



**Politechnika
Śląska**

**Obserwatorium specjalistyczne
w obszarze technologicznym
Produkcja i przetwarzanie materiałów**

Raport 2023 - 2024

**Niniejszy raport powstał jako rezultat prac Obserwatorium w obszarze technologicznym
Produkcja i Przetwarzanie Materiałów finansowanego z projektu pt. „Sieć
Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych w Procesie Przedsiębiorczego
Odkrywania w województwie śląskim (SO RIS w PPO – II)” WND-RPSL.01.04.01-24-
06C8/19-005, realizowanego w ramach Działania 1.4 Wsparcie ekosystemu innowacji
Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014-2020.**

Opracowanie
Dr hab. inż. Lilla KNOP
Prof. dr hab. Jan BRZÓSKA
Dr hab. inż. Sławomir OLKO
Wydział Organizacji i Zarządzania
Politechnika Śląska
ul. Roosevelta 26-28
41-800 Zabrze

Zabrze, 2025

Wstęp

Lata 2023 – 2024 to okres po pandemii COVID, który charakteryzował się niewielkim gospodarczym ożywieniem, które dotyczyło również regionalnego sektora produkcji i przetwarzania materiałów. Niniejszy raport prezentuje metodykę badań związanych z wyzwaniami otoczenia powszechnego na obszar technologiczny produkcji i przetwarzania materiałów w województwie śląskim.

Regionalne Obserwatoria Technologiczne powstały jako instrumenty monitorowania strategii rozwoju na szczeblu samorządu regionalnego. Zakres gromadzonych informacji może być użyteczny dla sektora przedsiębiorstw, które są jednym z najistotniejszych interesariuszy realizowanej polityki proinnowacyjnej. Ponieważ zakres gromadzonych informacji o inteligentnych specjalizacjach w regionach europejskich jest podobny, zaprezentowane rekomendacje mogą być użyteczne w innych regionach na zasadzie analogii, nawet jeżeli nie występują w nich obserwatoria specjalistyczne lub inne inicjatywy, których zadaniem jest monitorowanie danych gospodarczych w zakresie badań i rozwoju, innowacji oraz rozwoju poszczególnych sektorów.

Niniejszy raport jest zgodny z treścią zawartego Porozumienia na rzecz partnerskiej współpracy w ramach Sieci Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych (SO RIS)” z dnia 13 marca 2013 r., numer 14/FS/2013. Załącznik Nr 2 tego porozumienia określa zakres merytoryczny tego opracowania.

1. Identyfikacja obszarów technologicznych, grup technologicznych i technologii

Opis metodologii

Identyfikacja obszarów, grup technologicznych czy samych technologii, które uważane są w woj. śląskim za rozwojowe w perspektywie 2050, wymaga zastosowania odpowiedniego procesu badawczego. W przyjętym procesie oparto się na rozumowaniu dedukcyjnym, czyli wyprowadzaniu wniosków z tego, co już jest wiadome. Proces ten był wsparty wieloma metodami, które zostały zaprezentowane w tabeli 6.1. Wykorzystanie odpowiednich metod: diament Portera, EMERALD, analiza PESTEL oraz SWOT, wymagało szerokich analiz danych zastanych (*desk research*). Zaprezentowane dane zostały zweryfikowane podczas wywiadów z ekspertami i w badaniach fokusowych.

Zakres obszaru technologicznego

Woj. śląskie to region dynamiczny, który od wielu lat podlega intensywnym zmianom związanym z transformacją technologiczną i gospodarczą. Do wyzwań związanych z transformacją dołączyły pandemia, a po niej wojna w Ukrainie. Te niespodziewane zmienne powodują, że przedsiębiorstwa muszą niezwykle elastycznie podchodzić do bardzo szybko zmieniającego się rynku. Polityka Przemysłowa Polski z 2021 r. wyznacza pięć osi rozwojowych świata postcovidowego: cyfryzację, zielony ład, bezpieczeństwo, lokalizację i społeczeństwo wysokich kompetencji. Wokół tych osi formułowane są kierunki, cele i instrumenty polityki. W dokumencie tym wskazano również kluczowe branże, z podziałem na cztery kategorie (Polityka, 2021):

- 1) branże tradycyjnie mocne, przed którymi stoją wyzwania (przemysły: motoryzacyjny, hutniczy, chemiczny, meblarski, papierniczy),
- 2) branże z dużym potencjałem rozwojowym i dynamiką (przemysły: farmaceutyczny, biotechnologiczny i wyrobów medycznych, przetwórstwa spożywczego, kosmetyczny, materiałów budowlanych, elektrotechniczny, maszynowy, transportu szynowego),
- 3) branże posiadające nowe perspektywy rozwoju (przemysły: budowy statków specjalistycznych i jachtów, lotniczo-kosmiczny, BSP, odzysku surowców wtórnych, baterijny, nowoczesnych technologii energetycznych),
- 4) usługi dla przemysłu (transport, ICT, usługi biznesowe).

Tabela 6.1. Proces badawczy

Lp.	Etap badań	Metody badań	Narzędzia badań
1	Identyfikacja dotychczasowych kluczowych technologii rozwijanych w regionie	<i>Desk research</i>	Analiza krajowych i regionalnych strategicznych dokumentów Analiza bazy tekstów naukowych Analiza raportów sektorowych
2	Wstępna weryfikacja kluczowych technologii, które są rozwijane w regionie	Wywiady z ekspertami	Identyfikacja kluczowych „aktorów” i ekspertów z obszarów rozwoju technologii
3	Wskazanie technologii, które mają potencjał do rozwoju w regionie w perspektywie 2050	Badania fokusowe	Zogniskowany wywiad grupowy z ekspertami dziedzinowymi
4	Analiza potencjału konkurencyjnego obszaru technologii (grup technologii)	Diament Portera połączony z metodą EMERALD	Wskaźniki ekonomiczne danej branży Dane światowych baz danych Analizy dokumentów dotyczących badań danej branży/sektora/obszaru technologicznego Dane statystyczne monitorowane przez Obserwatoria Specjalistyczne
5	Ocena uwarunkowań rozwoju obszaru technologicznego	Analiza PESTEL	Raporty ekonomiczne Analiza strategicznych dokumentów
6	Ocena obszaru technologicznego	Analiza SWOT	Zogniskowany wywiad grupowy z ekspertami dziedzinowymi
7	Weryfikacja oceny obszaru technologicznego	Badania fokusowe	Zogniskowany wywiad grupowy z ekspertami dziedzinowymi

Oprac. zespołu eksperckiego na podst. dotychczasowych analiz obserwatorium w obszarze technologicznym produkcja i przetwarzanie materiałów.

Te niespodziewane zmienne powodują, że region musi niezwykle elastycznie podchodzić do bardzo szybko zmieniającego się rynku. Doświadczenie i *know-how*, jakie mają śląskie podmioty, pozwala im na wdrożenie zmian również w sektorze produkcji i przetwarzania materiałów. Przełom w technologii materiałów często oznaczał skok cywilizacyjny. Od doskonalenia materiałów zależy doskonalenie właściwości użytkowych w zakresie właściwości użytkowych wykonanych z nich urządzeń, maszyn czy przedmiotów. Silna baza badawcza i edukacyjna w obszarze technologii oraz badania materiałów stwarzają przyjazne środowisko dla rozwoju przedsiębiorstw. Polska, w tym przede wszystkim woj. śląskie dysponuje bardzo dużymi zasobami ludzkimi w obszarze technologii materiałowych, a obecnie, dzięki badaniom, szybko rozwija się też infrastruktura badawcza. Wyróżnienie w woj. śląskim obszaru technologicznego produkcji i przetwarzania materiałów jest wynikiem pracy „Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa śląskiego”. Rezultaty tych zostały zawarte w „Programie Rozwoju Technologii Województwa Śląskiego na lata 2019–2030”. Ponadto w ramach Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania (PPO) wskazano, obok energetyki, medycyny, technologii informacyjnej i komunikacyjnej, zielonej gospodarki, kolejną inteligentną specjalizację woj. śląskiego: przemysły wschodzące obejmujące nowe lub istniejące sektory gospodarki i łańcuchy wartości, które rozwijają się w nowe gałęzie przemysłu, przyszłościowe dla regionu. Przemysły wschodzące najczęściej bazują na nowych produktach, usługach, technologiach lub pomysłach. Znajdują się one na początkowym etapie rozwoju, jednocześnie jednak wykazując dużą dynamikę wzrostu, co daje im potencjał osiągnięcia nowych, globalnych przewag konkurencyjnych. Regionalna Strategia Innowacji (RIS), odnosząc się do przemysłów wschodzących, wskazuje dwie konkretne branże: przemysły kreatywne i przemysły mobilności. W ramach PPO zidentyfikowano grupy technologii kluczowych dla rozwijania przemysłów wschodzących, wśród których wyróżnia się m.in.: tworzywa metaliczne, tworzywa polimerowe, tworzywa ceramiczne, nanotechnologie i nanomateriały, technologie projektowania i wytwarzania w przemyśle lotniczym, technologie projektowania i wytwarzania w przemyśle motoryzacyjnym, technologie projektowania i wytwarzania obrabiarek i pomocy warsztatowych, technologie projektowania i wytwarzania środków przenoszenia napędów, maszyn i urządzeń specjalnych oraz przemysł kosmiczny.

Po dyskusji z ekspertami w procesie diagnozy w pracy oparto się na tradycyjnym podziale obszaru produkcji i przetwarzania materiałów na: tworzywa metaliczne, tworzywa polimerowe i tworzywa ceramiczne. Kompozyty jako technologie łączące różne materiały zostały wyróżnione w trzech podstawowych. Taki podział stał się podstawą do diagnozy strategicznej obszaru produkcji i przetwarzania materiałów w kontekście foresightu technologicznego woj. śląskiego. W tym kontekście obszar technologiczny został przeanalizowany w ujęciu PKD – patrz tabela 6.2.

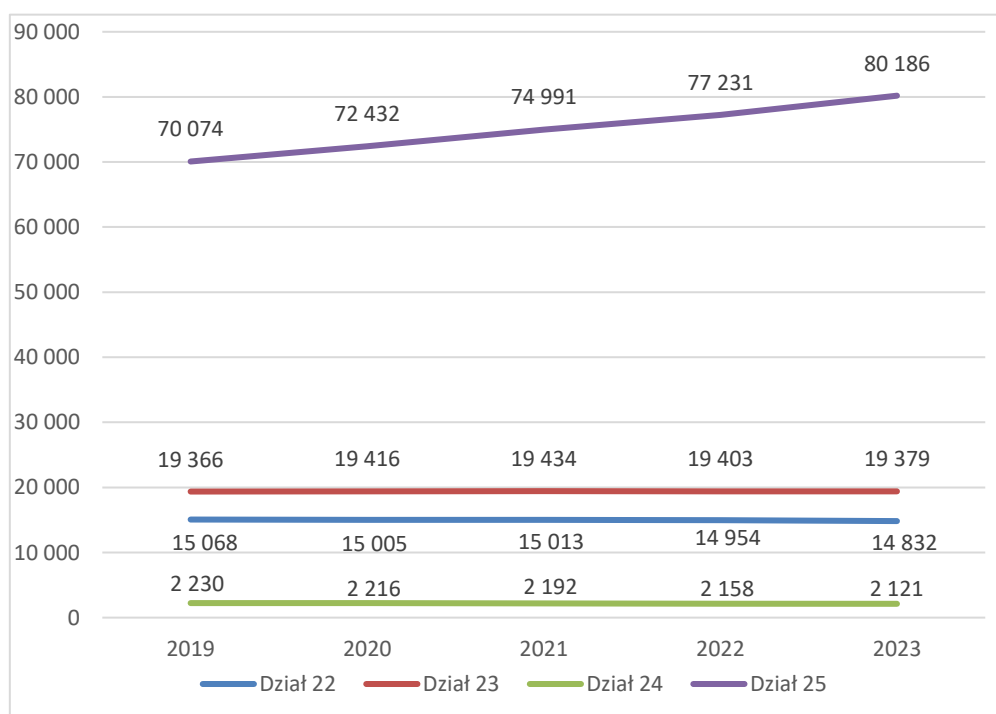
Tabela 6.2. Produkcja i przetwarzanie materiałów według PKD

Obszar technologiczny	Produkcja i przetwarzanie materiałów (PPM)		
Obszar technologiczny w ujęciu PKD (sekcje, działy, klasy)	Dział C – Przetwórstwo przemysłowe C. 22, C. 23, C. 24, C.25		
Grupa technologii	Grupa 1 Tworzywa metaliczne	Grupa 2 Tworzywa polimerowe	Grupa 3 Tworzywa ceramiczne
Grupy i klasy według PKD	24.1, 24.2, 24.3., 24.4, 24.5, 25.1, 25.2, 25.4 25.6, 25.7, 25.9	22.1, 22.2	23.1, 23.2, 23.3, 23.4 23.6, 23.9

