzacyjnym, papierniczym, spożywczym oraz w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Branże te generują największe ilości odpadów, posiadają rozwinięte procesy recyklingu oraz mają największe możliwości integracji surowców wtórnych w główne strumienie produkcyjne.

Z punktu widzenia technologii kluczową rolę odgrywa recykling mechaniczny, chemiczny i biologiczny, odzysk energii (w tym kogeneracja i trigeneracja), gospodarka wodna oparta na zamkniętych obiegach, a także rozwiązania Przemysłu 4.0, takie jak systemy monitorowania efektywności surowcowej i energetycznej. Wiele branż przemysłowych

rozwija również technologie biotechnologiczne, np. wytwarzanie biogazu, nawozów i biopaliw z odpadów organicznych.

W perspektywie do 2030 roku implementacja zasad GOZ będzie standardem nowoczesnego przemysłu. Oczekuje się wzrostu liczby zakładów wykorzystujących surowce wtórne, wdrażających technologie odzysku energii i ciepła oraz integrujących inteligentne systemy monitorowania zasobów. Wdrażanie GOZ należy traktować nie jako koszt, lecz jako strategiczną inwestycję wzmacniającą konkurencyjność i pozwalającą realizować krajowe oraz unijne cele zrównoważonej transformacji. Dostępne dane liczbowe potwierdzają, że mimo licznych wyzwań GOZ w przemyśle jest realnym procesem, a nie jedynie koncepcją. W całej UE wskaźnik „circular material use rate”, określający udział materiałów wtórnych w ogólnej konsumpcji surowców, wyniósł w 2023 roku 11,8%, a w 2024 roku wzrósł do 12,2%²⁴. Recykling jest najbardziej efektywny w kategorii metali: w 2023 roku udział surowców wtórnych z metali wyniósł 24,7%. Niższe wartości odnotowano w przypadku surowców niemetalicznych (13,6%), biomasy (10,1%) oraz paliw kopalnych i nośników energii (3,4%)²⁵. W Polsce w sektorze materiałów niemetalicznych odzysk surowców wtórnych w 2023 roku wyniósł około 2 505 tys. ton, z czego największy udział miały surowce wtórne z drewna (22,4%) oraz stłuczka szklana (19,7%)²⁶. Część surowców, takich jak tworzywa sztuczne, odnotowała jednak spadki odzysku (o ok. 19,7%), co wskazuje na istniejące bariery technologiczne i rynkowe.

Najważniejsze wymogi i regulacje GOZ w sektorze przemysłowym Unia Europejska:

- Circular Economy Action Plan (CEAP) – ramy GOZ w przemyśle (2015, aktualizacja 2020)
- European Green Deal – cele transformacji przemysłu w kierunku niskoemisyjności (2020)
- Industrial Emissions Directive (IED) – standardy emisji dla przemysłu (2010, zmiany 2017–2022)
- EU Waste Framework Directive (WFD) – hierarchia postępowania z odpadami (2008, nowelizacja 2018)
- Eco-design Directive – projektowanie produktów pod kątem trwałości i recyklingu (2009, zmiany 2021–2023)

²⁴ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20251119-1>

²⁵ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20241113-1>

²⁶

https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5477/14/6/1/produkcja_wyrobow_przemyslowych_2019-2023.pdf

Polska:

- Ustawa o odpadach – minimalizacja odpadów, recykling, sprawozdawczość (od 2022)
- Ustawa o bateriach i akumulatorach – odzysk surowców i raportowanie (od 2020)
- Krajowa Strategia Transformacji Energetycznej i Przemysłowej 2030 – cele GOZ i efektywności (2021)
- Programy Horyzont Europa i NPO – finansowanie GOZ i cyfryzacji (2021–2027, od 2021)
- Obowiązki raportowania ESG/NFRD/CSRD – sprawozdawczość środowiskowa (2018, 2024)

5.3.2 Analiza SWOT

Analiza SWOT została wypracowana z grupami interesariuszy w sposób partycypacyjny podczas warsztatów SMART LAB oraz w ramach badań własnych opartych o desk research. Poniżej przedstawiamy skrót analizy SWOT dla domeny GOZ w obszarach budownictwo, energia i przemysł w Małopolsce:

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
<ul style="list-style-type: none"> • Wysoka deklarowana świadomość ekologiczna i polityka wspierająca GOZ – strategia regionalna Małopolski 2030, program GOZ Małopolska, fundusze UE (FEM 2021–2027). • Dobrze rozwinięty przemysł i budownictwo – obecność średnich i dużych przedsiębiorstw (np. Kęty Group, Grupa Azoty, Bruk-Bet, Fakro), sprzyjająca wdrażaniu cyrkularnych procesów. • Postępy w recyklingu i odzysku zasobów – wysoki poziom odzysku odpadów budowlanych (>85%), przemysł odzyskuje ~75–90% odpadów, wykorzystanie odpadów jako paliw w energetyce. • Efektywność energetyczna i innowacje technologiczne – kogeneracja, trigeneracja, OZE, 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentaryczne wdrażanie GOZ – różne tempo transformacji w budownictwie, przemyśle i energetyce. • Ograniczenia infrastrukturalne – sieci energetyczne, brak pełnej logistyki odzysku materiałów, niedobory miejsc do selektywnej zbiórki odpadów. • Wysokie koszty inwestycyjne – nowoczesne technologie OZE, recyklingu i cyfryzacji procesów wymagają dużych nakładów. • Niski udział materiałów wtórnych w Polsce – w 2024 r. tylko 7,7%, poniżej średniej UE (12,2%), szczególnie w sektorze budowlanym i tworzyw sztucznych. • Złożoność regulacyjna – konieczność dostosowania do wielu dyrektyw UE i ustaw krajowych, różne wymagania w sektorach.

<p>inteligentne sieci, zamknięte obiegi wody i materiałów w przemyśle.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wsparcie naukowe i klastry branżowe – uczelnie (AGH, PK, PAN), klastry Cleantech i GOZ, transfer wiedzy i technologii. • Rosnące zainteresowanie inwestorów i społeczeństwa – popyt na ekologiczne budownictwo, certyfikowane obiekty i zrównoważone produkty przemysłowe. 	
<p>SZANSE</p>	<p>ZAGROŻENIA</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Rosnący udział OZE i paliw wtórnych w energetyce oraz rozwój kogeneracji i biogazowni. • Wzrost efektywności i innowacyjności w przemyśle i budownictwie – prefabrykacja, modularność, zamknięte obiegi wody i materiałów, cyfryzacja procesów (BIM, PLM). • Finansowanie i wsparcie unijne oraz krajowe – projekty GOZ, modernizacja infrastruktury, rozwój technologii recyklingu i magazynowania energii. • Rozwój modeli biznesowych opartych na cyrkularności – produkt jako usługa, wynajem sprzętu, wykorzystanie odpadów jako surowców wtórnych. • Zwiększenie konkurencyjności regionu i przedsiębiorstw – mniejsze zużycie surowców pierwotnych, obniżenie kosztów operacyjnych, pozytywny wizerunek ekologiczny. 	<ul style="list-style-type: none"> • Opóźnienia w modernizacji infrastruktury energetycznej i przemysłowej – sieci, instalacje OZE, systemy odzysku materiałów. • Wysoka zależność od paliw kopalnych w części przemysłu i energetyki – ryzyko emisji CO₂ i kosztów związanych z uprawnieniami do emisji. • Ryzyko technologiczne i integracyjne – niekompatybilność systemów odzysku energii i surowców, złożoność integracji OZE i magazynów energii. • Zmiany regulacyjne i rynkowe – szybkie dostosowanie do dyrektyw UE, wahania cen surowców i energii. • Nierównomierne wdrażanie GOZ w przedsiębiorstwach – nie wszystkie firmy mogą szybko adaptować technologie cyrkularne, co może prowadzić do konkurencyjnych dysproporcji.

5.3.3 Rekomendacje i możliwe ścieżki współpracy

Poniżej przedstawiamy rekomendacje i możliwe scenariusze rozwoju współpracy (zebrane podczas realizacji usługi w trakcie warsztatów SMART

LAB i wywiadów pogłębionych) dla planowanych działań i potencjalnych projektów w aspekcie niniejszej domeny:

- Projektowanie inwestycji w oparciu o pełny cykl życia – uwzględnianie wpływu na środowisko i efektywności surowcowej w całym procesie planowania i realizacji inwestycji.
- Maksymalne wykorzystanie lokalnych i odnawialnych zasobów – w tym biomasy, odpadów i energii odpadowej, w celu zmniejszenia zużycia surowców pierwotnych.
- Rozwój technologii odzysku energii i surowców – wdrażanie rozwiązań cyrkularnych w zakładach przemysłowych, energetyce i budownictwie.
- Zwiększanie udziału materiałów wtórnych w procesach produkcyjnych i budowlanych – stosowanie recyklingu, prefabrykatów oraz komponentów umożliwiających ponowny montaż.
- Wspieranie innowacji technologicznych i cyfryzacji – wykorzystanie cyfrowych narzędzi do monitorowania i optymalizacji obiegu materiałów i energii.
- Poprawa efektywności energetycznej i termomodernizacja – modernizacja budynków i procesów przemysłowych w celu ograniczenia zużycia energii i emisji.
- Wzmacnianie współpracy międzysektorowej – budowanie ekosystemów innowacji łączących przedsiębiorstwa, samorządy i środowisko naukowe.
- Usprawnienie i dalszy intensywny infrastruktury gospodarki odpadami i surowcami wtórnymi – selektywna zbiórka, sortowanie i recykling materiałów.
- Promowanie modeli biznesowych opartych na GOZ – klastry przemysłowe, zamknięte obiegi materiałowe i niskoemisyjny transport wspierający przepływ surowców.

- Wdrażanie projektów demonstracyjnych – testowanie i upowszechnianie innowacyjnych rozwiązań w regionie, umożliwiających skalowanie najlepszych praktyk.