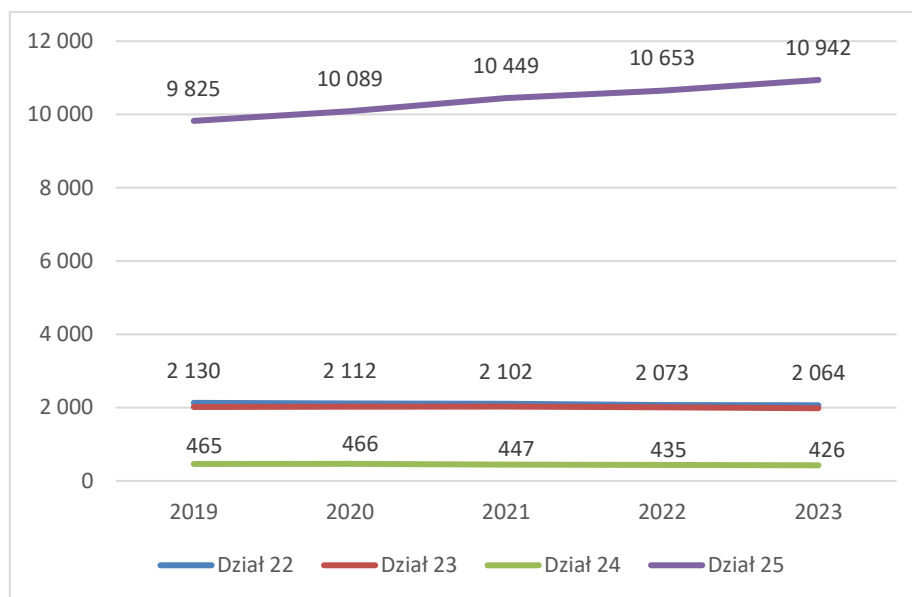
W oparciu o raport *Produkcja wyrobów przemysłowych w latach 2019–2023*, można stwierdzić, że w 2023 r., w stosunku do 2019 r., wzrost wartości produkcji sprzedanej odnotowano w 24 działach, w tym związanych z badanym obszarem: metale (o 44,8%), wyroby metalowe gotowe, z wyłączeniem maszyn i urządzeń (o 44,3%), wyroby z gumy i tworzyw sztucznych (o 40,4%), papier i wyroby z papieru (o 40,1%), drewno i wyroby z drewna, korka i słomy (o 40,0%), wyroby z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych (o 36,9%).

Woj. śląskie odznacza się znacznymi udziałami w krajowej produkcji sprzedanej w rodzajach produkcji ściśle związanych z badanym obszarem technologicznym. W 2023 r. największą wartość produkcji sprzedanej wyrobów, podobnie jak w latach ubiegłych, zanotowano w woj. mazowieckim – 383 748,8 mln zł, co stanowiło 21,4% udziału w krajowej wartości produkcji sprzedanej wyrobów. Tak duży udział wynika z faktu, że mieszczą się tu siedziby zarządów wielu działających w Polsce producentów wyrobów. Drugim województwem o znaczącym udziale było woj. śląskie – 276 693,7 mln

zł (15,5% wartości ogółem), a następnie dolnośląskie – 212 923 mln zł (11,9%), wielkopolskie – 211 073,4 mln zł (11,8%) i małopolskie – 122 975,9 mln zł (6,9%). W 2023 r. przedsiębiorstwa z woj. śląskiego miały największy udział w wartości produkcji sprzedanej na poziomie Polski w działach: węgiel kamienny i brunatny (lignit); metale; pojazdy samochodowe, przyczepy i naczepy; wyroby z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych; wyroby z gumy i tworzyw sztucznych, wyroby metalowe gotowe, z wyłączeniem maszyn i urządzeń; wyroby z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych. W badanym obszarze technologicznym według PKD w Polsce jest zatrudnionych 1 218 187 osób (2022 r.), a w woj. śląskim 258 463 osób, co stanowi 21% wszystkich zatrudnionych w Polsce w badanych sektorach – zdecydowanie najwięcej spośród wszystkich województw w Polsce. W woj. śląskim działa ponad 15,5 tys. przedsiębiorstw związanych z obszarem produkcji i przetwarzania materiałów, co stanowi 13% w odniesieniu do tych samych PKD w Polsce – rysunek 6.1. Liczbę przedsiębiorstw w poszczególnych PKD w woj. śląskim w latach 2019–2023 przedstawia rysunek 6.2.



Rys. 6.1. Liczba przedsiębiorstw w Polsce w wybranych działach PKD w latach 2019–2023 (GUS, 2024)



Rys. 6.2. Liczba przedsiębiorstw w woj. śląskim w działach PKD 22, 23, 24, 25 w latach 2019–2023¹

Mocną stroną woj. śląskiego w zakresie tego obszaru technologicznego jest wieloletnie doświadczenie, wiedza i kompetencje wygenerowane w tych sektorach gospodarki. Nowe wyzwania związane z cyfryzacją, zielonym ładem, bezpieczeństwem, lokalizacją i społeczeństwem wysokich kompetencji stawiają podmioty powiązane z tym obszarem technologicznym przed koniecznością często rewolucyjnych zmian.

Bazując na podziale zaprezentowanym w tabeli 6.2, dokonano opisu wyróżnionych grup technologii.

1. Tworzywa metaliczne

Tworzywa metaliczne stanowią fundamentalną grupę materiałów w inżynierii materiałowej, wyróżniającą się szerokim spektrum zastosowań i unikalnymi właściwościami mechanicznymi, chemicznymi i fizycznymi (García-Rojas i in., 2024). Są to materiały o strukturze krystalicznej lub amorficznej, powstałe z pierwiastków metalicznych lub ich stopów, charakteryzujące się występowaniem wiązań metalicznych (Hawryluk i in., 2024). W literaturze naukowej ich właściwości są szczegółowo analizowane pod kątem trwałości zmęczeniowej, która determinuje żywotność elementów narażonych na cykliczne obciążenia (Sawlan, Scavino i Tempone, 2024). Metale i ich stopy

¹ Bank Danych Lokalnych GUS, bdl.stat.gov.pl (dostęp: 5.01.2025).

otrzymuje się przez szereg powiązanych ze sobą procesów technologicznych zwanych procesami metalurgicznymi. Główne działy metalurgii to metalurgia żelaza i metalurgia metali nieżelaznych. W technice znacznie częściej niż metale w stanie czystym, wykorzystuje się stopy metali (tworzywo o właściwościach metalicznych, w którego strukturze metal podstawowy jest osnową, oprócz której występuje przynajmniej jeden składnik dodatkowy nazywany dodatkiem stopowym). Stopy mają lepsze właściwości mechaniczne (zwłaszcza technologiczne), a przez odpowiedni dobór składników stopowych można uzyskiwać materiały o zakładanych właściwościach fizykochemicznych. Wyroby metaliczne znajdują zastosowanie w wielu działach gospodarki, głównie budownictwie i przemyśle (maszyny i urządzenia, motoryzacja, lotnictwo). Cechy, takie jak wysoka przewodność cieplna i elektryczna, wytrzymałość mechaniczna oraz zdolność do pracy w ekstremalnych warunkach środowiskowych mają kluczowe znaczenie i sprawiają, że materiały te znajdują zastosowanie w zaawansowanych technologiach (Tatarczak i in., 2017; Loukadakis i Papaefthymiou, 2024). W Polsce większość produkcji (91%) opiera się na tworzeniu stali, czyli stopu żelaza z węglem, który odpowiada za 91% polskiej produkcji metalurgicznej. Na drugim miejscu za stalą plasuje się miedź (7%). Za pozostałe 2% odpowiadają ołów i cynk. Do 2009 r. w Polsce było produkowane również aluminium, ale po zamknięciu huty w Koninie, na terenie naszego kraju nie ma zakładu zajmującego się produkcją tego metalu. Stal jest niezwykle ważnym elementem światowego przemysłu, głównie ze względu na skalę produkcji oraz wszechstronność jej zastosowania. Według World Steel Association światowa produkcja stali surowej osiągnęła w 2022 r. 1885 mln ton. Przewidywany jest wzrost zapotrzebowania na złom stali i stali nierdzewnej oraz na stal o wysokiej wytrzymałości. Według raportu Instytutu Fundacja Technologii Informacyjnych i Innowacji (ang. Information Technology and Innovation Foundation, ITIF) polski przemysł metalowy jest ponad dwukrotnie silniejszy od średniej światowej w stosunku do wielkości gospodarki, zajmując pierwsze miejsce wśród 40 krajów, przed Włochami i Koreą Południową, które zajmują odpowiednio drugie i trzecie miejsce. Ogromne zapotrzebowanie na stal wiąże się bezpośrednio z postępem technologicznym, jaki nastąpił w ciągu ostatnich 20 lat. W tym czasie powstało aż 75% nowoczesnych rodzajów stali. Dziś jest to już ponad 3500 różnych jej odmian o zróżnicowanych właściwościach. Fakt ten czyni stal niezwykle wszechstronnym składnikiem w produkcji, poczynając od skalpeli chirurgicznych, przez sprzęty AGD aż do statków towarowych, platform wiertniczych czy samochodów.

Przemysł stalowy znacząco ograniczył zanieczyszczanie środowiska. Dziś do produkcji stali wykorzystuje się o 60% mniej energii niż w latach 60 XX w. Równie istotny jest fakt, że stal w całości można wielokrotnie poddawać recyklingowi bez utraty jej właściwości. Co więcej, innowacyjne, lekkie odmiany stali znacząco pomagają oszczędzać energię i zasoby. To wszystko czyni ją materiałem niezwykle pożądanym w wielu branżach i wpływa na znaczny jej popyt na rynku. Z kolei jednym z głównych czynników napędzających popyt na miedź jest transformacja energetyczna. Do budowy infrastruktury odnawialnych źródeł energii i sieci przesyłowych oraz dalszego rozwoju elektromobilności potrzeba ogromnych ilości tego surowca. Od dawna jest on kluczowym elementem w przeróżnych zastosowaniach przemysłowych. Ma wyjątkową przewodność elektryczną i cieplną, odporność na korozję i jest ciągliwa, czyli można ją rozciągać bez utraty właściwości. Najważniejsze, tradycyjne zastosowania miedzi obejmują np. produkcję przewodów elektrycznych, a cała elektronika korzysta z niej do wytwarzania i przesyłania energii. Miedź jako metal o wyjątkowych właściwościach przewodzących, a także srebro, są kluczowymi elementami technologii przyszłości. Miedź jest nazywana „nową ropą naftową”, na którą znaczący popyt przewiduje się ze strony centrów danych, budowanych na potęgę na fali rozwoju sztucznej inteligencji. W centrach danych miedź jest krytycznym elementem radiatorów i systemów chłodzenia, które zarządzają ilością generowanego ciepła. Od miedzi w dużym stopniu zależą też okablowanie i wewnętrzne komponenty serwerów. Szacuje się, że tylko w USA zużycie miedzi w centrach danych wzrośnie z 197 000 t w 2020 r. do 238 000 t w 2030 r. Branża pojazdów elektrycznych też staje się ważnym czynnikiem popytu na miedź. Pojazdy elektryczne wymagają znacznie więcej miedzi niż tradycyjne pojazdy z silnikiem spalinowym. Szacunki mówią, że przeciętny pojazd elektryczny zawiera do czterech razy więcej miedzi niż pojazd konwencjonalny, głównie w silniku, akumulatorze, elektronice zasilającej i okablowaniu. Ponadto cała infrastruktura obsługująca pojazdy elektryczne, taka jak stacje ładowania, opiera się na miedzi. W przypadku odnawialnych źródeł energii turbiny wiatrowe, panele słoneczne czy systemy magazynowania energii. Wszystko to wymaga miedzi. Turbiny wiatrowe mają ją w generatorach, transformatorach i okablowaniu. Pojedyncza turbina może zawierać nawet kilka ton miedzi. Od miedzi uzależniona jest także fotowoltaika. Miedź jest w ogniwach, falownikach i w okablowaniu. Wraz z rozwojem technologii magazynowania energii zwiększa się więc popyt na miedź. Nawet do produkcji rakiet balistycznych potrzeba miedzi.

Na tym tle woj. śląskie jest silnie uprzemysłowionym regionem Polski o specjalizacjach tradycyjnych (górnictwo, hutnictwo, przemysł maszynowy). W strukturze przemysłu woj. śląskiego ważną rolę odgrywa produkcja metali (12%) oraz produkcja wyrobów z metali (10%). Działa w nim ponad 11 tys. przedsiębiorstw, co stanowi 53% przedsiębiorstw działających w tym obszarze w Polsce (dane za 2022 r., BDL).