6. Część strategiczna

6.1. Wskaźniki, ewaluacja i wizja rozwoju Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”

MPS ZEP jest inicjatywą integrującą regionalny ekosystem innowacji, która odpowiada na wyzwania związane z zieloną transformacją, modernizacją przemysłu oraz rozwojem nowoczesnych technologii energetycznych i cyfrowych. Rekomenduje się podział 19 domen na 5 powiązanych ze sobą nadrzędnych obszarów tematycznych:

- **Czysta energia,**
- **Zielona chemia i technologie materiałowe,**
- **Gospodarka cyrkularna i surowce,**
- **Mobilność niskoemisyjna,**
- **Inteligentne środowisko i technologie cyfrowe.**

CZYSTA ENERGIA
Procesy badawcze, technologiczne oraz projektowanie urządzeń i systemów do analizowania charakterystyk źródeł energii
Wytwarzanie, transformacja energii bazujące na „czystych” źródłach odnawialnych i nowoczesnym wykorzystaniu tradycyjnych źródeł energii
Dystrybucja energii wraz z jej efektami konwersji
Chemiczne technologie konwersji i magazynowania energii
Elektroenergetyka
Technika wysokich napięć i kompatybilność elektromagnetyczna
ZIELONA CHEMIA I TECHNOLOGIE MATERIAŁOWE
Chemia przemysłowa i budowlana
Przetwórstwo ropy naftowej i surowców odnawialnych
Zastosowanie procesów chemicznych w nowoczesnym przemyśle
Produkcja wyrobów metalowych na potrzeby gospodarki niskoemisyjnej
Zastosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych w celu zmniejszenia śladu węglowego
GOSPODARKA CYRKULARNA I SUROWCE
Zastosowanie chemicznych procesów technologicznych w gospodarce odpadami
Efektywna produkcja metali na bazie mineralnych surowców metalicznych, surowców wtórnych lub odpadów

Produkcja innowacyjnych wyrobów na bazie mineralnych surowców niemetalicznych, surowców wtórnych lub odpadów
Metody ograniczania ilości odpadów produkcyjnych oraz maksymalizacja ich wykorzystania
MOBILNOŚĆ NISKOEMISYJNA
Oszczędny i inteligentny – efektywny transport
Zastosowanie nowatorskich metod konstrukcji pojazdów, maszyn i urządzeń oraz innowacyjnych komponentów
INTELIGENTNE ŚRODOWISKO I TECHNOLOGIE CYFROWE
Inteligentne sieci lub narzędzia IT
Energooszczędne inteligentne budynki (Smart Home), miasta (Smart City), inne obszary zasiedlone

W Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego identyfikuje się kilka powiązanych ze sobą domen tematycznych, które dziś – dzięki rozszerzeniu zakresu – mogą tworzyć wzajemnie powiązane **łańcuchy wartości w ramach platformy:**

1. Pierwszy łańcuch wartości koncentruje się na **zaawansowanych technologiach dla sektora wytwarzania, przekształcania i przesyłu energii**. Obejmuje on m.in. inteligentne sieci i magazynowanie energii, chemiczne nośniki energii, technologie przetwarzania paliw kopalnych oraz systemy odzysku energii z odpadów. W tym segmencie kluczowe są takie zagadnienia jak hybrydowe źródła energii, technologie Power-to-X, efektywność sieciowa, czy rozwój systemów bilansowania energii z wykorzystaniem AI i 5G.
2. Drugi łańcuch wartości dotyczy rozwoju **OZE** – słonecznej, wiatrowej, wodnej, geotermalnej oraz biomasowej – a także ich integracji z lokalnymi systemami energetycznymi (np. klastry energii, spółdzielnie energetyczne, magazyny energii). Ten obszar ma wysoki potencjał rozwojowy oraz zastosowanie w różnych modelach rynkowych: od przemysłowych, przez publiczne, po prosumenckie.
3. Trzeci łańcuch wartości obejmuje **energooszczędne i inteligentne budownictwo oraz urbanistykę**: smart cities, smart grids, BIM/BEP (Building Information Modeling/ BIM Execution Plan), a także nowe modele zarządzania środowiskiem zabudowanym i zurbanizowanym. Rozwój tego segmentu wymaga współpracy międzysektorowej, nowych kompetencji i aktualizacji przepisów planistyczno-budowlanych.

4. Czwarty łańcuch wartości związany jest z **zieloną chemią, nowoczesnymi materiałami i przemysłem energochłonnym**, gdzie celem jest obniżenie śladu węglowego, dekarbonizacja procesów produkcyjnych oraz efektywne wykorzystywanie odpadów i surowców wtórnych. Ma to znaczenie strategiczne dla transformacji przemysłu metalowego, materiałowego i chemicznego.
5. Piąty łańcuch wartości to **cyfrowe i technologiczne komponenty wspierające zrównoważony rozwój**, obejmujące m.in. rozwiązania IoT, big data, sztuczną inteligencję, technologie satelitarne, cyfrowe bliźniaki i automatyzację procesów. Są one kluczowe dla integracji danych środowiskowych, zarządzania energią, mobilnością i optymalizacji procesów przemysłowych.

Obszarem horyzontalnym, spajającym całą strukturę, jest **efektywność energetyczna i materiałowa**, która przejawia się w działaniach projektowych, regulacjach planistycznych, edukacji oraz technologiach wspierających gospodarkę o obiegu zamkniętym.

Cele rozwojowe i kierunki ewaluacji

Platforma ma stać się forum współpracy dla środowisk nauki, biznesu, administracji i społeczeństwa obywatelskiego, którego celem jest skuteczne wdrażanie transformacji w kierunku zielonej, odpornej i innowacyjnej gospodarki regionu. Działania ewaluacyjne powinny obejmować:

- ocenę poziomu integracji międzysektorowej (liczba wspólnych projektów i partnerstw),
- wskaźniki wdrożeń rozwiązań zrównoważonych i cyfrowych,
- ścieżki transferu wiedzy i innowacji między uczelniami a przemysłem,
- ocenę wpływu projektów na dekarbonizację i efektywność materiałową,
- dynamikę udziału przedsiębiorstw i instytucji w poszczególnych domenach platformy,
- systematyczną analizę potencjału eksportowego rozwiązań i technologii rozwijanych w ramach platformy.

W toku usługi wypracowano koncepcję wizji i misji Małopolski, sformułowanej z perspektywy ekosystemu innowacji z obszaru platformy „Zrównoważona Energia i Przemysł”, której założenia strategiczne są spójne z Regionalną Strategią Innowacji i rozwojem inteligentnych specjalizacji w Małopolsce.

WIZJA

Małopolska 2030+ jako europejski lider zielonej transformacji, budujący nowoczesną, konkurencyjną i odporną gospodarkę, która łączy innowacje technologiczne z odpowiedzialnością klimatyczną, surowcową i społeczną.

Wizja rozwoju platformy zakłada pełne wykorzystanie potencjału regionu w zakresie czystej energii, mobilności niskoemisyjnej, zielonej chemii i technologii materiałowych, gospodarki cyrkularnej oraz cyfryzacji procesów przemysłowych.

Małopolska staje się regionem inteligentnym i zrównoważonym – przyjaznym mieszkańcom i inwestorom – który skutecznie wdraża rozwiązania wspierające efektywność energetyczną, bezpieczeństwo surowcowe oraz rozwój przemysłu przyszłości. Dzięki silnemu ekosystemowi innowacji, współpracy nauki, biznesu i administracji, region staje się rozpoznawalny na arenie krajowej i międzynarodowej jako model wdrażania nowoczesnych technologii na rzecz klimatu i dobrostanu społecznego.

MISJA

Misją MPS ZEP jest wspieranie transformacji regionu w kierunku innowacyjnej, niskoemisyjnej i odpornej gospodarki, opartej na zaawansowanych technologiach energetycznych, materiałowych, cyfrowych i środowiskowych. Platforma integruje potencjał nauki, biznesu i administracji, budując trwałe powiązania między podmiotami ekosystemu innowacji, promując rozwój nowoczesnych rozwiązań z zakresu czystej energii, zielonej chemii, mobilności przyszłości, gospodarki cyrkularnej oraz cyfryzacji procesów przemysłowych. Jej celem jest tworzenie warunków dla wdrażania technologii o wysokim wpływie środowiskowym i społecznym, wzmacnianie przewag konkurencyjnych regionu oraz budowa zrównoważonego modelu rozwoju zgodnego z europejskimi i krajowymi kierunkami transformacji.

Cele ogólne rozwoju MPS ZEP:

- **Wzmocnienie regionalnej transformacji energetyczno-przemysłowej** poprzez rozwój innowacyjnych technologii w

obszarach czystej energii, zielonej chemii, przemysłu 4.0, mobilności przyszłości, cyfryzacji i gospodarki o obiegu zamkniętym.

- **Redukcja emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku** poprzez zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii oraz poprawę efektywności energetycznej w przemyśle, transporcie i budownictwie.
- **Budowa zrównoważonego i konkurencyjnego ekosystemu innowacji** opartego na integracji nauki, biznesu i administracji oraz rozwijaniu infrastruktury B+R i kompetencji kadrowych.
- **Wzrost zatrudnienia w sektorach zrównoważonej energii i przemysłu** poprzez wspieranie przedsiębiorczości, rozwój kompetencji przyszłości oraz projekty pilotażowe i demonstracyjne.

99

Cele szczegółowe:

- **Zwiększenie udziału energii z OZE w bilansie energetycznym regionu** poprzez wspieranie rozwoju i integracji technologii fotowoltaicznych, wiatrowych, geotermalnych, biogazu, energii wodnej oraz systemów hybrydowych.
- **Upowszechnienie technologii magazynowania energii**, w tym superkondensatorów, baterii przepływowo-żelazowych, zasobników cieplnych i kinetycznych, zintegrowanych z infrastrukturą OZE i mikrosieciami.
- **Rozwój infrastruktury energetycznej i cyfrowej**, w tym smart grid, systemów zarządzania energią z wykorzystaniem AI oraz nowoczesnych rozwiązań w zakresie efektywności energetycznej budynków i przemysłu.
- **Wspieranie głębokiej modernizacji budynków i rozwiązań smart city** poprzez wdrażanie niskoemisyjnych technologii w budownictwie (w tym prefabrykacja, BIPV – Building Integrated Photovoltaics) oraz rozwój systemów zarządzania energią w miastach i obszarach wiejskich.
- **Rozbudowa infrastruktury dla elektromobilności i transportu niskoemisyjnego**, w tym rozwój stacji ładowania, wodorowych i hybrydowych systemów zasilania oraz produkcji pojazdów i komponentów o niskim śladzie węglowym.
- **Promowanie lokalnych inicjatyw energetycznych** (klastry, spółdzielnie energetyczne, społeczności energetyczne) oraz wsparcie dla rozwoju regionalnych modeli samowystarczalności energetycznej.
- **Zwiększenie zaangażowania społecznego i świadomości energetycznej** poprzez edukację, doradztwo, programy

informacyjne oraz włączanie społeczności lokalnych w rozwój zielonych technologii.

- **Rozwój infrastruktury badawczo-rozwojowej** i wsparcie dla projektów pilotażowych oraz transferu wiedzy i technologii pomiędzy uczelniami, instytutami badawczymi a biznesem.

Wskaźniki i ewaluacja rozwoju MPS ZEP

100

Ocena skuteczności wdrażania strategii platformy powinna opierać się na komplementarnym zestawie metod analitycznych, pozwalających monitorować postępy, mierzyć wpływ oraz identyfikować obszary wymagające wsparcia.

Podstawowym narzędziem będzie analiza wskaźnikowa, oparta na mierzalnych parametrach ekonomicznych (np. wartość dodana sektora, liczba utworzonych miejsc pracy, liczba projektów B+R), środowiskowych (np. redukcja emisji CO₂, wzrost udziału OZE, efektywność energetyczna), technologicznych (np. liczba patentów, wdrożeń technologii) oraz społecznych (np. poziom świadomości ekologicznej, udział społeczności w transformacji energetycznej).

Wspierająco wykorzystywane mogą także być wykorzystane inne metody:

- SWOT – do identyfikacji potencjału rozwojowego i barier w poszczególnych domenach.
- Benchmarking – porównanie wyników z innymi regionami w celu oceny konkurencyjności i transferu dobrych praktyk.
- Analiza ekspercka – włączająca wiedzę środowisk naukowych i branżowych.
- Ocena efektów interwencji – służąca ewaluacji wpływu konkretnych działań i inwestycji.
- Macierz BCG – klasyfikująca domeny specjalizacji według tempa rozwoju i udziału rynkowego, wspierająca decyzje o alokacji zasobów i priorytetach inwestycyjnych.

Dobór metod będzie dostosowany do specyfiki działań oraz dostępności danych, a w miarę rozwoju platformy i rozbudowy RBW umożliwi to bardziej precyzyjne i dynamiczne podejście do monitorowania i raportowania postępów. Zaproponowane wskaźniki stanowiąc będą punkt odniesienia dla oceny wpływu platformy na rozwój regionalnego ekosystemu innowacji i zrównoważonej transformacji gospodarczej Małopolski. Wiele danych dla Małopolski można pozyskać również z prowadzonego co roku monitoringu wskaźników w ramach prac nad raportem „Eko-indeks Millenium – potencjał ekoinnowacyjności regionów”.

CEL STRATEGICZNY 1: Wzmacnianie potencjału ekosystemu innowacji ZEP	
Wskaźnik sukcesu	Weryfikacja / źródła danych
Liczba podmiotów zarejestrowanych w Regionalnej Bazie Wiedzy (RBW) ZEP	RBW
Liczba nowopowstałych firm/startupów działających w obszarze ZEP	RBW, REGON, badania własne
Liczba zagranicznych inwestycji technologicznych w obszarze ZEP	MARR, PAIH, badania własne
Liczba nowych laboratoriów i jednostek B+R ukierunkowanych na technologie ZEP	RBW, dane uczelni i instytutów badawczych, MORR
Nakłady inwestycyjne w rozwój laboratoriów i infrastruktury B+R dla ZEP	RBW, sprawozdania projektowe
CEL STRATEGICZNY 2: Rozwój kompetencji i zasobów ludzkich na rzecz zielonej transformacji	
Liczba nowozatrudnionych specjalistów B+R w sektorach powiązanych z ZEP	RBW, GUS
Liczba naukowców zaangażowanych w transfer technologii do przemysłu	RBW, uczelnie, OPI PIB
Liczba absolwentów kierunków strategicznych dla ZEP (np. energetyka, inżynieria materiałowa, IT)	GUS, MEiN, uczelnie
Liczba szkoleń lub programów podnoszących kompetencje w zakresie zielonych technologii	RBW, PARP, ARP, uczelnie
CEL STRATEGICZNY 3: Zwiększanie nakładów i efektów komercjalizacji działalności B+R	
Wysokość rocznych nakładów na działalność B+R w obszarze ZEP	GUS (PNT-01), RBW
Przychody z komercjalizacji wyników badań naukowych i patentów	GUS, dane uczelni, RBW
Przychody z wdrożeń technologii ZEP w sektorze przedsiębiorstw	Ankiety, RBW, raporty własne
Wartość eksportu produktów i usług powiązanych z ZEP	GUS, PARP, COIG (Centralny Ośrodek Informacji Gospodarczych)
CEL STRATEGICZNY 4: Rozwój zdecentralizowanych modeli energetycznych i partnerstw lokalnych	
Liczba nowo utworzonych klastrów energii, wspólnot i spółdzielni energetycznych	RBW, URE
Liczba zintegrowanych projektów z zakresu smart grid, magazynowania energii, mikro sieci	RBW, fundusze UE, Mapa Dotacji
Liczba lokalnych partnerstw sektorowych (nauka-biznes-samorząd)	RBW, badania własne
CEL STRATEGICZNY 5: Zwiększenie rozpoznawalności Małopolski jako regionu wysokiej innowacyjności klimatycznej i środowiskowej	

Liczba projektów krajowych i międzynarodowych realizowanych w ramach ZEP	Mapa Dotacji, RBW, Horyzont Europa, InterREG, I3
Liczba firm i instytucji z Małopolski realizujących projekty proklimatyczne i GOZ	RBW, GUS, MARR, MORR, projekty LIFE
Udział rozwiązań ZEP przyczyniających się do redukcji emisji CO ₂	GUS, dane projektowe, raporty środowiskowe
Liczba projektów redukujących energochłonność procesów przemysłowych	RBW, dane z FEM/FENG, mapa dotacji
Liczba projektów wspierających recykling surowców, odzysk energii lub minimalizację odpadów	Mapa dotacji, program GOZ, FEM, RBW
Liczba rozwiązań wdrożonych w obszarze symbiozy przemysłowej (np. wykorzystanie odpadów jednych firm jako surowców dla innych)	RBW, badania własne, raporty sektorowe

6.2. Proponowana struktura domen i dziedzin specjalizacji w ramach Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej „Zrównoważona Energia i Przemysł”

Poniżej prezentujemy propozycję uzupełnień zakresów i aktualizację struktury Inteligentnych Specjalizacji dla domen: energooszczędne inteligentne budynki i miasta, ze szczególnym naciskiem na efektywność energetyczną budownictwa; odnawialne zasoby i źródła energii oraz gospodarkę o obiegu zamkniętym. Opis ten stanowić będzie uzupełnienie dla wytycznych w zakresie określania zgodności projektów ubiegających się o dofinansowanie w ramach Funduszy Europejskich dla Małopolski na lata 2021-2027 z RSI2030, która zakłada wsparcie działalności naukowej i innowacyjnej wpisującej się w cele małopolskich inteligentnych specjalizacji.

6.2.1. Energooszczędne inteligentne budynki i miasta

Cel ogólny	Cele szczegółowe działań/potencjalne obszary projektowe
Analiza możliwości poprawy efektywności energetycznej w zakresie funkcjonowania inteligentnych budynków i miast, w tym działania edukacyjne w zakresie	<ul style="list-style-type: none"> - Tworzenie rozwiązań w zakresie budownictwa energooszczędnego, zeroenergetycznego, plusenergetycznego, autonomicznego w tym budynków pasywnych. - Integracja systemów opomiarowania i odczytu wielu mediów (prąd, woda, gaz, ciepło), w tym rozwiązania dla Smart Cities.

<p>efektywności energetycznej.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nowe metody integracji źródeł i zasobników energii elektrycznej oraz ciepła w mikroinstalacjach, małych instalacjach oraz klastrach energii / autonomicznych regionach energetycznych. - Nowe technologie informatyczne w określaniu warunków przyłączenia oraz prognozy pracy sieci elektroenergetycznych z udziałem energetyki prosumenckiej (Virtual Power Plants). - Materiały i wyroby budowlane o podwyższonych parametrach konstrukcyjnych, izolacyjnych i paroprzepuszczalnych, o wysokiej odporności na procesy starzenia i wysokiej odporności ogniowej, termo-refleksyjne, wytwarzane z surowców wtórnych lub odnawialnych; których cykl życia (w tym technologia wytwarzania) charakteryzuje się niskim wpływem na środowisko. - Materiały służące do akumulowania ciepła i chłodu oraz technologie ich wytwarzania. - Tworzenie rozwiązań w zakresie ciepła systemowego do produkcji chłodu. - Materiały i technologie słonecznych systemów pasywnych zintegrowanych z obudową budynku. - Energooszczędne oświetlenie, serwisowalne modułowe oprawy energooszczędnego oświetlenia o zminimalizowanej energii wbudowanej, oprawy zwiększające skuteczność chłodzenia i trwałość ich elementów, oraz materiały i technologie ich wytwarzania. - Wysokiej jakości, trwałe i bezpieczne materiały i wyroby budowlane, spełniające warunki gospodarki o obiegu zamkniętym. - Technologie i systemy inteligentnego budynku ze szczególnym uwzględnieniem nowych algorytmów optymalizujących wykorzystanie energii z zintegrowanych z budynkiem źródeł odnawialnych i lokalnych systemów akumulacji, zaawansowanych systemów prognozowania, wytwarzania i zapotrzebowania na energię. - Projekty pilotażowe dotyczące budownictwa modułowego i prefabrykowanego – mieszkaniowego, socjalnego, wielorodzinnego, senioralnego
------------------------------------	--