Tworzywa metaliczne, dzięki swojej wszechstronności i możliwości dostosowania właściwości do specyficznych wymagań aplikacyjnych, pozostają niezastąpionym elementem współczesnych technologii materiałowych (Chen i in., 2022). Wprowadzenie nowych metod badawczych i technologii wytwarzania otwiera kolejne możliwości ich zastosowania w takich dziedzinach, jak: lotnictwo, kosmonautyka, medycyna, energetyka i elektronika czy AI (Cicero, 2024). Dalszy rozwój tych materiałów jest kluczowy dla realizacji strategii gospodarki obiegu zamkniętego oraz wprowadzania innowacji w zrównoważonym przemyśle (Clayton i in., 2023; García-Rojas i in., 2024; Salvati, 2024).

Na etapie diagnozy, w oparciu o badania desk reserach oraz dyskusje z ekspertami, w grupie technologii tworzyw metalicznych wyróżniono następujące technologie szczegółowe:

- technologie produkcji stali,
- technologie przetwórstwa stali,
- technologie odlewnictwa,
- technologie produkcji metali nieżelaznych i stopów,
- technologie przetwórstwa metali nieżelaznych,
- technologie procesów hydrometalurgicznych,
- technologie konstrukcji metalowych i innych gotowych wyrobów metalowych,
- technologie obróbki metali i nakładania powłok na metale,
- technologie produkcji kompozytów,
- technologie recyklingu odpadów metalicznych.

2. Tworzywa polimerowe

Materiały polimerowe i przemysł przetwórstwa tworzyw sztucznych od ponad stu lat stanowią siłę napędową wzrostu gospodarczego i rozwoju różnych dziedzin technologii i gospodarki. Materiały polimerowe jako komplementarne w stosunku do pozostałych grup materiałów, głównie metalowych,

są ciągle rozwijane, m.in. przez modyfikację ich składu w wyniku stosowania dodatków na różnych etapach procesu wytwarzania oraz przez tworzenie nowych lub udoskonalanie powszechnie stosowanych technologii ich przetwórstwa. Obserwuje się stały wzrost produkcji tworzyw sztucznych na rynkach światowych, a także w krajach unijnych, jednak ostatnie lata nie były szczególnie korzystne. Z jednej strony wpływ na to miała pandemia, a z drugiej tzw. dyrektywa plastikowa zakazująca sprzedaży plastikowych: sztućców, kubków, talerzy i słomek do napojów. Europejska branża tworzyw sztucznych, obejmująca zarówno producentów, jak i przetwórców tworzyw sztucznych oraz producentów maszyn wykorzystywanych w ich przetwórstwie, zatrudnia ponad 1,5 mln osób, w prawie 60 tys. przedsiębiorstw. W Polsce działa około 15 tys. przedsiębiorstw, z czego ponad 2 tys. w woj. śląskim (14% w skali kraju). Zatrudnionych jest ponad 40 tys. osób, co stanowi 17,5% w skali kraju. Tworzywa polimerowe stanowią kluczowy element współczesnych technologii, charakteryzujący się wszechstronnością i możliwością dostosowania ich właściwości do specyficznych zastosowań (Knöbl i in., 2025). Jest to obszerna grupa materiałów o strukturze opartej na długich łańcuchach cząsteczek zwanych polimerami (Klepka, 2014). Powstają one w wyniku polimeryzacji monomerów, co pozwala na uzyskanie różnorodnych właściwości fizycznych i chemicznych, takich jak lekkość, elastyczność, wytrzymałość mechaniczna czy odporność na czynniki chemiczne i biologiczne (Gruin, 2003; Vergos i in., 2024). Podział polimerów obejmuje materiały naturalne, takie jak celuloza, białka czy kwasy nukleinowe oraz syntetyczne, które dominują w wielu gałęziach przemysłu, takich jak motoryzacja, budownictwo i medycyna (Gruin, 2003; Gałko i Sajdak, 2022). Kluczową cechą polimerów jest ich modyfikowalność, co pozwala na dostosowywanie ich właściwości do konkretnych zastosowań, od opakowań po zaawansowane technologie inżynieryjne (Stankiewicz i Bojanowska, 2025; Wang i in., 2025).

Znaczenie polimerów widoczne jest w ich wszechstronnym zastosowaniu, obejmującym zarówno produkty codziennego użytku, jak i technologie *high-tech*. Przykładem są hydrożele, które dzięki swoim właściwościom hydrofilowym i elastyczności znalazły zastosowanie w inżynierii tkankowej oraz biomedycynie (Wu i in., 2024). Ich zdolność do pochłaniania dużych ilości wody i biogodność umożliwiają tworzenie materiałów wspierających regenerację tkanek, np. w rekonstrukcji rogówki (Wu i in., 2024). W stomatologii zastosowanie znajdują polimery, takie jak PMMA, wykorzystywane w technologii druku 3D do produkcji spersonalizowanych protez, które łączą wytrzymałość z biokompatybilnością (Vergos i in., 2024). Ponadto polimery optyczne, takie jak PMMA, poliwęglany czy

biodegradowalne poliestry, znalazły zastosowanie w biosensorach monitorujących parametry środowiskowe i biologiczne (Sokołowski i in., 2025). Rozwój technologii sensorowych podkreśla znaczenie polimerów w medycynie, telekomunikacji i ochronie środowiska (Knöbl i in., 2025).

Z kolei materiały, takie jak glikol poli(tereftalanu etylenu) są szczególnie cenione w tej technologii ze względu na swoje właściwości mechaniczne i łatwość przetwarzania (Hepler i Davids, 2024). Wprowadzenie dodatków, takich jak włókna węglowe, pozwala na zwiększenie wytrzymałości i sztywności drukowanych elementów, co znajduje zastosowanie w budownictwie, motoryzacji, medycynie i innych branżach wymagających trwałych komponentów (Hepler i Davids, 2024; Szewczak i Łagód, 2024). Tworzywa polimerowe, takie jak polietylen (PE), polipropylen (PP) czy polistyren (PS), znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym, budownictwie oraz elektronice, co wynika z ich niskich kosztów produkcji i odporności na procesy degradacji chemicznej i biologicznej (Gałko i Sajdak, 2022). W branży lotniczej szczególne znaczenie mają kompozyty polimerowe wzmacniane włóknami węglowymi (CFRP), które charakteryzują się wysoką wytrzymałością w stosunku do wagi oraz odpornością na trudne warunki atmosferyczne (Balo i Sua, 2024; Dong i in., 2025). Jednocześnie innowacyjne podejście, takie jak modelowanie termiczne i wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego, umożliwiają optymalizację procesów produkcyjnych oraz ocenę trwałości i uszkodzeń materiałów, co przekłada się na wyższą jakość i funkcjonalność końcowych produktów (Dong i in., 2025).

Mimo licznych zalet tworzyw polimerowych, wyzwania środowiskowe związane z ich masową produkcją są znaczące. Polimery syntetyczne, ze względu na swoją trwałość, stanowią źródło zanieczyszczeń mikroplastikami, które akumulują się w ekosystemach wodnych i lądowych (Langlet i in., 2024). Rozwiązaniem może być zastosowanie biopolimerów, takich jak polilaktyd (PLA) czy naturalna guma, które są biodegradowalne i przyjazne środowisku (Blakeslee i in., 2024). Technologia pirolizy pozwala na przekształcanie odpadów polimerowych w produkty o wysokiej wartości dodanej, takie jak paliwa, co wspiera zrównoważone zarządzanie odpadami (Gałko i Sajdak, 2022). W rolnictwie tworzywa polimerowe znajdują zastosowanie w powłokach nasion, które chronią je przed szkodnikami i poprawiają właściwości siewne. Biopolimery, takie jak polisacharydy czy białka mogą zastąpić mikroplastiki w tych zastosowaniach, zmniejszając zanieczyszczenie gleby i powietrza (Langlet i in., 2024). W inżynierii nawierzchni drogowych polimery, takie jak STPU oraz IPA1w poprawiają trwałość asfaltów, pozwalając na ich regenerację bez użycia dodatkowych źródeł energii, co ogranicza ślad

węglowy (Lv i in., 2024). Hydrożele oparte na żelatynie oferują także unikalne możliwości w biomedycynie, dzięki regulacji właściwości mechanicznych i biodegradowalności (Wu i in., 2024; Zuev i in., 2024). W związku z powyższym, opracowywanie i zastosowanie tworzyw polimerowych w biokompozytach ma duże znaczenie w kontekście zrównoważonego rozwoju. Dzięki wykorzystaniu włókien naturalnych oraz polimerów biodegradowalnych lub o niskim wpływie środowiskowym, można minimalizować ślad węglowy produkcji. Badania pokazują, że kluczowym wyzwaniem jest poprawa kompatybilności chemicznej między włóknami a polimerami, co można osiągnąć przez modyfikacje chemiczne włókien i optymalizację procesów produkcyjnych. W efekcie tworzywa polimerowe w biokompozytach nie tylko spełniają wysokie standardy techniczne, ale także przyczyniają się do ochrony środowiska, co czyni je fundamentem nowoczesnych technologii materiałowych (Balo i Sua, 2024).

Przemysł tworzyw sztucznych w Polsce jest jednym z najważniejszych sektorów gospodarki, obejmującym zarówno produkcję, jak i recykling. Od codziennych przedmiotów po zaawansowane technologie – tworzywa sztuczne są wszechobecne. Dynamiczny rozwój tej branży nie tylko generuje liczne miejsca pracy, ale także wzmacnia pozycję Polski jako lidera recyklingu w Europie. Rynek tworzyw sztucznych w Polsce zyskuje na znaczeniu, odpowiadając na rosnące zapotrzebowanie na materiały syntetyczne. Branża przynosi korzyści ekonomiczne zarówno pod względem produkcji, jak i recyklingu. Kluczowe regiony, które angażują się w tę działalność, to województwa: mazowieckie, śląskie, kujawsko-pomorskie, małopolskie, lubelskie, podkarpackie oraz opolskie. W woj. śląskim nie działa żaden duży koncern międzynarodowy, ale jest ono istotnym ośrodkiem recyklingowym, z licznymi firmami zajmującymi się przetwarzaniem tworzyw sztucznych.

Na etapie diagnozy, w oparciu o badania desk research oraz dyskusje z ekspertami w grupie technologii, które mają potencjał rozwoju w woj. śląskim, wyróżniono następujące technologie szczegółowe:

- technologie produkcji wyrobów z gumy,
- technologie produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych,
- technologie produkcji kompozytów,
- technologie recyklingu polimerów.

3. Tworzywa ceramiczne

Materiały ceramiczne stanowią wysoce zróżnicowaną grupę substancji, definiowaną przez ich niemetaliczny i nieorganiczny charakter oraz wynikające z tego unikalne właściwości fizykochemiczne (Su i in., 2011; González-Angulo i in., 2023). Synteza ceramiki odbywa się głównie w procesach wysokotemperaturowych, umożliwiając formowanie struktur krystalicznych, amorficznych lub hybrydowych (Liu i in., 2023; Mahnicka-Goremikina, 2023). Właściwości, takie jak: wysoka wytrzymałość mechaniczna, twardość, odporność termiczna oraz stabilność chemiczna nadają tym materiałom wyjątkową wszechstronność. Z naukowego punktu widzenia ceramika dzieli się na dwa główne typy: tradycyjną, opartą na naturalnych surowcach, takich jak glina oraz zaawansowaną, obejmującą materiały syntetyzowane, takie jak tlenki (np. Al_2O_3), węgliki (np. SiC) i azotki (np. ZrO_2), które są projektowane z myślą o precyzyjnych zastosowaniach technologicznych (Abdelkader i in., 2024).

Znaczenie materiałów ceramicznych jest szczególnie widoczne w kontekście nowoczesnych technologii i ich szerokiego zastosowania w przemyśle lotniczym, energetycznym, elektronicznym oraz medycznym (Chung, Im i Park, 2023). Kluczowe właściwości, takie jak odporność na ekstremalne temperatury, korozję oraz zużycie, czynią ceramikę materiałem niezastąpionym w projektowaniu komponentów o wysokiej wytrzymałości mechanicznej, takich jak elementy turbin gazowych, implanty biomedyczne oraz zaawansowane komponenty elektroniczne. W sektorze energetycznym ceramika jest powszechnie stosowana w ogniwach paliwowych, natomiast w medycynie wytwarza się z niej implanty kostne oraz biokompatybilne powłoki (Ekinci, Asuroglu i Acici, 2023). Ponadto rozwój zaawansowanych technik produkcji, takich jak technologie addytywne, pozwala na tworzenie skomplikowanych struktur ceramicznych, których wytwarzanie tradycyjnymi metodami byłoby znacznie utrudnione ze względu na kruchość i wysoką twardość tych materiałów (Giniyatova i in., 2023).