6.2.2. Odnawialne źródła energii

<p>Cel ogólny</p>	<p>Cele szczegółowe działań/potencjalne obszary projektowe</p>
--------------------------	---

Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych, wykorzystanie innowacyjnych źródeł zintegrowanych z magazynami ciepła i energii elektrycznej

- Innowacyjne, wysokosprawne urządzenia i systemy mikrogeneracyjne ciepła i/lub energii elektrycznej, wykorzystujące dowolne źródła energii pierwotnej
- Zintegrowane układy do wytwarzania różnych nośników energii: energii elektrycznej, ciepła, chłodu.
- Nowe, innowacyjne źródła odnawialne zintegrowane z magazynami ciepła i energii elektrycznej.
- Udoskonalone technologie wykorzystania ciepła odpadowego lub niskotemperaturowego powstałego w wyniku procesów technologicznych.
- Wytwarzanie ciepła/chłodu/energii elektrycznej w systemach kogeneracji lub trigeneracji z wykorzystaniem wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych.
- Nowe technologie związane ze zgazowaniem węgla oraz technologie ogniwi paliwowych
- Nowe rozwiązania techniczne i materiałowe poprawiające żywotność maszyn i urządzeń energetycznych.
- Zastępowanie technologii wykorzystania gazu ziemnego jako kopaliny na rzecz biogazu rolniczego i składowiskowego oraz domieszek wodoru
- Nowe technologie wytwarzania energii elektrycznej (również w skojarzeniu) z użyciem ogniwi paliwowych (do zastosowań mobilnych lub stacjonarnych).
- Metody i technologie magazynowania energii z wykorzystaniem różnych nośników.
- Magazynowanie energii z zastosowaniem materiałów zmiennofazowych.
- Badania i rozwój nowego typu materiałów lub technologii stosowanych w procesie magazynowania energii w celu zwiększenia jego bezpieczeństwa i efektywności.
- Ogniwa fotowoltaiczne oparte na nowych materiałach oraz inne nowe technologie pozwalające na wytwarzanie energii ze źródeł solarnych.
- Innowacyjne technologie wytwarzania energii elektrycznej z energii wiatru mające na celu zwiększanie sprawności procesu konwersji energii wiatru.
- Nowe technologie poszukiwania i eksploatacji wód geotermalnych, w tym technologie zagospodarowania zużytych wód geotermalnych.
- Analizy wykorzystania bioodpadów miejskich w lokalnych biogazowniach.

	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie otrzymywania biopaliw i biopłynów umożliwiające zmniejszenie ilości produktów odpadowych i ubocznych. - Nowe lub ulepszone technologie magazynowania energii - Nowe lub ulepszone technologie magazynowania energii z wykorzystaniem powietrza oraz energii ze sprężonych gazów - Nowe rozwiązania w zakresie akumulatorów i baterii, w tym litowo-jonowych, kwasowych i przepływowych, superkondensatory EDLC oraz LIC, - Zarządzane automatycznie / zdalne systemy umożliwiające płynną regulację podaży i popytu dla odnawialnych źródeł energii poprzez magazynowanie energii - Integracja magazynów energii z instalacjami OZE - Mobilne magazyny energii w postaci ciepła wysokotemperaturowego - optymalizacja produkcji ciepła w stosunku do zapotrzebowania lokalnych układów kogeneracyjnych - Wykorzystanie zasobników energii w rozproszonych układach hybrydowych (w tym m.in. baterie, zasobniki kinetyczne – koło zamachowe, baterie akumulatorów z magazynowaniem wewnętrznym, elektrownie wodne pompowe, magazyny grawitacyjne) - Superkondensatory – badania w kierunku opracowania nowego typu urządzeń w celu stworzenia możliwości ich zastosowania w energetyce - Poszukiwanie nowych rozwiązań pozwalających na skalowanie technologii różnych magazynów energii i metod zwiększających efektywność i żywotność magazynów - Badania i rozwój nowego typu materiałów lub technologii stosowanych w procesie magazynowania energii w celu zwiększenia jego bezpieczeństwa i efektywności
--	---

6.2.3. Gospodarka o obiegu zamkniętym w obszarach budownictwo, energia i przemysł

Cel ogólny	Cele szczegółowe działań/potencjalne obszary projektowe
Dążenie do maksymalizacji wykorzystania surowców i minimalizacji odpadów	- Bezodpadowe lub niskoodpadowe innowacyjne produkcyjne procesy chemiczne, z zastosowaniem wyrafinowanych narzędzi i metod analitycznych umożliwiające ograniczenie zużycia odczynników i generowania odpadów w procesach monitoringu

	<p>przemysłowego i środowiskowego oraz selektywne i sukcesywne ich odzyskiwanie na wszystkich etapach produkcji.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minimalizacja wytwarzania polimerowych odpadów opakowaniowych, poprzez wdrażanie innowacyjnych materiałów oraz substytutów, o znacznie mniejszej materiałochłonności niż produktów dotychczas stosowanych. - Innowacyjne technologie zabezpieczeń procesów chemicznych przed emisją gazów, odorów i pyleniem oraz nowe technologie zabezpieczania odpadów poprzez mineralizację, zestalenie i stabilizację. - Innowacyjne technologie odzysku surowców krytycznych i strategicznych z odpadów, w tym chemicznego przetwarzania odpadów wielomateriałowych, wielowarstwowych i kompozytowych, prowadzące do zwielokrotnienia ponownego ich użycia. - Zagospodarowanie produktów z termicznego przekształcania odpadów, między innymi pirolizy, termolizy, gazyfikacji, technologii plazmowych. - Innowacyjne technologie chemiczne, urządzenia i linie do odzysku, w tym recyklingu odpadów z górnictwa surowców energetycznych i nieenergetycznych oraz odpadów mineralnych. - Selektywne, innowacyjne procesy technologiczne otrzymywania z odpadów wysoko przetworzonych związków chemicznych. - Innowacyjne technologie chemiczne wytwarzania wyrobów wielomateriałowe i kompozytowe na bazie odpadów do wykorzystania w różnych gałęziach gospodarki. - Innowacyjne technologie optymalnego wytwarzania i wykorzystania paliw alternatywnych pozyskanych z odpadów (bez RDF). - Innowacyjne technologie produkcji materiałów budowlanych oraz technik wykonania polegające na unikaniu lub redukcji szkodliwych emisji lub redukcji wpływu na warunki środowiska wewnętrznego w otoczeniu człowieka. - Innowacyjne technologie i urządzenia do produkcji i przetwórstwa ograniczające zużycie surowców naturalnych, energii i wody - Nowe lub ulepszone technologie użytkowego zagospodarowania ubocznych produktów spalania (UPS) oraz redukcji/zagospodarowania związków szkodliwych z emisji, w tym lotnych związków organicznych, NO_x (także metody redukcji NO_x za pomocą amoniaku), SO_x, pył, metali ciężkich, dwutlenku węgla (CCU)
--	--

	- Technologie minimalizujące zużycie zasobów w cyklu życia
--	--

6.3. Podsumowanie domen dla Platformy „Zrównoważona Energia i Przemysł”

Grupa	Dziedziny specjalizacji	Cele szczegółowe
Czysta energia i inteligentne systemy energetyczne	(1) Procesy badawcze, technologiczne oraz projektowanie urządzeń i systemów do analizowania charakterystyk źródeł energii	<p>a) Rozwijanie urządzeń do rejestracji wyników badań, pomiarów temperatury powietrza, wody i gruntów, a w szczególności jej amplitudy, częstotliwości i dynamiki zmian.</p> <p>b) Rozwijanie urządzeń do badań i pomiarów kierunków, prędkości, częstotliwości, dynamiki zmian wiatru, a także liczby dni wietrznych.</p> <p>c) Realizacja badań i pomiarów opadów, a w szczególności ich rodzajów, dynamiki, gwałtowności w jednostce czasu i intensywności.</p> <p>d) Realizacja badań i pomiarów promieniowania słonecznego, w tym okresowe występowanie i liczba dni słonecznych, jakość natężenia oraz stopienia UV.</p> <p>e) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów antycypujących i prognozujących stany wodne oraz generujących informacje alarmujące i zakazujące zrzutów.</p> <p>f) Tworzenie rozwiązań w zakresie map i aplikacji obrazujących potencjalne lokalizacje farm wiatrowych, ze względu na warunki i usytuowanie sieci, odbiorców i magazynów.</p> <p>g) Tworzenie rozwiązań w zakresie map i aplikacji obrazujących potencjalne lokalizacje farm fotowoltaicznych, ze względu na warunki i usytuowanie sieci, odbiorców i magazynów.</p>
	(2) Wytwarzanie, transformacja energii bazujące na „czystych” źródłach odnawialnych i nowoczesnym wykorzystaniu tradycyjnych źródeł energii	<p>a) Realizacja działań mających na celu rozszerzenie zastosowania ciepłych kolektorów słonecznych w budownictwie mieszkaniowym i przemyśle.</p> <p>b) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych technologii solarnych umożliwiających wytwarzanie ciepła lub energii elektrycznej oraz poprawiających sprawność wytwarzania.</p> <p>c) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych technologii wykorzystujących tradycyjne źródła energetyczne.</p>