Wykorzystywanie zaawansowanych tworzyw ceramicznych w różnych branżach można określić rewolucją technologiczną. Materiały te są projektowane tak, aby spełniać specyficzne wymagania związane z ich różnorodnym zastosowaniem (Matizamhuka, 2018; Aoki, Masuda i Yoshida, 2023). W przeciwieństwie do konwencjonalnej ceramiki, zaawansowana ceramika charakteryzuje się wyjątkowymi właściwościami: mechanicznymi, termicznymi, elektrycznymi i chemicznymi, co czyni ją niezastąpioną w nowoczesnych osiągnięciach technologicznych (Han i in., 2023).

Zastosowania ceramiki nie ograniczają się wyłącznie do przemysłu zaawansowanych technologii. Ze względu na właściwości, takie jak nietoksyczność, możliwość recyklingu i redukcji odpadów, materiały ceramiczne odgrywają istotną rolę w promowaniu zrównoważonego rozwoju (Cerame Unie, 2021). Ich wykorzystanie w takich obszarach, jak lekkie kruszywa ceramiczne czy ogniwa paliwowe z tlenkiem stałym, wspiera działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej oraz ochrony środowiska. Jednocześnie interdyscyplinarność badań nad ceramiką, uwzględniająca różnorodność potrzeb przemysłowych i regionalnych, podkreśla globalne znaczenie tych materiałów oraz ich zdolność do adaptacji w obliczu współczesnych wyzwań technologicznych i ekologicznych (Matizamhuka, 2018).

Polska po Hiszpanii i Włoszech jest największym producentem płytek ceramicznych w Europie, a polska ceramika użytkowa jest ceniona na świecie wśród miłośników porcelany. Należy podkreślić, że region śląski jest najbogatszym w kraju regionem w zakresie źródła pozyskiwania surowca dla produkcji materiałów ceramicznych, znajduje się tam bowiem kilka kopalni dolomitu. Niewątpliwą zaletą jest produkcja szkła, która dynamicznie rozwija się w Polsce (Polska jest piątym producentem szkła w Europie), szczególnie na terenie woj. śląskiego. Szkło jako materiał o wyjątkowych właściwościach optycznych i mechanicznych zyskuje również coraz większe znaczenie w budownictwie. Jego zastosowanie w architekturze pozwala na tworzenie nowoczesnych i estetycznych budynków, które jednocześnie spełniają wysokie standardy bezpieczeństwa. Z kolei szklane opakowania stają się kluczowym elementem zrównoważonego rozwoju, a ich popularność wśród konsumentów i producentów rośnie z dnia na dzień. W związku z nowymi regulacjami, które zostały przyjęte przez Radę Unii Europejskiej, szklane opakowania stają się jeszcze bardziej pożądane, a ich wybór ma ogromne znaczenie w kontekście przyszłości naszej planety. W dniu 16.12.2024 r. Rada Unii Europejskiej formalnie przyjęła przepisy dotyczące opakowań i odpadów opakowaniowych, które mają na celu ograniczenie ilości odpadów, promowanie gospodarki obiegu zamkniętego oraz wspieranie działań proekologicznych. Zgodnie z tymi przepisami, do 2030 r. wszystkie opakowania muszą być przystosowane do ekonomicznego recyklingu, co oznacza, że producenci muszą dostosować swoje procesy do najnowszych standardów, aby zmniejszyć wpływ produkcji opakowań na środowisko. Ponadto, do 2030 r. zostaną zakazane niektóre rodzaje opakowań jednorazowych, np. lekkie torby plastikowe czy jednorazowe pojemniki na żywność. Szkło, dzięki swoim unikalnym właściwościom, idealnie wpisuje się w te zmiany. Posiada wiele zalet, które sprawiają, że jest jednym z najbardziej

ekologicznym materiałów na rynku opakowaniowym. W regionie działa ponad 2 tys. przedsiębiorstw (10% w skali kraju) i zatrudnionych jest ponad 22 tys. osób, co stanowi 15% w skali kraju.

Na etapie diagnozy w oparciu o badania desk research oraz dyskusje z ekspertami w grupie technologii, które mają potencjał do rozwoju w woj. śląskim wyróżniono następujące technologie szczegółowe w grupie technologii wyrobów ceramicznych:

- technologie produkcji i obróbki szkła,
- technologie produkcji wyrobów ogniotrwałych,
- technologie produkcji ceramicznych wyrobów budowlanych,
- technologie produkcji wyrobów z porcelany i ceramiki,
- technologie produkcji włókien światłowodowych,
- technologie produkcji kompozytów.

Podsumowując, do dalszych badań wybrano trzy grupy technologii – tworzywa metaliczne, polimerowe i ceramiczne, dla których wskazano bardziej szczegółowe technologie – tabela 6.3.

Tabela 6.2. Grupy technologii i technologie w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów poddane analizie

Obszar technologiczny	Produkcja i przetwarzanie materiałów (PPM)		
Grupa technologii	Grupa 1 Tworzywa metaliczne	Grupa 2 Tworzywa polimerowe	Grupa 3 Tworzywa ceramiczne
Technologie	5.1.1. technologie produkcji stali	5.2.1. technologie produkcji wyrobów z gumy	5.3.1. technologie produkcji i obróbki szkła
	5.1.2. technologie przetwórstwa stali	5.2.2. technologie produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych	5.3.2. technologie produkcji wyrobów ogniotrwałych
	5.1.3. technologie odlewnictwa	5.2.3. technologie produkcji kompozytów	5.3.3. technologie produkcji ceramicznych wyrobów budowlanych

	5.1.4. technologie produkcji metali nieżelaznych i stopów	5.2.4. technologie recyklingu polimerów	5.3.4. technologie produkcji wyrobów z porcelany i ceramiki
	5.1.5. technologie przetwórstwa metali nieżelaznych	—	5.3.5. technologie produkcji włókien światłowodowych
	5.1.6. technologie procesów hydrometalurgicznych		5.3.6. technologie produkcji kompozytów
	5.1.7. technologie konstrukcji metalowych i innych gotowych wyrobów metalowych		—
	5.1.8. technologie obróbki metali i nakładania powłok na metale		
	5.1.9. technologie produkcji kompozytów		
	5.1.10. technologie recyklingu odpadów metalicznych		

Analiza konkurencyjności obszaru technologicznego

Opis przyjętych metod

Wśród metod oceniających konkurencyjność regionów czy sektorów prym wiedzie podejście Michaela Portera, który w swych pracach podkreślał znaczenie kształtowania i rozwoju konkurencyjności nie tylko przedsiębiorstw, ale również branż i gospodarek narodowych. Postrzega on przy tym konkurencyjność (i ocenę atrakcyjności) gospodarek narodowych jako zbiór konkurencyjnych branż (Porter, 1998). Oznacza to, że konkurencyjność opiera się na analizie przyczyn kształtowania się konkurencyjności na poziomie mezoekonomicznym. Oceniając gospodarkę danego kraju autor ten podkreśla konkurencyjność poszczególnych przemysłów, a nie pojedynczych przedsiębiorstw. Zakłada przy tym, że siła przedsiębiorstw w układzie branżowym jest elementem składowym konkurencyjności danej gospodarki. Popularność podejścia Portera zaowocowała szeroką dyskusją na temat uwarunkowań determinujących rozwój branż, technologii, regionów czy gospodarek narodowych.

Noblista Krugman koncentruje swoją uwagę na tzw. efektach zewnętrznych, a wśród źródeł konkurencyjności regionów rozróżnia czynniki fundamentalne, tj. podstawowe warunki zastane oraz korzyści zewnętrzne związane z działalnością i specjalizacją na danym terytorium. Są to tzw. absolutne przewagi regionu (ang. *regional absolute advantages*), czyli czynniki specyficzne tylko dla danego obszaru. Przykładem czynników fundamentalnych mogą być: dobrze wykształcone społeczeństwo lokalne jako wynik silnej tradycji, dobra jakość edukacji, lokalna kultura przedsiębiorczości; naturalne zasoby i klimat; trwałe różnice w polityce publicznej, takie jak różnice w stawkach podatkowych i jakości infrastruktury. Z tego punktu widzenia Krugman podkreśla, że konkurencyjność regionu nie jest jedynie wypadkową wyników działalności gospodarczej poszczególnych przedsiębiorstw zlokalizowanych w regionie, ale czymś wynikającym ze specyficznych uwarunkowań danego regionu, wpływających na konkurencyjność wszystkich zlokalizowanych w nim podmiotów. Kluczowa w tym zakresie jest polityka gospodarcza i społeczna regionu.

Cennymi modelami, które pozwalają nie tylko ocenić atrakcyjność regionu, ale również technologii są model diamentu (rombu) (Porter, 1990) i model emerald (szmaragdu) (Akpınar, Can i Mermercioglu, 2015). Model diamentu oceny przewagi konkurencyjnej opiera się na ocenie czterech grup czynników:

- czynników produkcji – pozycja zajmowana przez dany kraj/region pod względem czynników produkcji, takich jak wykwalifikowana siła robocza lub infrastruktura, niezbędnych do konkurencyjności w danym sektorze,
- warunków popytu – charakter krajowego/regionalnego popytu na produkty sektora/technologii,
- sektory pokrewne i wspierające – obecność lub nieobecność w danym kraju/regionalnym sektorów zaopatrzeniowych i innych pokrewnych, konkurencyjnych w skali międzynarodowej,
- strategia, struktura i rywalizacja firm – warunki w danym kraju/regionalnym wyznaczające sposób tworzenia i organizowania firm oraz zarządzania nimi.

Porter uzupełnił ten model o dwie kolejne grupy czynników, które bezpośrednio oddziałują na cztery podstawowe: „rząd” (państwo) i „przypadek” (szansa).

Podobne rozwiązanie zaproponowali Sasson i Reve (2012). Opracowali oni model szmaragdu – sześciopłaszczyznowy system pomiaru atrakcyjności przemysłowej i regionalnej. Badania koncentrowały się na ocenie czynników z punktu widzenia rozwoju klastra. W modelu wyróżnia się

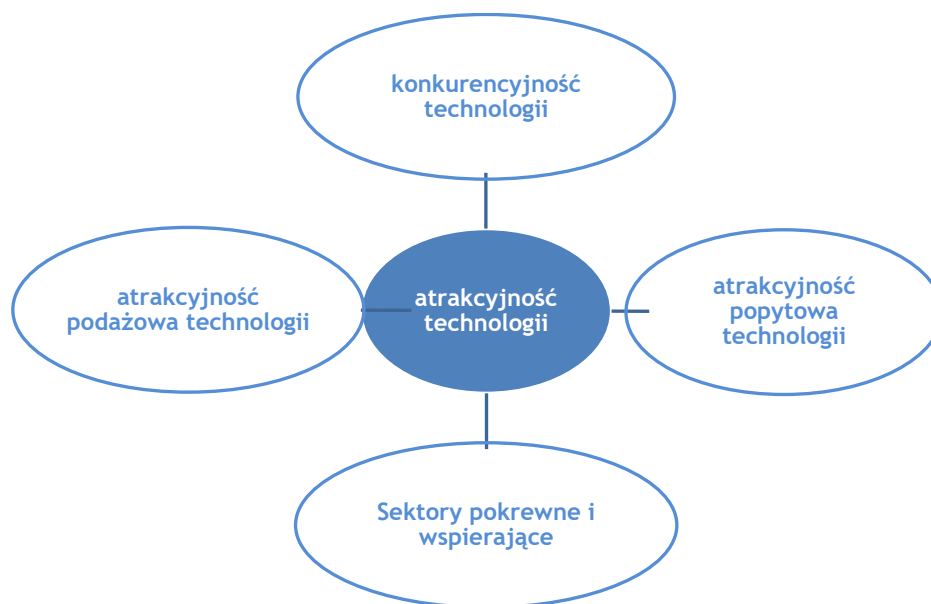
sześć płaszczyzn: atrakcyjność edukacyjną, atrakcyjność talentów, atrakcyjność badawczo-rozwojową i innowacyjną, atrakcyjność własności, atrakcyjność środowiska i atrakcyjność klastra. Wszystkie te płaszczyzny tworzą środowisko, w którym może/lub nie rozwijać się określony klastery czy sieć współpracy.