		<p>d) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych, wysokosprawnych technologii wytwarzania energii elektrycznej z energii wiatru.</p> <p>e) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych technologii umożliwiających wykorzystywanie energii wody oraz poprawę sprawności w układach konwersji energii wody na energię elektryczną.</p> <p>f) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w obszarze innowacyjnych konstrukcji silników i turbin wiatrowych.</p> <p>g) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w obszarze pomp i wymienników ciepła, a także geotermicznych innowacyjnych technologii produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu w oparciu o geotermię.</p> <p>h) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie generatorów napędzanych paliwami pochodzącymi z przetworzenia biomasy.</p> <p>i) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie generatorów napędzanych paliwami z tradycyjnych źródeł energetycznych.</p> <p>j) Realizacja prac badawczo-rozwojowych w zakresie generatorów napędzanych wodorem.</p>
	<p>(3) Dystrybucja energii wraz z jej efektami konwersji</p>	<p>a) Projektowanie wysokoefektywnych systemów przesyłu energii elektrycznej przewodowo (transformowanie) oraz technologii poprawiających przewodnictwo lub wykorzystujące efekty nadprzewodnictwa.</p> <p>b) Tworzenie rozwiązań w zakresie napędzania pojazdów przez linie napowietrzne i pantografy (On-Off).</p> <p>c) Projektowanie wysokoefektywnych systemów przekazywania energii elektrycznej bezprzewodowo, indukcyjne napędzanie pojazdów śródmiejskich i podpowierzchniowe okablowanie.</p> <p>d) Tworzenie rozwiązań w zakresie konwersji substratów opartych na biomacie w chemikalia.</p>

		<p>e) Projektowanie bezprzewodowego wykorzystania rezonansu elektromagnetycznego.</p> <p>f) Tworzenie rozwiązań w zakresie wysokoefektywnych systemów przekazywania energii cieplnej.</p> <p>g) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów izolacji rekuperacji i transformacji w celu zmniejszenia strat.</p> <p>h) Tworzenie rozwiązań w zakresie systemów przekazywania energii kinetycznej.</p> <p>i) Tworzenie rozwiązań w zakresie przechowywania i transportu wodoru.</p>
	<p>(4) Chemiczne technologie konwersji i magazynowania energii</p>	<p>a) Technologie oraz instalacje dla realizacji zoptymalizowanych procesów „ekologicznego” (czystego) przetwarzania odpadów przemysłowych i komunalnych w paliwa służące celom energetycznym.</p> <p>b) Innowacyjne systemy do wytwarzania energii elektrycznej (także w skojarzeniu) z wykorzystaniem węglowodorów odpadowych (waste hydrocarbons) oraz wodoru będącego produktem ubocznym (byproduct hydrogen) w procesach technologicznych.</p> <p>c) Zaawansowane technologie do pirolizy i zgazowania różnych surowców oraz oczyszczania i uszlachetniania wytworzonych gazów, pozwalające na bezpośrednie generowanie energii elektrycznej, z zachowaniem redukcji emisji i zagospodarowanie związków szkodliwych uwalnianych w procesach.</p> <p>d) Technologie poprawy jakości i konwersji biomasy lub odpadów do paliw o parametrach umożliwiających bezpieczne zastosowanie w obecnie produkowanych jednostkach wytwórczych, a także technologie, pozwalające na efektywną obróbkę wstępną biomasy, która intensyfikuje metody otrzymywania biopaliw ciekłych oraz biopłynów do zastosowań stacjonarnych.</p> <p>e) Procesy wytwarzania płynnych (ciekłych i gazowych, w tym biowodoru) paliw alternatywnych biopaliw i biokomponentów</p>

		<p>ciekłych, do celów energetycznych z wybranych odpadów lub innych niezagospodarowanych materiałów, jako surowca – procesy WtL („waste to liquid”).</p> <p>f) Procesy konwersji energii słonecznej w chemiczną oraz w ogniach tandemowych, w układzie hybrydowym, zamianę energii słonecznej na energię reakcji chemicznej (ogniwa PEC) oraz na energię elektryczną (ogniwa słoneczne)</p> <p>g) Technologie budowy wielkoformatowych organicznych ogni w FV, z zastosowaniem elastycznych termogeneratorów, przetworników piezoelektrycznych, super-kondensatorów, akumulatorów, polimerowych a także ogni barwnikowych (dye-sensitized solar cells) oraz aplikacji i produkcji perowskitów.</p> <p>h) Technologie wytwarzania energii elektrycznej w układach hybrydowych z użyciem ogni paliwowych, do zastosowań mobilnych lub stacjonarnych.</p> <p>i) Technologie eko-projektowania i wytwarzania nowatorskich i wydajnych materiałów elektrodowych do magazynowania jonów w ogniach baterii i magazynów energii</p> <p>j) <i>Nowoczesne technologie wychwytywania CO2</i></p> <p>k) <i>Nowoczesne technologie wodorowe</i></p>
	(5) Elektroenergetyka	<p>a) Teleinformatyka, czyli wszelkie zagadnienia informatyczne sektorów elektroenergetyki.</p> <p>b) Modelowanie i stosowanie systemów zapewniających cyberbezpieczeństwo w elektroenergetyce.</p> <p>c) Automatyka elektroenergetyczna dla sterowania i automatyzacji systemu elektroenergetycznego oraz jego elementów.</p> <p>d) Wszelkie aparaty elektryczne.</p> <p>e) Sieci i systemy elektroenergetyczne służące do wytwarzania, przesyłu, rozdziału i racjonalnego użytkowania energii elektrycznej.</p> <p>f) Wykorzystanie nowoczesnych narzędzi IT do optymalizacji procesów w elektroenergetyce</p>



	<p>(6) Technika wysokich napięć i kompatybilność elektromagnetyczna</p>	<p>g) Nowe technologie nakierowane na cyberbezpieczeństwo w elektroenergetyce</p> <p>a) Pomiary instalacji oraz diagnostyka kabli i urządzeń elektrycznych. b) Modelowanie i symulacje komputerowe. c) Budowa urządzeń wysokonapięciowych. d) Badanie zaburzeń emitowanych przez urządzenia elektryczne, a także ich odporności na zaburzenia. e) Projektowanie i instalacji odgromowych i przepięciowych oraz ochrona. f) Przewidywanie i przeciwdziałanie awarii w systemach napięć</p>
<p>Zielona chemia i technologie materiałowe</p>	<p>(7) Chemia przemysłowa i budowlana</p>	<p>a) Eko- Innowacyjne technologie produkcji materiałów dla budownictwa, w tym stosowanych do mocowania elementów, spajania i spoinowania wyrobów budowlanych oraz poprawy własności izolacyjnych, dekoracyjnych oraz walorów estetycznych. b) Materiały o podwyższonych parametrach w szczególności: konstrukcyjnych, izolacyjnych, o podwyższonej odporności na procesy starzenia, paro-przepuszczalnych, o niskiej energii wbudowanej, o wysokiej odporności ogniowej, o niskiej emisyjności, termo-refleksyjnych i technologie ich wytwarzania. c) Materiały i technologie wytwarzania powłok utrudniających rozwój grzybów, bakterii i alg, inne innowacyjne materiały przezroczyste i technologie ich wytwarzania. d) Innowacyjne procesy chemiczne i procesowo zmodyfikowane produkty w przemyśle. e) Innowacyjne procesy przetwarzania i wytwarzania włókien sztucznych i syntetycznych. f) Innowacyjne technologie i komponenty do wytwarzania farb, lakierów, mas uszczelniających oraz innych powłok budowlanych (takich jak tynki, gipsy, masy szpachlowe), gruntów i rozpuszczalników.</p>



		<p>g) Innowacyjne materiały do produkcji środków czystości i chemii gospodarczej.</p> <p>h) Innowacyjne technologie i produkcja komponentów dla przemysłu.</p> <p>i) Innowacyjne materiały dla budownictwa z zastosowaniem odpadów z różnych gałęzi przemysłu- tworzenie symbioz przemysłowych.</p> <p>j) Nowoczesne technologie wykorzystujące druk 3D.</p>
	<p>(8) Przetwórstwo ropy naftowej i surowców odnawialnych</p>	<p>a) Techniki intensyfikacji produkcji (metody wtórne i trzecie: zatłaczanie wody, środków powierzchniowo czynnych, CO₂, metody mikrobiologiczne i chemiczne).</p> <p>b) Techniki i technologie pozwalające na optymalizację konwersji przetwarzanej ropy naftowej (dla przemysłu tworzyw sztucznych) oraz maksymalizację efektywności w zakresie otrzymywania produktów czystych, o minimalnym śladzie węglowym.</p> <p>b) Techniki i technologie optymalizujące zagospodarowanie produktów ubocznych i odpadów z przerobu ropy naftowej.</p> <p>c) Materiały i technologie do budowy, naprawy i zabezpieczenia (powłokowego, chemoodpornego) infrastruktury przemysłowej do produkcji / przerobu i przechowywania ropy naftowej i produktów ropopochodnych.</p> <p>d) Technologie i materiały optymalizujące procesy energetyczne (możliwość funkcjonowania procesów w obszarach wysokich temperatur i ciśnień) minimalizujące straty procesowe, pozwalające na lepsze uzyski.</p> <p>e) Technologie wykorzystania gazu ziemnego w procesach przerobu ropy naftowej (w tym produkcji wodoru).</p> <p>f) Technologie produkcji substytutów środków smarnych oraz ich produkcji z ropopochodnych odpadów przemysłowych.</p> <p>g) Innowacyjne procesy katalityczne dla poprawy efektywności procesów przerobu składników ropy, w tym w kierunku wysoko przetworzonych chemikaliów.</p>

		<p>h) Innowacyjne technologie wytwarzania i uzdatniania wysokiej jakości materiałów napędowych.</p> <p>i) Technologie wytwarzania i wykorzystania biogazu do produkcji paliw ciekłych lub surowców dla przemysłu tworzyw sztucznych</p> <p>j) Technologie odzysku surowców krytycznych i strategicznych.</p>
	<p>(9) Zastosowanie procesów chemicznych w nowoczesnym przemyśle</p>	<p>a) Produkcja innowacyjnych, uzdatnionych materiałów metalowych, polimerowych i kompozytowych dla konstrukcji, pokrycia oraz tworzenia powłok, z użyciem najnowszych, zaawansowanych wielowarstwowych materiałów oraz technologii inżynierii powierzchni.</p> <p>b) Innowacyjne technologie chemiczne oraz dla przetwórstwa metali o ulepszonych walorach użytkowych w odniesieniu do aktualnie stosowanych.</p> <p>c) Przetwarzanie surowców mineralnych i naturalnych z zastosowaniem wieloprocessorowych technologii chemicznych, celem uzyskania materiałów o podwyższonych wartościach użytkowych.</p> <p>d) Technologiczne procesy produkcji i stosowania innowacyjnych materiałów hybrydowych, w tym blach organicznych lub struktur bionicznych.</p> <p>e) Innowacyjne materiały eksploatacyjne, środki smarne oleje oraz niskoemisyjne nośniki energii.</p> <p>f) Techniki tworzenia i produkcja zaawansowanych materiałów funkcjonalnych o niestandardowej przewodności elektrycznej lub cieplnej.</p> <p>g) Innowacyjne systemy redukcji szkodliwych emisji, w tym innowacyjne materiały katalityczne do oczyszczania spalin pojazdów i maszyn roboczych.</p> <p>h) Rozwój technologii i procesów produkcji nowoczesnych materiałów, w tym: kauczuków, dodatków, stabilizatorów i wypełniaczy, stosowanych do produkcji opon o podwyższonych</p>

		<p>parametrach użytkowych i niższym zużyciu paliwa (performance & green tyres).</p> <p>i) Produkcja i stosowanie nowoczesnych technologii polimerowych w przemyśle maszynowym i samochodowym).</p>
	(10) Produkcja wyrobów metalowych na potrzeby gospodarki niskoemisyjnej	<p>a) Innowacyjne elementy wyposażenia maszyn, urządzeń i środków transportu.</p> <p>b) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające straty energii.</p> <p>c) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające wagę pojazdów i urządzeń w celu zmniejszenia emisji CO2 i zużycia energii.</p> <p>d) Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe dla budowy urządzeń i pojazdów różnego zastosowania, także w kosmosie.</p> <p>e) Produkcja wyrobów metalowych wykorzystywanych jako materiały konstrukcyjne do budowy elektrowni wiatrowych lub farm fotowoltaicznych.</p> <p>f) Produkcja wysokich gatunków blach elektrotechnicznych o ziarnie nieorientowanym z przeznaczeniem do produkcji samochodów elektrycznych (tzw. Blachy „NGO”).</p> <p>g) Produkcja wyrobów metalowych używanych jako elementy samochodów elektrycznych</p>
	(11) Zastosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych w celu zmniejszenia śladu węglowego i śladu środowiskowego	<p>a) Zastąpienie tradycyjnych nośników energii o wysokiej emisyjności alternatywnymi nośnikami o mniejszej emisyjności (np. zastosowanie zielonego wodoru w procesach produkcyjnych, źródła kogeneracyjne).</p> <p>b) Zastosowanie złomów i surowców wtórnych do produkcji metali.</p> <p>c) Stosowanie technologii i metod produkcji metali, wyrobów metalowych ze zwiększonym udziałem wsadów wtórnych, których ślad węglowy i ślad środowiskowy jest mniejszy od wsadów pierwotnych</p>

		<p>d) Wykorzystanie gazów poprocesowych. e) Opracowanie technologii recyklingu dwutlenku węgla wytwarzanego przez wielkie piece hutnicze. f) Opracowanie technologii wychwytywania dwutlenku węgla z gazów procesowych, m.in. gazów wielkopieczowych. g) Wdrożenie nowoczesnych metod wydobywania surowców. h) Nowe technologie rekultywacji terenów pogórnich</p>
<p>Gospodarka cyrkularna i surowce</p>	<p>(12) Zastosowanie chemicznych procesów technologicznych w gospodarce odpadami</p>	<p>a) Bezodpadowe lub niskoodpadowe innowacyjne produkcyjne procesy chemiczne, z zastosowaniem wyrafinowanych narzędzi i metod analitycznych umożliwiające ograniczenie zużycia odczynników i generowania odpadów w procesach monitoringu przemysłowego i środowiskowego oraz selektywne i sukcesywne ich odzyskiwanie na wszystkich etapach produkcji. b) Minimalizacja wytwarzania polimerowych odpadów opakowaniowych, poprzez wdrażanie innowacyjnych materiałów oraz substytutów, o znacznie mniejszej materiałochłonności niż produktów dotychczas stosowanych. c) Innowacyjne technologie zabezpieczeń procesów chemicznych przed emisją gazów, odorów i pyleniem oraz nowe technologie zabezpieczania odpadów poprzez mineralizację, zestalenie i stabilizację. d) Innowacyjne technologie odzysku materiałów deficytowych surowców krytycznych i strategicznych z odpadów, w tym chemicznego przetwarzania odpadów wielomateriałowych, wielowarstwowych i kompozytowych, prowadzące do zwielokrotnienia ponownego ich użycia. e) Zagospodarowanie produktów z termicznego przekształcania odpadów, między innymi pirolizy, termolizy, gazyfikacji, technologii plazmowych. f) Innowacyjne technologie chemiczne, urządzenia i linie do odzysku, w tym recyklingu odpadów z górnictwa surowców energetycznych i nieenergetycznych oraz odpadów mineralnych.</p>

		<p>g) Selektywne, innowacyjne procesy technologiczne otrzymywania z odpadów wysoko przetworzonych związków chemicznych.</p> <p>h) Innowacyjne technologie chemiczne wytwarzania wyrobów wielomateriałowe i kompozytowe na bazie odpadów do wykorzystania w różnych gałęziach gospodarki.</p> <p>i) Innowacyjne technologie optymalnego wytwarzania i wykorzystania paliw alternatywnych pozyskanych z odpadów (bez RDF).</p> <p>j) Innowacyjne technologie produkcji materiałów budowlanych oraz technik wykonania polegające na unikaniu lub redukcji szkodliwych emisji lub redukcji wpływu na warunki środowiska wewnętrznego w otoczeniu człowieka.</p> <p>k) Innowacyjne technologie i urządzenia do produkcji i przetwórstwa ograniczające zużycie surowców naturalnych, energii i wody</p> <p>l) Nowe lub ulepszone technologie użytkowego zagospodarowania ubocznych produktów spalania (UPS) oraz redukcji/zagospodarowania związków szkodliwych z emisji, w tym lotnych związków organicznych, NOx (także metody redukcji NOx za pomocą amoniaku), SOx, pył, metali ciężkich, dwutlenku węgla (CCU)</p> <p>j) Technologie minimalizujące zużycie zasobów w cyklu życia</p>
	<p>(13) Efektywna produkcja metali na bazie mineralnych surowców metalicznych, surowców wtórnych lub odpadów</p>	<p>a) Zaawansowane procesy i technologie wykorzystywane w konstrukcjach innowacyjnych pieców odlewniczych surówki, celem zwiększenia ich sprawności energetycznej oraz wydajności, a także mniejszego zanieczyszczenia środowiska, przy jednoczesnej możliwości stosowania różnego rodzaju paliw.</p> <p>b) Opracowanie technologii i urządzeń do elektrolitycznych procesów, celem wytwarzania szerokiej gamy metali.</p> <p>c) Procesy doskonalenia pieców konwertorowych oraz technologii wykorzystania elektrycznych pieców oporowych, indukcyjnych i</p>

		<p>mikrofalowych w procesach wytapiania metali oraz pieców łukowych dla wytapiania stali z odpadów i złomu poamortyzacyjnego.</p> <p>d) Innowacyjne technologie wytapiania stali z dodatkami wyrafinowanych topników wpływającymi na poprawę jakości oraz zmniejszenie szkodliwych emisji.</p> <p>e) Wdrażanie innowacyjnych elementów efektywnego „ciągłego procesu” odlewania stali.</p> <p>f) Innowacyjne systemy recyklingu, odzysku i utylizacji, w tym recyklingu metali i ich związków z odpadów.</p> <p>g) Procesy wytopu metali z zastosowaniem innowacyjnych pieców wykorzystujących czyste paliwa.</p> <p>h) Modernizacja linii produkcyjnych wytwarzania metali przy zastosowaniu różnych metod produkcyjnych.</p>
	<p>(14) Produkcja <i>eko</i>-innowacyjnych wyrobów na bazie mineralnych surowców niemetalicznych, surowców wtórnych lub odpadów</p>	<p>a) Selektywne, innowacyjne procesy technologiczne otrzymywania z odpadów wysoko przetworzonych związków chemicznych.</p> <p>b) Innowacyjne materiały ceramiczne oraz energooszczędne metody ich wytwarzania, w tym specjalne produkty ze szkła i ceramiki zmieniające kształt i właściwości pod wpływem pól zewnętrznych.</p> <p>c) Innowacyjne materiały dla budownictwa wytwarzane na bazie wypełniaczy mineralnych (takich jak węglan wapnia, węglan wapniowo-magnezowy, kwarc) oraz energooszczędne procesy ich wytwarzania.</p> <p>d) Nowe innowacyjne technologie dla renowacji zabytków i modernizacji starych osiedli mieszkaniowych, szczególnie wielkopłytowych.</p> <p>e) Zastosowanie i synteza materiałów zeolitowych na bazie popiołów z odpadów, węgla oraz kaolinu. f) Odzyskiwanie i przetwarzanie ciepła odpadowego w procesach przetwarzania surowców mineralnych.</p>