Modele diamentu i szmaragdu stały się podstawą oceny atrakcyjności i konkurencyjności obszaru technologicznego: produkcja i przetwarzanie materiałów. Obie koncepcje mogą koncentrować się na różnej liczbie czynników wymagających oceny eksperckiej w oparciu o dane ilościowe i badania jakościowe. Powodów, dla których wykorzystano modele diamentu i szmaragdu do badań jest kilka (Dohn i in., 2019):

- obie koncepcje operują pojęciem atrakcyjności branży, regionu czy technologii, co stało się podstawą badań,
- połączenie perspektyw obu koncepcji daje szersze możliwości badawcze dla pomiaru konkurencyjności regionu z perspektywy rozwoju nie jednego, a kilku sektorów/grup technologii,
- w ocenie wykorzystano zarówno dane ilościowe, jak i oceny eksperckie,
- elastyczność koncepcji pozwala na elastyczny dobór czynników i sposobów ich oceny.

Ostatecznie badania przeprowadzono w czterech grupach czynników, które mają wpływ na przyszły rozwój technologii (atrakcyjność technologii) w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów. Przyjęto, że atrakcyjność technologii rozumie się jako atrakcyjność produktów uzyskiwanych z tych technologii (rys. 6.3):

- atrakcyjność popytowa technologii – oceniająca charakter i zakres regionalnego/krajowego/światowego popytu na produkty wskazanych technologii,
- atrakcyjność podażowa technologii – oceniająca charakter i zakres zasobów materialnych i niematerialnych pozwalających na stworzenie, komercjalizację i rozwój technologii,
- konkurencyjność technologii – ocena poziomu konkurencyjności technologii,
- rozwój sektorów/technologii pokrewnych i wspierających – opisuje trendy i rozwój sektorów i technologii, które w istotny sposób wpływają na przyszłość badanych technologii.



Rys. 6.3. Model oceny atrakcyjności technologii. Oprac. na podst. (Porter, 1990; Dohn i in., 2019)

Czynniki opisujące poszczególne grupy w modelu oceny atrakcyjności technologii zostały przedstawione w tabeli 6.4.

Tabela 6.3. Czynniki opisujące model atrakcyjności technologii

Grupy czynników	Szczegółowe czynniki oceny
Atrakcyjność popytowa technologii	– istniejące i przyszłe rynki zbytu na technologie – wielkość i charakter popytu na technologie – znajomość aktualnej sytuacji i zdolność do programowania zmian na obsługiwanym rynku – znajomość potrzeb, preferencji i zachowań klientów oraz zdolność do ich przewidywania – możliwość kształtowania relacji prosumenckich – możliwość wykorzystania innowacji tworzonych przez klientów – możliwość szerokiego rozpowszechniania i wykorzystywania wyników – prawdopodobieństwo absorpcji technologii w nowo tworzonych, gałęziach przemysłu
Atrakcyjność podażowa technologii	– dostępność surowcowa – dostępność i ceny mediów energetycznych – możliwość autarkii energetycznej – integracja łańcuchów dostaw – dostęp do źródeł zaopatrzenia

	– infrastruktura badawcza i jej dostępność – możliwość wykorzystania potencjału naukowego, aparaturowego oraz przemysłowego regionu – atrakcyjność B+R+I (poziom i wzrost inwestycji w badania i rozwój oraz personelu badawczo-rozwojowego, poziom i rozwój publikacji naukowych oraz rejestracja patentów w badanym obszarze) – kapitał ludzki (dostępność, wykształcenie) – atrakcyjność edukacji na poziomie zawodowym i specjalistycznym – dostęp do talentów i wysoko wykwalifikowanych specjalistów – dogodność lokalizacji – poziom kosztów pracy
Konkurencyjność technologii	– klimat inwestowania – wpływ rozwoju technologii na wzrost inwestycji prywatnych w B + R – możliwość budowania strategii błękitnego oceanu (nowy produkt, nowa wartość, nowe potrzeby, szczupłość kosztów) – obecność silnych konkurentów – skłonność do aktywnej rywalizacji i lub kooperacji – skłonność do zmian systemów zarządzania i modeli biznesu – możliwość pojawienia się technologii konkurencyjnych – odporność modeli biznesu przedsiębiorstw wdrażających technologie w badanym obszarze – możliwość rozwoju zdolności produkcyjnych – wpływ rozwoju technologii na możliwość tworzenia mocnej pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw w regionie – konkurencyjność technologii względem dostępnych rozwiązań (patentów) – efektywność ekonomiczna (w tym stopa zwrotu z inwestycji) – wpływ rozwoju technologii na atrakcyjność inwestycyjną regionu (przyciąganie nowych znaczących inwestorów) – znaczenie zrównoważonego rozwoju w rozwoju technologii – nowi konkurenci, imitowalność, substytuty – zakres umiędzynarodowienia technologii – wpływ rozwoju technologii na tworzenie nowych miejsc pracy – pobudzanie przedsiębiorczości, w tym MŚP, spin-off lub start-up – prawdopodobieństwo absorpcji technologii w istniejącym przemyśle regionu – marża pokrycia kosztów – poziom kosztów zmiennych i stałych

Rozwój sektorów/technologii pokrewnych i wspierających	– dominujące sektory wspierające rozwój technologii – możliwość rozwoju sektorów pokrewnych i wspierających – znaczenie automatyzacji i AI w rozwoju technologii – istniejące oraz rozwijające się ekosystemy innowacji – możliwość łatwej komercjalizacji – obecność instytucji otoczenia biznesu – zdolność do generowania nowych produktów i technologii – rozwój technologii komplementarnych – rozwój gospodarki cyfrowej i Przemysłu 4.0 – rozwój sektora energetycznego
--	---

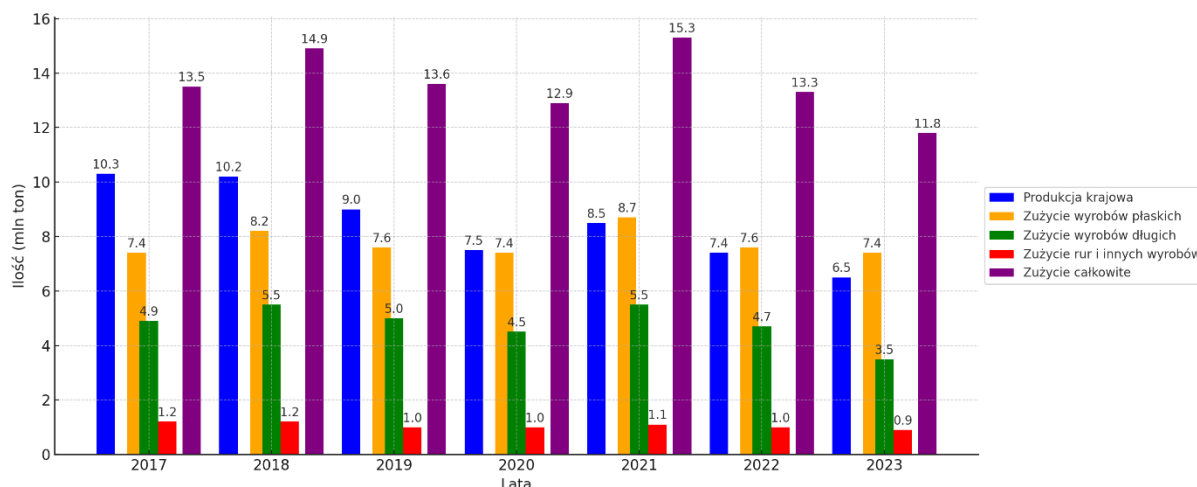
Zaprezentowane w tabeli 6.4 czynniki stanowią ramy do opisu i oceny atrakcyjności technologii. Oznacza to, że nie podjęto się szczegółowej oceny każdego z nich, ale zaprezentowane opisy zawierają odniesienia do nich.

Atrakcyjność popytowa technologii produkcji i przetwarzania materiałów

Badania atrakcyjności popytu na technologie (produkty) w ramach obszaru technologicznego produkcji i przetwarzania materiałów zostały omówione w odniesieniu do trzech wskazanych grup technologicznych: tworzywa metaliczne, polimerowe, ceramiczne. Dodano również rozwój tworzyw kompozytowych.

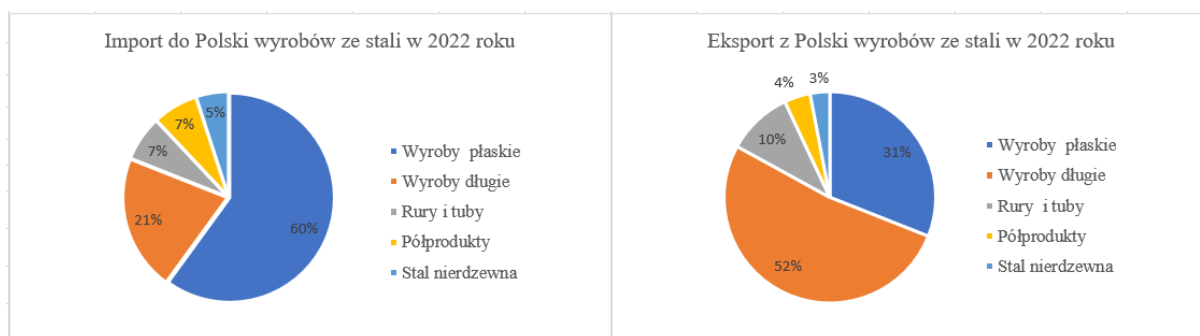
1. Tworzywa metaliczne

Prognozy Europejskiej Agencji Środowiskowej przewidują, że do 2050 r. popyt na stal wzrośnie o ponad 1/3. Rynki zbytu tworzyw metalicznych mają w dużym stopniu charakter globalny. Dotyczy to tzw. wyrobów surowych i niskoprzetworzonych, takich jak: wlewki i odlewy metali, blachy, pręty, rury, szyny, kable i folie. Inny charakter, bo krajowy, regionalny czy nawet lokalny, mają rynki zbytu na wyroby metalowe wysokoprzetworzone, np.: zamawiane wyroby obrabiane mechanicznie czy złożone odlewy, a przede wszystkim usługi przemysłowe (produkcyjne), takie jak: odlewnictwo, obróbka plastyczna, obróbka skrawaniem, nakładanie powłok. Najważniejsze z tworzyw metalicznych są produkty ze stali, odlewy, produkty z metali nieżelaznych, tj. miedzi i aluminium. Klientami zainteresowanymi tworzywami metalicznymi są przedsiębiorstwa działające w kraju i za granicą. W przypadku wyrobów stalowych (stali) popyt krajowy znacznie przewyższa produkcję krajową co przedstawiono na rysunku 6.4.



Rys. 6.4. Produkcja i zużycie stali w Polsce (2017–2023) (Bukowski i Bocian, 2024)

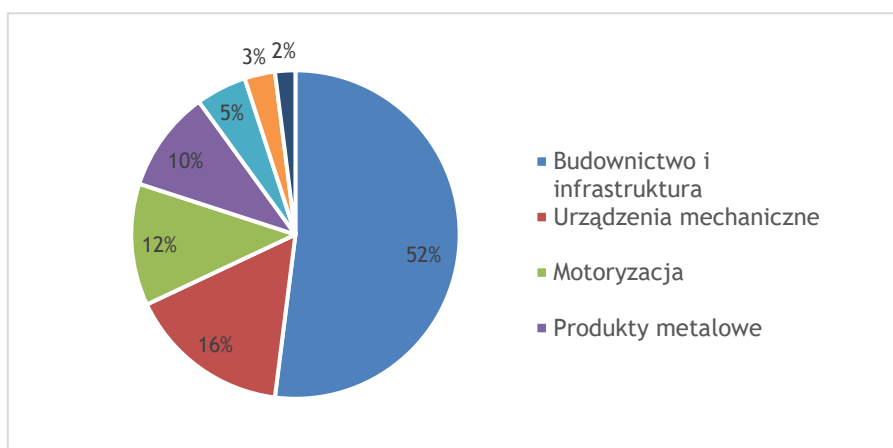
Analizując przedstawione dane można zauważyć zwiększający się udział wyrobów płaskich w konsumpcji stali. Od wielu lat obserwuje się dużą lukę podażową – popyt na stal w Polsce jest niemal dwukrotnie wyższy od produkcji (podaży). Import stali w 2022 r. wynosił 11 935 768 t, a eksport to 4 904 409 t. Strukturę eksportu i importu przedstawiono na rysunku 6.5.



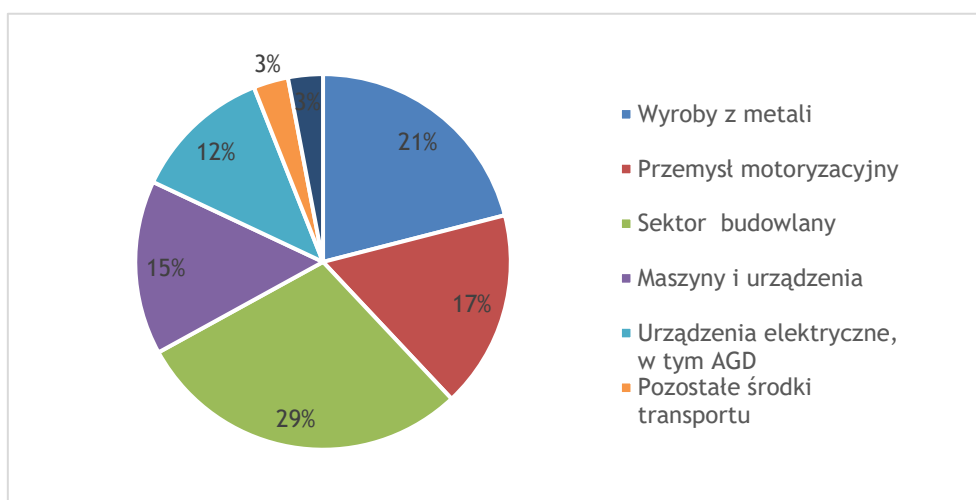
Rys. 1.5. Import i eksport wyrobów ze stali w 2022 r. (Bukowski i Bocian, 2024)

Główne kierunki importu to: Niemcy (24%), Włochy (9%), Czechy (9%), Ukraina (8%) i Słowacja (8%). Import z Chin to 1,1% całego importu stali do Polski. Z kolei eksport polskiej stali trafia do Niemiec (28%), Czech (28%), Słowacji (8%), Włoch (5%) oraz Węgier (5%). Spadek produkcji stali w Polsce i relatywnie duża wielkość jej eksportu oznaczają, że aktualna sytuacja na polskim rynku to dominacja dostawców stali z Europy, popyt na stal tylko w 16,3% zaspokojony jest przez przemysł

krajowy. Popyt na stal jest wynikiem jej stosowania w różnych sektorach gospodarki. Na rysunkach 6.6 i 6.7 przedstawiono strukturę konsumpcji (popytu) na stal w Polsce i na świecie.



Rys. 6.6. Rynek (odbiorcy) wyrobów stalowych na świecie (Bukowski i Bocian, 2024)



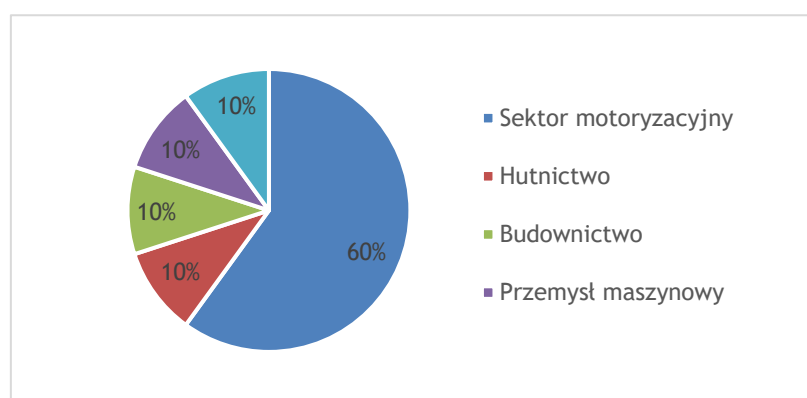
Rys. 6.7. Rynek (odbiorcy) wyrobów stalowych w Polsce (Bukowski i Bocian, 2024; GUS, 2024)

Zdecydowanie największy popyt na wyroby stalowe notowany jest w budownictwie i infrastrukturze (od 29% do 51%). Stal jest podstawowym materiałem przy budowie: domów, mostów, dróg, tuneli, trakcji szynowych innych obiektów infrastrukturalnych. Najczęściej wykorzystywanymi elementami stalowymi w tej gałęzi przemysłu są: pręty zbrojeniowe, kształtowniki (profile), płaskowniki, bednarki, blachy, blachy profilowane, rury stalowe i stalowe wyroby tłoczone. W sektorze drogowym stal jest przede wszystkim wykorzystywana przy konstrukcjach drogowo-mostowych (pręty, przęsła mostów itd.). Mosty ze stali stanowią na razie

tylko około 12% polskich konstrukcji tego typu, a poza mostami, materiał ten używany jest do budowy barier drogowych, barier mostowych, barieroporęczy i ekranów akustycznych. Pozyskanie środków finansowych KPO, rozwój budownictwa oraz program rozwoju infrastruktury (w tym CPK) stanowią o dynamicznym wzroście popytu w tym sektorze. To w tym sektorze polscy producenci powinni się wykazywać zdolnością do programowania zmian na obsługiwanym rynku, znajomością potrzeb, preferencji i zachowań klientów oraz zdolnością ich przewidywania, a także wykorzystywania innowacji tworzonych przez klientów. Kolejnym odbiorcą stali są producenci urządzeń mechanicznych – odpowiadają za 15–16% globalnego zużycia stali. Jest ona wykorzystywana do produkcji urządzeń przemysłowych, maszyn rolniczych oraz w energetyce (np. turbiny wiatrowe) zarówno jako elementy konstrukcyjne, jak i części mechaniczne. Popyt w tym sektorze trzeba ocenić jako rosnący. Przemysł motoryzacyjny zużywa 12–17% światowej produkcji stali, która jest tworzywem do produkcji karoserii, układów jezdnych, zawieszenia osi, elementów silników i wielu innych komponentów pojazdów. Popyt w tym sektorze należy uznać za stabilny. W Polsce funkcjonuje 16 fabryk tego sektora (produkujących samochody, autobusy, ciężarówki). Sektor wyrobów metalowych odpowiada za 10% globalnego zużycia stali. Wykorzystuje się ją m.in. do produkcji: rur, blach, prętów, elementów konstrukcyjnych, a także wielu rodzajów narzędzi oraz do wielu komponentów wykorzystywanych w przemyśle zbrojeniowym. Ze względu na nową politykę bezpieczeństwa UE, w tym w szczególności naszego kraju, popyt w tym sektorze będzie mocno wzrastał. W tej grupie klientów istnieją możliwości kształtowania relacji prosumenckich z zastosowaniem CRM (ang. *customer relationship management*) (znajomość potrzeb, preferencji i zachowań klientów oraz zdolność do ich przewidywania) oraz wykorzystywania innowacji tworzonych przez klientów. W zasadzie dotyczy to wszystkich producentów tworzyw będących przedmiotem projektu. Pozostałe sektory obejmują transport i urządzenia elektryczne. Transport obejmuje produkcję statków, pociągów i inne pozamotoryzacyjne typy transportu. Sektor ten zużywa 3–5% produkowanej stali, która jest ważnym materiałem w konstrukcji kadłubów statków, wagonów kolejowych i innych pojazdów specjalistycznych. Przykładem urządzeń elektrycznych, w których stal jest stosowana najczęściej są pralki, lodówki i inne urządzenia kuchenne. Jest ona składnikiem elementów konstrukcyjnych jak obudowy urządzeń gospodarstwa domowego czy ich elementy mechaniczne (np. bębny pralek). Sektor ten zużywa 5–12% produkcji stali.

Ważną grupę tworzyw metalicznych stanowią odlewy. Całkowita ich produkcja w Polsce w 2022 r. wyniosła 749 725 t i była niższa o 15% w porównaniu z 2021 r. Jeśli chodzi o strukturę

produkowanych odlewów na polskim rynku, to jest ona niezmienna już od dłuższego czasu. Dominują odlewy żeliwne (produkcja w 2022 r. wynosiła 333 540 t), aluminiowe (252 008 t) i z żeliwa sferoidalnego (114 886 t). Duża część produkcji polskich odlewni trafia na eksport: w przypadku odlewów żeliwnych – 49%, odlewów staliwnych – 40%, a odlewów metali nieżelaznych – 45%. Uwzględniając z kolei import, popyt krajowy można oceniać na około 600 tys. t odlewów. Strukturę ich zapotrzebowania przedstawiono na rysunku 6.8.



Rys. 6.8. Rynek (odbiorcy) odlewów w Polsce (EFF, 2023)

Odlewy z żeliwa wykorzystuje się do produkcji m.in. bębnow hamulcowych, korpusów sprężarek, bloków i obudów silników, obudów przekładni i turbin, elementów konstrukcyjnych maszyn obróbczych, tulei oraz kołnierzy pomp i zaworów, a także elementów armatury przemysłowej. Z kolei odlewy staliwne stosuje się np. jako elementy konstrukcyjne i podzespoły maszyn górniczych, a także elementy: armatury przemysłowej, kół zębatach, obudowy przekładni, ogniów gąsienic i innych części maszyn i urządzeń.

Ważnymi tworzywami metalicznymi są miedź i aluminium. Popyt na miedź stale rośnie, obecnie na świecie wynosi około 25 mln t. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy szacuje, że w 2035 r. poziom zapotrzebowania na miedź na świecie i w Polsce będzie dwukrotnie wyższy od obecnego. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na stale rosnący popyt na ten surowiec jest postęp prac badawczych oraz rozwój innowacji technologicznych w energetyce, technologiach komunikacyjnych i informacyjnych (ang. *information and communications technology*, ICT) i sztucznej inteligencji (ang. *artificial intelligence*, AI).

Polska jest jednym z głównych producentów miedzi elektrolitycznej w UE, wielkość produkcji (2023 r.) to około 600 tys. ton, z czego około 70% stanowi eksport. Uwzględniając 118 tys. ton

importu, popyt krajowy można oszacować na około 300 tys. ton. Wynika on z większego zastosowania tego metalu w gospodarce, które przedstawia się następująco:

- w sektorze elektrycznym i energetycznym (elektrownie wiatrowe, słoneczne, transformatory i generatory elektryczne) – 39%,
- w budownictwie (rurociągi, oświetlenie, klimatyzatory, dachy) – 31%,
- w telekomunikacji (przewody, złącza komputerowe) – 11%,
- w przemyśle motoryzacyjnym (samochody osobowe i ciężarowe, pociągi, samoloty) – 10%,
- w odlewnictwie i mennictwie – 9%.

Potencjał surowcowy polskiego rynku miedziowego oraz coraz szerszy obszar zastosowania miedzi stanowią o dużych możliwościach pozyskiwania klientów w regionie, kraju i na świecie. Są to odbiorcy wyrobów wysokoprzetworzonych z miedzi, jej stopów i kompozytów (miedź-grafen), znajdujących zastosowanie w wysoko innowacyjnych produktach odnawialnej i nuklearnej energetyce, ICT i Przemysłu 4.0. Na tym rynku przyszłości będą kształtowane relacje prosumenckie stosowania CRM oraz wykorzystania innowacji tworzonych przez klientów.

Tworzywem metalicznym, którego popyt jest ustabilizowany, jest aluminium. W tabeli 6.5 przedstawiono zużycie aluminium w Polsce w latach 2020–2024 z podziałem na grupy wyrobów.

Tabela 6.4. Zużycie (popyt) na aluminium w Polsce w latach 2020–2024 [tys. t] (NS Raport, 2024)

Lata	2020	2021	2022	2023	2024
Wyroby aluminiowe (łącznie)	1232	1417	1280	1219	1210
Wyroby długie	274	372	258	314	321
Wyroby płaskie	416	451	422	331	352
Odlewy	422	465	467	459	412

Polska wyeksportowała 314 tys. ton wyrobów aluminiowych, importując 557 tys. ton, produkcja krajowa wynosiła około 1080 tys. ton. Łukę podaźową szacuje się na około 550 tys. ton. Popyt na aluminium wynika z jego szerokiego zastosowania. To jeden z **najpowszechniej wykorzystywanych metali we współczesnym świecie**. Dziś bez aluminium trudno sobie wyobrazić jakąkolwiek branżę przemysłu czy sferę życia. Za około 35% zużycia aluminium w Polsce odpowiada motoryzacja,

budownictwo jest konsumentem około 20% tego metalu, energetyka – 18%, ponadto zużywany jest on w przemyśle opakowań, maszynowym oraz dóbr powszechnego użytku. Nowe zastosowania metal ten znajduje w urządzeniach odnawialnej energetyki, ICT oraz kompozytach. Analizując przedstawione informacje można stwierdzić, że popyt na wyroby aluminiowe na rynku krajowym i europejskim jest rosnący, nowi klienci pojawiają się zarówno w Polsce, jak i na rynku UE, co wynika z kierunków zastosowania tego metalu.