		<p>g) Zastosowanie wyrobów z niemetalicznych surowców mineralnych w elementach konstrukcji generatorów OZE, przemyśle lotniczym i kosmicznym oraz optoelektronice, w tym technologie światłowodowe</p>
	<p>(15) Metody ograniczania ilości odpadów produkcyjnych oraz maksymalizacja ich wykorzystania, w tym wykorzystanie odpadów ze źródeł antropogenicznych</p>	<p>a) Innowacyjne technologie, urządzenia, maszyny i narzędzia do przetwarzania odpadów poprodukcyjnych, poeksploatacyjnych i po-użytkowych oraz ich zagospodarowania. b) Opracowanie bezodpadowych oraz ograniczających wytwarzanie odpadów technologii, procesów, metod i narzędzi, poprzez selektywne pozyskiwanie ich na etapach produkcji. c) Innowacyjne technologie przetwarzania odpadów wielomateriałowych, wielowarstwowych i kompozytowych, ze szczególnym uwzględnieniem procesów redukcji emisji gazów szkodliwych dla środowiska i zdrowia człowieka. d) Nowe technologie i urządzenia do wzbogacania surowców mineralnych odpadowych, w tym pochodzących ze źródeł antropogenicznych. e) Odzyskiwanie różnych form energii, wody i innych mediów wykorzystywanych w procesach technologicznych produkcji metali lub wyrobów metalowych, lub przetwórstwa surowców niemetalicznych. f) Efektywne wykorzystanie materiałów odpadowych pochodzących z procesów produkcji. g) Opracowanie zestawu technologii, procedur, zasad postępowania związanych z procesem odzyskiwania metali lub mineralnych surowców niemetalicznych ze źródeł antropogenicznych.</p>



Mobilność niskoemisyjna	(16) Oszczędny i inteligentny – efektywny transport	<p>a) Adaptacja e-pojazdów i pojazdów hybrydowych do poziomu pojazdów „solarnych”.</p> <p>b) Zintegrowany transport miejski powiązany przez HUBy Park&Ride wraz z infrastrukturą rowerową, hulajnogami elektrycznymi.</p> <p>c) Rozwój i wdrażanie systemów wspierających Car-sharing.</p> <p>d) Niskoemisyjny i zeroemisyjny tabor oraz pojazdy i systemy wykorzystujące zmniejszony opór powietrza.</p> <p>e) Rozwój i wdrażanie systemów logistyki dla efektywnego zarządzania i nawigowania transportem ciężkim.</p> <p>f) Rozwój sektora e-commerce usług kurierskich opartych o niskoemisyjny i zeroemisyjny transport oraz paczkomaty.</p> <p>g) Rozwój i wdrażanie systemów rozwiązań chmurowych pozwalających na regionalne działania w zakresie dynamicznej polityki parkingowej oraz wysyłanie indywidualnych propozycji sposobu optymalnego podróżowania.</p> <p>h) Inteligentne systemy transportowe.</p>
	(17) Zastosowanie nowatorskich metod konstrukcji pojazdów, maszyn i urządzeń oraz innowacyjnych komponentów, w celu zmniejszenia śladu węglowego w procesach ich produkcji i parametrach ich eksploatacji	<p>a) Optymalizacja i poprawa konstrukcji oraz funkcjonalności podzespołów w maszynach, urządzeniach i pojazdach, w tym systemów bezpieczeństwa i innowacyjnego wyposażenia.</p> <p>b) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające straty energii.</p> <p>c) Innowacyjne układy napędowe i transferu energii oraz ich elementy składowe, w tym dla pojazdów elektrycznych i hybrydowych.</p> <p>d) Innowacyjne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne zmniejszające emisję CO2 i zużycie paliwa.</p> <p>e) Opracowania nowoczesne technologii symulacyjnych, badających konstrukcje i wytrzymałości materiałowe w wirtualnej rzeczywistości- zarówno statycznie jak i dynamicznie.</p>
	(18) Inteligentne sieci lub narzędzia IT	<p>a) Tworzenie rozwiązań w zakresie ograniczania nadmiernego zużycia, umożliwiających szybkie wykrycie awarii sieci gazowej systemów energetycznych oraz umożliwiających optymalizację</p>





<p>Inteligentne środowisko życia i technologie cyfrowe</p>		<p>systemów gazu i elektryczności energetycznych w czasie rzeczywistym i zapewniających łatwość dołączenia i odłączenia nowych źródeł gazu energii</p> <p>b) Rozwiązania w zakresie smart Grid jako narzędzi umożliwiających efektywne zarządzanie (inteligentne rozdzielanie oraz rozliczanie energii), wybiórcze zasilanie odbiorników i ich komunikację.</p> <p>c) Optymalizacja wytwarzania i wykorzystania energii poprzez nowoczesne systemy sterowania i monitoringu – systemy zarządzania energią.</p> <p>d) Inteligentne narzędzia wykorzystywane dla optymalizacji pracy i sterowania sieciami przesyłowymi i dystrybucyjnymi.</p> <p>e) Elektrownie wirtualne (Virtual Power Plants) i ich wykorzystanie do regulacji pracy systemu elektroenergetycznego oraz rozproszonych źródeł energii o różnej mocy.</p> <p>f) Metody i środki poprawy efektywności energetycznej oraz redukcji strat energii w sieciach przesyłowych i rozdzielczych, w tym produkty, usługi oraz narzędzia inżynierskie.</p> <p>g) Rozwój nowych technik cyberbezpieczeństwa (Cybersecurity) – rozwój oprogramowania, urządzeń i usług bezpieczeństwa informatycznego w elektroenergetyce.</p> <p>h) Cyfrowe systemy pomiarowe, w tym systemy zdalnego opomiarowania (Advanced Metering Infrastructure – AMI) – nowe konstrukcje elementów AMI, technologie komunikacji i inteligentne oprogramowania Systemów Centralnych AMI, interoperacyjność i wymiennność elementów AMI</p>
	<p>(19) Energooszczędne inteligentne budynki (Smart Home), miasta (Smart City), inne obszary zasiedlone</p>	<p>a) Tworzenie rozwiązań w zakresie budownictwa energooszczędnego, w tym domów pasywnych, modułowych, prefabrykowanych (NEB), z wykorzystaniem technologii BIM, nowych technologii archiwizacji i projektowania budynków.</p> <p>b) Popularyzowanie i rozwijanie systemów Smart Home, Smart Building jako działań optymalizujących wykorzystanie energii.</p>



		<p>c) Tworzenie rozwiązań w zakresie innowacyjnych materiałów i technologii energooszczędnych w budownictwie, w tym innowacyjne materiały i technologie wykorzystywane do rewitalizacji oraz termomodernizacji.</p> <p>d) Wdrażanie innowacyjnych metod i narzędzi oceny jakości wykonanych robót oraz monitoring zużycia energii budynków.</p> <p>e) Tworzenie i wdrażanie rozwiązań w zakresie systemów sterowania natężeniem oświetlenia w celu optymalizacji zużycia energii oraz tworzenie rozwiązań w zakresie wdrażania systemów wykorzystujących infrastrukturę oświetleniową do nowych funkcji, w tym wdrażanie rozwiązań inteligentnego oświetlenia w budynkach zabytkowych.</p> <p>f) Tworzenie rozwiązań w zakresie wdrażania systemów Smart Office, Smart Factory, Smart School, Smart Village Smart Clinic</p> <p>g) Tworzenie rozwiązań w zakresie ciepła systemowego do produkcji chłodu oraz poprawy systemów miejskich, w zakresie ciepła i chłodu systemowego wraz z technologiami magazynowaniem energii.</p> <p>h) Tworzenie rozwiązań w zakresie wdrażania systemów wykorzystujących infrastrukturę oświetleniową do nowych funkcji oraz tworzenie systemów i zarządzania infrastrukturą strategiczną i smart lighting.</p> <p>i) Tworzenie rozwiązań w zakresie inteligentnych i zrównoważonych systemów gospodarki wodnej i wodno-ściekowej oraz retencji wody opadowej.</p> <p>j) Propagowanie oraz wdrażanie rozwiązań spółdzielni oraz wspólnot energetycznych.</p> <p>k) Zastosowanie materiałów bio-based i materiałów pochodzących z recyklingu - rozwój i wdrażanie niskoemisyjnych materiałów konstrukcyjnych i izolacyjnych pochodzenia biologicznego oraz z recyklingu w budownictwie niskoemisyjnym, w tym kompozytów naturalnych, biopolimerów oraz paneli na bazie włókien roślinnych.</p>
--	--	---

		<p>m) Technologie cyrkularne w cyklu życia budynków - projektowanie modułowe i systemy umożliwiające ponowne wykorzystanie komponentów budowlanych; cyfrowe paszporty materiałowe; narzędzia wspierające zarządzanie materiałami.</p> <p>n) Inteligentne zarządzanie mikroklimatem wewnętrznym - zastosowanie zaawansowanych systemów czujników, AI i Internetu Rzeczy (IoT) do sterowania jakością powietrza, temperaturą, wilgotnością i oświetleniem w przestrzeniach mieszkalnych i publicznych.</p> <p>o) Integracja systemów predykcyjnych opartych na sztucznej inteligencji do optymalizacji zużycia energii, z uwzględnieniem prognoz pogodowych i dynamicznych taryf energetycznych.</p> <p>p) Wdrażanie rozwiązań smart waste w budynkach i obszarach zurbanizowanych, systemów monitoringu zużycia mediów, predykcyjnego zarządzania wodą i odpadami bytowymi.</p> <p>r) Zielona i niebieska infrastruktura miejska - rozwój systemów zielonych dachów, ścian, ogrodów deszczowych i retencji wody opadowej jako elementów adaptacji do zmian klimatu i poprawy jakości środowiska miejskiego</p>
--	--	---

7. Część implementacyjna

7.1. Małopolskie Platformy Specjalizacyjne jako platformy współpracy i elementy budowania trwałych ekosystemów innowacji

124

W ramach prac nad wspieraniem rozwoju inteligentnych specjalizacji województwa małopolskiego w procesie PPO opracowano Statut oraz Regulamin MPS ZEP. Dokumenty te określają kluczowe założenia, strukturę organizacyjną oraz zasady działania platformy jako narzędzia wspierającego realizację polityk rozwoju regionu oraz budowę trwałych ekosystemów innowacji.

MPS ma docelowo pełnić funkcję otwartej i dynamicznej przestrzeni współpracy – forum umożliwiającego integrację działań podmiotów z czterech sektorów tzw. modelu poczwórnej helisy: nauki, biznesu, administracji publicznej oraz społeczeństwa obywatelskiego. Jej głównym celem jest wspieranie transformacji Małopolski w kierunku zielonej, odpornej i innowacyjnej gospodarki poprzez stymulowanie wdrażania nowoczesnych rozwiązań technologicznych, transfer wiedzy i tworzenie warunków do efektywnej współpracy międzysektorowej.