Produkcja tworzyw sztucznych w Polsce stanowi kluczowy sektor przemysłu. Obejmuje materiały, które nas codziennie otaczają, począwszy od opakowań, aż po technologicznie zaawansowane komponenty. Polska odgrywa istotną rolę w tej branży, będąc jednym z głównych centrów recyklingu w Europie. Przemysł ten wykazuje dynamiczny wzrost, a liczba firm i osób tam zatrudnionych stale rośnie. Zużycie, a więc popyt na te tworzywa przekroczył 3,5 mln ton. Polska wyeksportowała (2023) 2279 tys. ton tworzyw sztucznych, głównie do Niemiec (28%) oraz Czech, Francji i Włoch (po 7%). Import wynosi 2081 tys. ton, głównie z Niemiec (29%), Chin (13%), Włoch (8%) i Francji (8%). Przewiduje się wzrost popytu na tworzywa sztuczne w UE w ciągu 10 lat o 40–50%, co wynika z ich szerokiego zastosowania. Obecnie największym konsumentem tworzyw sztucznych jest przemysł opakowań (34%) i budownictwo (19%). Pozostałe to motoryzacja (11%), AGD (6%), elektronika i energetyka (8%), rolnictwo i ogrodnictwo (5%) oraz inne (17%). Produkcja tworzyw sztucznych w Polsce (2023) kształtuje się na poziomie 3700 tys. ton, uwzględniając zapotrzebowanie i relacje eksport-import, luka podażowa rynku krajowego wynosi 2100 tys. wyrobów z tworzyw sztucznych.

Tworzywa ceramiczne stanowią bardzo różnorodną grupę produktów. Do analizy popytowej, uwzględniając działalność przedsiębiorstw woj. śląskiego, wybrano dwa produkty – porcelanę i szkło. W pierwszym przypadku klientami są sieci detaliczne i hurtownie. W Polsce produkuje się (2022 r.) około 20 tys. ton porcelany, z czego 65% zostało wyeksportowane głównie do Niemiec (36%), Francji (9%), Holandii (6%). Na polski rynek trafiło prawie 28 tys. ton porcelany z Chin, 4 tys. ton z Niemiec i 0,7 tys. ton z Holandii. Popyt na porcelanę można uznać za stabilny, mało rozwojowy dla polskich produktów i szacować go na 40 tys. ton. Inna sytuacja jest w przypadku szkła. Zapotrzebowanie na szkło w Polsce ciągle rośnie – konsumpcja opakowań szklanych kształtowała się na poziomie (2023 r.) 1,2 mln ton, a w przypadku szkła płaskiego i gospodarczego (naczynia szklane) 1,9 mln ton. Duży eksport szkła – około 0,5 mln ton powoduje lukę podażową wypełnioną importem. O rosnącym popycie

na szkło decyduje jego zastosowanie, i tak szkło płaskie wykorzystywane jest w budownictwie i motoryzacji, a opakowania szklane przede wszystkim w przemyśle spożywczym.

Stowarzyszenie Branży Wzmocnionych Tworzyw Sztucznych opublikowało raport, w którym wykazuje, że globalna produkcja kompozytów wzrosła o około 5% – do 12,7 mln ton w 2022 r. W Europie spadła jednak o 6,1% – do około 2,8 mln ton. Udział rynku europejskiego wynosił zatem w ubiegłym roku około 23%. Około połowa globalnej produkcji kompozytów z tworzyw sztucznych znajduje się obecnie w Azji. W 2022 r. najważniejszym dla kompozytów segmentem rynku pozostawał sektor transportu, który odpowiadał za ponad 50% popytu na tworzywa kompozytowe. Obejmuje to produkcję samochodów osobowych, a także pojazdów użytkowych, transport lotniczy i kolejowy. Kolejne dwa największe sektory to budownictwo i infrastruktura oraz przemysł elektryczny i elektroniczny. W sektorze budowlanym tworzywa kompozytowe były wykorzystywane m.in. do produkcji rurociągów, zbiorników i profili. W sektorze E&E kompozyty były wykorzystywane głównie do produkcji przełączników, obudów, sprzętu telekomunikacyjnego i szaf sterowniczych. Jeśli chodzi o materiały, udział w rynku kompozytów termoutwardzalnych w Europie nieznacznie spadł do 41,8%. Z drugiej strony udział kompozytów termoplastycznych wzrósł w tym okresie o tę samą wartość, osiągając łącznie 58,2%. W najbliższych latach istotne znaczenie dla wzmocnienia pozycji konkurencyjnej w zakresie strategicznych technologii węzłowych, czyli takich, które są silnie zależne od rozwoju innych technologii dominujących w regionie lub warunkujących rozwój innych technologii w woj. śląskim, a stanowiących równocześnie kluczowe elementy technologii przyszłości, w obszarze materiałów kompozytowych i produktów wytwarzanych przy użyciu lub na bazie materiałów kompozytowych, będą miały technologie dla: przemysłu motoryzacyjnego i lotniczego, produkcji opakowań, ochrony środowiska, technologii dla energetyki i inżynierii biomedycznej.

Reasumując atrakcyjność popytową rekomendowanych technologii, można stwierdzić, że na ich produkty popyt jest zdecydowanie rosnący, a nowych klientów można znaleźć zarówno na rynkach krajowych (luka podażowa, KPO), jak i zagranicznych (prognozowany popyt globalny na tworzywa metaliczne, sztuczne i ceramiczne). Rosnący popyt jest ściśle powiązany ze współczesnymi trendami i rewolucyjnymi zmianami technologicznymi, które skokowo zmieniają atrakcyjność popytową na produkty badanych technologii.

Atrakcyjność podażowa technologii produkcji i przetwarzania materiałów

Produkcja i przetwarzanie materiałów w woj. śląskim jest złożonym procesem, który zależy od wielu uwarunkowań podażowych. Analizy dokonano w zakresie kilku kluczowych obszarów:

- dostępności zasobów surowcowych i materiałów,
- dostępności pozostałych dostawców,
- kapitału ludzkiego i wiedzy,
- przewag B + R + I,
- lokalizacji i bliskości dostawców i klientów.

Dostępność surowców i materiałów do produkcji oraz przetwarzania materiałów w woj. śląskim zależy od rodzaju wyrobów. W przypadku wyrobów metalicznych do kluczowych surowców zalicza się: rudę żelaza, węgiel koksujący oraz mikroelementy. Jastrzębska Spółka Węglowa SA zlokalizowana na terenie woj. śląskiego jest obecnie największym dostawcą węgla koksującego. Jako kluczowy surowiec wymienia się również złom stalowy i żeliwny. W tym zakresie woj. śląskie jest dominującym regionem nie tylko w Polsce, ale również w Europie. Biorąc pod uwagę stal jako materiał wejściowy do przetwórstwa na rynku globalnym w 2022 r. głównymi producentami stali byli: China Baowu Group (131,84 mln t), ArcelorMittal (68,89 mln t), Ansteel Group (55,65 mln t), Nippon Steel Corporation (44,37 mln t), Shagang Group (41,45 mln t) oraz HBIS Group (41,00 mln t). Drugi pod względem produkcji stali ArcelorMittal w Polsce ma swoją główną siedzibę w woj. śląskim. Z kolei dla dynamicznie rozwijających się technologii związanych z wykorzystaniem miedzi kluczowy dostawca znajduje się w Polsce, mowa o KGHM Polska Miedź SA. Dostęp do aluminium elektrolitycznego jest w 100% zapewniony przez import. Biorąc pod uwagę wyroby polimerowe kluczowe dostawy podstawowych surowców obejmują polietylen, polipropylen, PVC oraz dodatki i stabilizatory, które poprawiają właściwości tworzyw sztucznych (stabilizatory UV, barwniki, środki poprawiające płynność). Dostępność do dostaw podstawowych surowców i materiałów do produkcji tworzyw sztucznych jest wysoka – oferują ją podmioty z Polski i z innych krajów Europy. W Polsce wśród dostawców dominuje grupa kapitałowa Orlen, w tym przede wszystkim Basell Orlen Polyolefins. W Polsce produkowane są podstawowe polimery: poliolefiny (HDPE, LDPE, PP – Basell Orlen Polyolefins), polichlorek winylu (PCW – Anwil), politereftalan etylenu (PET – Indorama), polistyreny (PS – Synthos), a także niektóre tworzywa konstrukcyjne, np. poliamidy, żywice poliestrowe i epoksydowe, poliole (Grupa Azoty, Sarzyna Chemical, Lerg, PCC Rokita) (Plastics Europe, 2023, 2024). W przypadku wyrobów ceramicznych

kluczowe dostawy obejmują: glinki ceramiczne, mączki, inne minerały i glinki, jak: feldspat, kwarc czy kaolin oraz barwniki i pigmenty. W Polsce w dostawach podstawowych surowców do produkcji wyrobów ceramicznych dominują regiony małopolski, świętokrzyski i śląski. Należy podkreślić, że woj. śląskie jest najbogatszym w kraju regionem pod względem źródła pozyskiwania surowca dla produkcji materiałów ceramicznych, szczególnie wielkotonażowych, ze względu na swoje położenie w pobliżu ponad 10 kopalń dolomitu. Wielkość złóż oraz możliwości wydobywcze mogą w przewidywalnej perspektywie gospodarczej zaspokoić potrzeby przemysłu przetwórczego. Drugi z podstawowych surowców nie występuje w znacznych ilościach, a w razie uzasadnionych ekonomicznie potrzeb istnieje możliwość jego pozyskania z Dolnego Śląska. Bazały można pozyskać nie tylko z woj. śląskiego, ale także z sąsiednich regionów – Śląska Opolskiego i Dolnego Śląska. Ponadprzeciętna ich ilość występuje na terenach, gdzie znajdują się złoża piasku i kruszyw ceramicznych. Region śląski można więc ocenić jako korzystnie uwarunkowany pod względem surowców mineralnych, szczególnie masowych. Krajowy rynek wydobywczy i przetwórczy pod tym względem zaspokaja rosnące wymagania zarówno jakościowe, jak i ilościowe istniejących zakładów produkcyjnych. Niewielkie ilości rzadkich specjalistycznych surowców są bez problemu sprowadzane z krajów Unii Europejskiej lub Dalekiego Wschodu. Materiały kompozytowe to przyszłość wielu branż, w tym lotniczej i morskiej. Ich wyjątkowe właściwości – lekkość, wytrzymałość i odporność na korozję – czynią je odpowiednim materiałem konstrukcyjnym, który może być stosowany w środowiskach o ekstremalnych wymaganiach. Rozwój rynku i implementacja tych materiałów są jednak ograniczane przez koszty, które są wyższe niż w przypadku produkcji innych materiałów. Spełnienie rygorystycznych norm wytrzymałościowych i bezpieczeństwa wymaga ponadto zaawansowanych analiz, wieloetapowych testów i certyfikacji. Projektowanie struktur kompozytowych wymaga dodatkowo specjalistycznej wiedzy i narzędzi, które umożliwią optymalizację ułożenia warstw oraz przewidywanie ich zachowania się w ekstremalnych warunkach.

Pozostałe dostawy to dostawy maszyn i urządzeń, energii, usług informatycznych oraz transportowych. W przypadku dostawców maszyn i urządzeń dominują koncerny międzynarodowe (Siemens Financial Services, 2023). Bazując na benchmarkingu światowych firm, producenci maszyn największą wagę przykładają do efektywności energetycznej (zmniejszenia zużycia energii – np. dzięki napędom o zmiennej prędkości) produkowanych przez nich jednostek (77%) i ich produktywności, będącej efektem wdrażania cyfryzacji, zgodnie z założeniami Przemysłu 4.0 (70%), w celu zwiększenia