W kolejnym etapie planowane jest uruchomienie dedykowanego narzędzia informatycznego, które umożliwi sprawną komunikację, współdzielenie wiedzy oraz inicjowanie wspólnych projektów i partnerstw. Narzędzie to będzie wspierane przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, który zaangażuje się również w promocję platform jako skutecznego instrumentu budowy regionalnych partnerstw tematycznych. Silne zaangażowanie szerokiej sieci partnerów – w tym uczelni, jednostek B+R, organizacji społecznych, instytucji otoczenia biznesu oraz przedsiębiorstw – ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia zamierzonych celów. Struktura platformy umożliwi tworzenie tematycznych grup roboczych koncentrujących się wokół zidentyfikowanych łańcuchów wartości, co pozwala skutecznie animować współpracę i generować koncepcje innowacyjnych projektów, odpowiadających na realne potrzeby regionu.

Do celów szczegółowych określonych w dokumentach założycielskich platformy należą m.in.:

- integracja podmiotów branżowych i rozwój powiązań kooperacyjnych,
- wspieranie innowacyjnych startupów oraz projektów badawczo-rozwojowych,

- budowa wspólnej bazy wiedzy, zasobów i dobrych praktyk,
- wzmacnianie świadomości społecznej i rola edukacyjna
- pogłębianie współpracy z administracją publiczną,
- pomoc w monitorowaniu postępów i efektów wdrażanych działań,
- rozwój społeczności energetycznych i lokalnych inicjatyw opartych na OZE,
- promocja regionalnych sukcesów i rozwiązań technologicznych.

W efekcie MPS ZEP może stać się jednym z kluczowych instrumentów wspierających wdrażanie regionalnej polityki innowacyjności oraz transformacji energetycznej – jako forum wymiany wiedzy, współpracy i katalizator rozwoju projektów o wysokim potencjale społecznym i gospodarczym.

7.2. Kryteria wyboru projektów do finansowania

Podstawowe zasady oceny projektów realizowanych z Funduszy Europejskich w perspektywie 2021–2027 opierają się na kryteriach horyzontalnych, wspólnych dla wszystkich projektów współfinansowanych z:

- Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR),
- Europejskiego Funduszu Społecznego+ (EFS+),
- Funduszu Spójności (FS),
- Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji (FST),

W przypadku projektów wspierających rozwój specjalizacji „Zrównoważona Energia i Przemysł”, największy potencjał finansowania zapewniają następujące programy:

- **Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (FEnIKS)** – wspierające inwestycje w OZE, poprawę efektywności energetycznej, ochronę środowiska, gospodarkę cyrkularną oraz zrównoważony transport.
- **Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki (FENG)** – finansujące projekty badawczo-rozwojowe, innowacje i komercjalizację technologii, szczególnie w sektorze przemysłowym.
- **Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego (FERS)** – wspierające rozwój kompetencji, szkolenia w obszarze zielonej i cyfrowej transformacji oraz działania w zakresie sprawiedliwej transformacji energetycznej.

- **Fundusze Europejskie na Rozwój Cyfrowy (FERC)** – umożliwiające wdrożenie technologii cyfrowych w sektorze energii i przemysłu, np. inteligentnych sieci i systemów zarządzania energią.
- **Programy Regionalne (w tym Fundusze Europejskie dla Małopolski)** – finansujące m.in. projekty infrastrukturalne, modernizacyjne i społeczne odpowiadające na regionalne potrzeby.
- **Programy Interreg (Europejska Współpraca Terytorialna)** – wspierające ponadnarodowe projekty innowacyjne, wymianę dobrych praktyk i współpracę transgraniczną.
- **Program Horyzont Europa, I3 i Erasmus+**

Propozycja uzupełnionego systemu oceny projektów

Dotychczasowa dwustopniowa ocena projektów – formalna i merytoryczna – uwzględniała m.in. zgodność projektu z celami Regionalnej Strategii Innowacji oraz wpisanie się w inteligentne specjalizacje w systemie zero-jedynkowym („spełnia/nie spełnia”). W celu lepszej selekcji projektów strategicznych dla rozwoju regionalnego i platformy ZEP, proponuje się wdrożenie nowego, trzystopniowego modelu oceny:

1. **Ocena formalna** – zgodność z wymogami programu i kwalifikowalnością wnioskodawcy.
2. **Ocena merytoryczna** – ocena jakości, innowacyjności, wykonalności i wpływu projektu.
3. **Ocena strategiczna** – nowa kategoria obejmująca:
 - **Kryteria strategiczne podstawowe (obligatoryjne)** – których spełnienie jest warunkiem uzyskania dofinansowania. Obejmują one m.in. spójność projektu z wizją i celami Małopolskich Platform Specjalizacyjnych oraz jego wpływ np. na transformację energetyczną i innowacyjność regionu.
 - **Kryteria strategiczne dodatkowe (fakultatywne)** – premiujące projekty o szczególnej wartości dodanej, np. zaangażowanie lokalnych społeczności, wdrażanie rozwiązań GOZ (gospodarka o obiegu zamkniętym), wysoka efektywność środowiskowa, transfer technologii lub partnerstwa ponadregionalne. Spełnienie tych kryteriów może przesądzać o wyborze projektu w przypadku równej liczby punktów.

Dzięki temu podejściu, ocena projektów uwzględni nie tylko ich innowacyjność i zgodność z formalnymi celami programów, ale również ich długofalowe znaczenie dla realizacji misji i celów Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej, w tym transformacji regionu w kierunku zielonej, odpornej i nowoczesnej gospodarki.

<u>Kryteria strategiczne podstawowe</u>	<u>Uzasadnienie</u>
[1] Projekt realizuje cele ogólne i szczegółowe określone dla wybranej dziedziny i konkretnego obszaru.	Wspierane powinny być projekty, których cele są spójne z celami szczegółowymi dla wybranych dziedzin. Przy czym ważna jest jakość tych celów, a nie ilość. W optymalnym wymiarze proponowany projekt powinien wpisywać się i być ocenianym w stosunku do jednego, głównego celu wybranej dziedziny.
[2] Projekt definiuje ambitne wskaźniki wpływu i rezultatu.	W sytuacji wymogu wpisywania się w jeden cel szczegółowy, wyróżnikiem projektu powinna być jakość proponowanych mierników rezultatu i wpływu na dziedzinę (impact) oraz obszar tematyczny.
[3] Projekt jest komplementarny z lub nawiązuje do innych projektów, działań i programów w tej samej dziedzinie i obszarze, realizowanych na poziomie regionu lub kraju.	Ważne jest, aby pomysłodawcy projektów dążyli do synergii z innymi działaniami i programami. Na poziomie minimalnym powinna być wymagana wiedza na temat projektów w danym obszarze tematycznym (celu szczegółowym). Optymalnym modelem jest, jeżeli projekty korzystają nawzajem ze swoich rezultatów i działań.
<u>Kryteria strategiczne dodatkowe - kryteria rozstrzygające/rankingujące</u>	<u>Uzasadnienie</u>
[1] Projekt został przygotowany w ramach procesu konsultacji w środowisku platformy specjalizacyjnej, a jego cele są wpisane w formalnie zweryfikowane dokumenty typu BTR, Strategia, Aneks Specjalizacyjny	Premiowane powinny być projekty definiowane we współpracy w ramach środowiska, których przygotowanie wymagało kooperacji i zaangażowania otoczenia. Dotyczy to warsztatów strategicznych, Smart Labów i innych podobnych działań, których rezultaty są obiektywnie weryfikowalne. Szczególnym przypadkiem są tutaj dokumenty powstałe jako rezultaty działań animowanych przez władze regionalne.
[2] Projekt dotyczy konkretnego łańcucha wartości w regionie.	Premiowane powinny być projekty budujące lub wzmacniające łańcuchy wartości w regionie lub pozycję Małopolski w GVC (Global Value Chains). Takie projekty pozwalają na integrację wielu interesariuszy wokół scenariuszy rozwoju i zwiększają szanse na rozwój nowych rozwiązań angażujących kolejnych uczestników, w tym nie tylko z dużych ośrodków miejskich, ale również

	subregionów oraz pozwalają zwiększyć potencjał internacjonalizacji wypracowanego rozwiązania.
[3] Wnioskodawca jest aktywnym członkiem Małopolskiej Platformy Specjalizacyjnej.	Premiowani powinni być wnioskodawcy, którzy są aktywnie zaangażowani w małopolskie platformy specjalizacyjne i współtworzą regionalną sieć innowacji. Mechanizmy współpracy i budowanie gospodarki opartej na wiedzy, w której interesariusze angażują się w tworzenie sieci innowacji, powinny być premiowane aby zachęcać inne podmioty do nawiązywania współpracy, dzielenia się wiedzą, osiągania efektów synergii i kreowania ekosystemu stymulującego interakcję lokalnych środowisk badawczo – rozwojowych. Zgodnie z założeniami procesu PPO oczekiwane jest podjęcie działań przekładających się na bezpośrednie korzyści interesariuszy z aktywnego zaangażowania w platformy specjalizacyjne.
[4] Projekt zakłada trwałość rezultatów oraz skalowalność/replikowalność rozwiązań	Wnioskodawcy powinni jasno wykazywać nie tylko w jaki sposób rezultaty projektu mogą być trwałe w czasie, lecz także skalowane (w regionie lub w innych kontekstach) albo replikowane przez innych interesariuszy. Promowane będą rozwiązania o potencjale multiplikacji.
[5] Projekt uwzględnia komponent cyfrowy lub wdraża rozwiązania Przemysłu 4.0 / cyfrowej energii	Rozwój zrównoważonej energii i przemysłu wymaga integracji z technologiami cyfrowymi (AI, IoT, big data, smart grid). Preferowane będą projekty, które łączą transformację energetyczną z cyfryzacją – zgodnie z podejściem twin transition.