produkcji lub zmniejszenia liczby usterek. Na drugim miejscu znalazły się: modernizacje i renowacje, będące alternatywą dla budowy nowej maszyny (wskazywane przez 54% producentów), stosowanie tzw. cyfrowego bliźniaka, czyli rozwiązania, które pozwala przetestować produkt przed jego wprowadzeniem przez cyfrowy model (50%) oraz odnowienie części (45%), czyli naprawa zużytych części lub ich odbudowa, np. za pomocą druku 3D i ponowne wykorzystanie, co zaoszczędza materiały i energię. Z badania wynika, że producenci maszyn zwracają też uwagę na oszczędności w procesie produkcji – istotne jest ograniczenie wytwarzanych odpadów (39%), zużycia surowców (36%) i wody (34%). Jeden na czterech producentów deklaruje stosowanie surowców pochodzących z recyklingu, oszczędności związane z wykorzystaniem maszyn typu „multi-product” oraz redukcję zanieczyszczeń, a nieco mniej, bo 21%, stosuje też konstrukcje modułowe (21%) w celu uniknięcia wymiany całej maszyny, gdy zmieniają się wymagania produkcyjne. Kolejnym kluczowym dostawcą w produkcji i przetwarzaniu materiałów są dostawcy energii. Analiza tego problemu przekłada się na ocenę poziomu energochłonności, produkcji i przetwarzania materiałów. Wniosek w tym zakresie jest jeden – wszystkie klasyczne technologie stosowane w tym obszarze technologicznym są wysoko energochłonne. Większość technologii stosowana w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów to technologie wysokoenergetyczne, mające duży negatywny wpływ na środowisko naturalne. Producenci maszyn i urządzeń, a również dostawcy samych technologii poszukują więc technologii energooszczędnych i zrównoważonych, stosując np. w produkcji wyrobów metalicznych technologie oparte na wodorze. W Szwecji powstaje nowa huta, która planuje produkować tzw. zieloną stal, czyli stal opartą na wodorze pozyskiwanym z OZE. Z kolei w krakowskim oddziale ArcelorMittal Poland trwa rozruch wybudowanych niedawno pieców wodorowych w wyżarzalni tamtejszej walcowni. Blachy wyżarzane są bez użycia amoniaku, co pozwoliło zmniejszyć emisję CO₂ o połowę. Pozwala to także na poprawę jakości powierzchni blach. Do tego procesu wykorzystuje się wodór szary. Przetwórstwo miedzi, które rozwija się w woj. śląskim, ma istotny wpływ na sektory OZE, motoryzacyjny oraz AI. W Specjalnej Strefie Ekonomicznej powstaje innowacyjna inwestycja w Zawierciu w Elemental H2tech Sp. z o.o. należącej do Grupy Kapitałowej Elemental Holding, która uzyskała decyzję o wsparciu nr 346/2023 dla przygotowywanego projektu budowy huty miedzi i metali szlachetnych, odzyskiwanych ze zużytego sprzętu elektronicznego. Koszt inwestycji to 400 mln zł. W przypadku przetwórstwa tworzyw sztucznych jednym z najbardziej energochłonnych systemów produkcyjnych jest chłodzenie procesowe. Bardzo ważne jest zrozumienie, że ilość pobieranej energii elektrycznej do produkcji chłodu, nie zależy tylko od typu i wielkości zainstalowanego urządzenia chłodniczego, ale w znacznym

stopniu jest uwarunkowana zastosowanymi rozwiązaniami instalacji chłodzenia procesowego. W tym zakresie wszystkie wiodące firmy produkujące urządzenia do przetwórstwa tworzyw sztucznych wprowadzają wiele optymalizacji i innowacji zmniejszających zużycie energii i wpływ na środowisko. Wypalanie ceramiki czy produkcja szkła to również wysoko energetyczne procesy. W przypadku wypalania ceramiki dla zmniejszenia zużycia energii producenci stosują nowoczesne piece, które charakteryzują się wyższą efektywnością energetyczną. Ponadto wprowadzane są systemy odzyskiwania ciepła, które pozwalają na jego ponowne wykorzystanie w innych procesach produkcyjnych. Szkło zaś jest jednym z najczęściej używanych współcześnie materiałów, ale emituje niemalże ślad węglowy. Wynika to głównie z faktu, że do powstania potrzebuje wysokich temperatur (zależy to od jego rodzaju, ale w większości wypadków oscylują one w okolicach 1600°C), co z kolei wymaga ogromnego nakładu energii i dużej ilości paliwa. Według badań 72% emisji powstających podczas produkcji szkła pochodzi z pieców szklarskich (European Bank, 2014).

Dostępność transportu jest jednym z atutów wpływających na wysoką atrakcyjność inwestycyjną woj. śląskiego. W raportach jako atut woj. śląskiego wymienia się m.in. rozwinięty transport drogowy i kolejowy oraz infrastrukturę łączności, Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice w Pyrzowicach, zapewniający komunikację krajową i międzynarodową, skrzyżowanie dwóch głównych tras komunikacyjnych – autostrady A1 i A4, istnienie tzw. Linii Hutniczej Szerokotorowej (LHS), bliskość granicy z Czechami i Słowacją.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na potencjał regionu w kontekście rozwoju technologii produkcji i przetwórstwa materiałów (PPM) jest dostępność zasobów ludzkich. Według stanu na 31.12.2023 r. (UMWŚ, 2024) ludność woj. śląskiego liczyła 4 320 130 osób, co stanowiło 11,5% ludności kraju. Woj. śląskie charakteryzuje się najwyższym stopniem urbanizacji i gęstości zaludnienia w Polsce. Dokonując analizy liczby ludności woj. śląskiego według ekonomicznych grup wieku (stan na 31.12.2024 r.), w wieku przedprodukcyjnym (do 15 lat) znajdowało się 15,3% ludności Śląska, w wieku produkcyjnym – 63,3% ludności, a w wieku poprodukcyjnym – 21,4%. Utrzymująca się tendencja wzrostowa liczby osób w wieku poprodukcyjnym, przy równoczesnym spadku liczby osób w wieku przedprodukcyjnym, będzie miała poważne implikacje gospodarcze i społeczne. Na ten stan rzeczy nakłada się równocześnie stały wzrost przeciętnej długości trwania życia. W gospodarce woj. śląskiego dominują branże: węglowa i hutnicza, a także przemysł elektromaszynowy, metalowy, chemiczny oraz spożywczy. Duże znaczenie mają też gałęzie gospodarki, takie jak energetyka, przemysł motoryzacyjny

i elektroniczny. Zatrudnienie w badanym obszarze technologicznym w woj. śląskim wynosi 20% i jest najwyższe w skali kraju.

Wiedza stanowi podstawowy zasób każdej organizacji i główne źródło wartości dodanej. Jest również ważnym czynnikiem kształtującym potencjał regionu w zakresie rozwoju technologii produkcji i przetwarzania materiałów (PPM). Zasoby wiedzy, jakimi dysponuje woj. śląskie, będą wyznaczone przez: liczbę szkół wyższych, liczbę uczących się tam studentów oraz liczbę absolwentów szkół wyższych funkcjonujących w regionie, liczbę osób aktywnych zawodowo posiadających wyższe wykształcenie i zamieszkujących region. W ogólnej liczbie 44 uczelni działających na terenie woj. śląskiego można wskazać cztery uczelnie związane bezpośrednio z rozwojem technologii PPM. To kluczowe jednostki prowadzące badania, które posiadają szerokie uznanie nie tylko w Polsce. Wśród uczelni należy wyróżnić Politechnikę Śląską (w tym w szczególności Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii oraz Wydział Mechaniczny Technologiczny), Politechnikę Częstochowską (w tym w szczególności: Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów), Uniwersytet Bielsko-Bialski w Bielsku-Białej (w tym w szczególności Wydział Nauk o Materiałach i Środowisku) oraz Uniwersytet Śląski (w tym w szczególności Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach), Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie. Liczba studentów studiujących w woj. śląskim w roku akademickim 2023/2024 wynosiła 106 604, z czego 0,3% studiowało na kierunkach związanych z produkcją i przetwarzaniem materiałów. Nie jest to wysoka liczba, jednak kierunki te nie są obecnie bardzo oblegane, a interdyscyplinarność obszaru technologicznego pozwala na zatrudnienie absolwentów różnych kierunków nauk inżynieryjno-technicznych, ścisłych oraz społecznych. W szkołach technicznych, branżowych i zawodowych również widoczne jest słabe zainteresowanie kierunkami PPM. Trudności w pozyskiwaniu wykwalifikowanych pracowników dotyczą wielu sektorów, jednak w przetwórstwie materiałów wydają się najbardziej dotkliwe. Wynikają one z wysokich wymagań wobec pracowników, związanych ze specyficznymi technologiami i procesami produkcji. Na potencjał województwa w zakresie rozwoju technologii PPM wpływ ma również liczba szkół średnich zawodowych i zawodowych/branżowych.

Jednostki i instytuty naukowe, badawcze oraz szkoły wyższe prowadzące samodzielną działalność naukowo-badawczą lub we współpracy z biznesem są kluczowe dla prowadzenia badań oraz tworzenia nowych rozwiązań i technologii. Jak już wcześniej wspomniano, wśród uczelni wyższych funkcjonujących w woj. śląskim istotne znaczenie w zakresie rozwoju technologii produkcji i

przetwarzania materiałów mają: Politechnika Śląska, Politechnika Częstochowska, Uniwersytet Bielsko-Bialski, Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie oraz Uniwersytet Śląski (Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach). Jeśli chodzi natomiast o instytuty badawcze, to wśród nich należy wyróżnić: Sieć Badawczą Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny, Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych Oddział Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach oraz Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników – Oddział Farb i Tworzyw w Gliwicach. Skrócona analiza kluczowych obszarów badawczych związanych z produkcją i przetwarzaniem materiałów rozwijanych przez wskazane jednostki badawcze została przedstawiona w tabeli 6.6. W Polsce działa kilkadziesiąt uczelni i instytutów badawczych, które zajmują się problematyką produkcji i przetwarzania materiałów. Jedną z instytucji zrzeszających te podmioty jest Polskie Towarzystwo Materiałoznawcze reprezentujące prawie wszystkie krajowe ośrodki badań i kształcenia w zakresie nauki o materiałach i inżynierii materiałowej oraz pokrewnych dyscyplin materiałoznawczych.

Tabela 6.5. Kluczowe obszary badawcze wiodących uczelni i instytutów w woj. śląskim związane z obszarem produkcji i przetwarzania materiałów

Lp.	Jednostka badawcza	Obszary badawcze związane z produkcją i przetwarzaniem materiałów
1	Politechnika Śląska	Priorytetowy obszar badawczy 3 – Materiały przyszłości. Podobszary: – materiały organiczne i nieorganiczne do zastosowań w elektronice, – ultralekkie i wysoko odporne materiały w konstrukcjach motoryzacyjnych i lotniczych, – nowoczesne materiały do zastosowań w budownictwie, – nowoczesne materiały do zastosowań w medycynie, – zaawansowane metody modyfikacji powierzchni materiałów, – modelowanie i badanie właściwości fizykochemicznych materiałów.
2	Politechnika Częstochowska	Główne obszary badawczo-wdrożeniowe: – opracowywanie i optymalizacja nowych technologii w zakresie metalurgii ekstrakcyjnej, przeróbki plastycznej, odlewnictwa, obróbki cieplnej i recyklingu metali, – projektowanie nowych materiałów metalicznych, bimetalowych i wielowarstwowych oraz kompozytowych materiałów spiekanych i ceramicznych,

		– wytwarzanie oraz obróbka termiczna, a także badania właściwości magnetycznych stopów amorficznych, krystalicznych i nanokrystalicznych, – badania z zakresu elektrochemii stosowanej, ochrony przed korozją i hydrometalurgii, a także szeroko pojętej fizyce ciała stałego, – ekspertyzy i analizy z zakresu: zarządzania produkcją i jakością, zarządzania zasobami ludzkimi, oceny i optymalizacji systemów produkcyjnych i logistycznych w przedsiębiorstwach.
3	Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie	Laboratorium Badań Środowiskowych i Nowych Materiałów Powstałe laboratorium jest nastawione na prowadzenie kompleksowych badań podstawowych i stosowanych w zakresie badań środowiskowych na rzecz Inteligentnych Specjalizacji Regionu w zakresie energetyki i badań nowych materiałów organicznych na rzecz Inteligentnych Specjalizacji Regionu w zakresie energetyki i medycyny.
4	Uniwersytet Śląski	Realizowane w Instytucie Inżynierii Materiałowej zadania badawcze mają charakter interdyscyplinarny i obejmują zagadnienia z zakresu fizyki ciała stałego, materiałoznawstwa, fizykochemii materiałów, chemii i technologii polimerów oraz niektórych problemów elektrochemii, wchodzące w zakres inżynierii materiałowej i nauki o materiałach i ukierunkowane są na: – badania struktury i właściwości materiałów z uwzględnieniem badań powierzchni (materiały metaliczne, biomateriały, stopy z pamięcią kształtu, materiały polimerowe), – elektrochemiczne metody otrzymywania i badania materiałów, – rozwój i doskonalenie metod badań struktury atomowej, elektronowej i właściwości materiałów, – komputerowe modelowanie materiałów. Podstawowym celem tych badań jest poszukiwanie i interpretowanie związków między realną mikrostrukturą, składem chemicznym materiałów a ich właściwościami konstrukcyjnymi i funkcjonalnymi oraz poszukiwanie obszarów ich zastosowań.
5	Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny	Instytut realizuje badania nad materiałami w wybranych trzech centrach: – Centrum Badań Materiałów realizuje nowoczesne, innowacyjne rozwiązania dla przemysłu energetycznego, lotniczego, kosmicznego oraz metalurgicznego, – Centrum Spawalnictwa prowadzi badania w dziedzinie spawalnictwa. W swej działalności utrzymuje ścisłe związki z przemysłem krajowym i ośrodkami

		zagranicznymi produkującymi konstrukcje spawane oraz z międzynarodowymi ośrodkami badawczymi, – Centrum Technologii Metalurgicznych prowadzi prace badawcze nad rozwojem metalowych materiałów konstrukcyjnych na bazie żelaza oraz niskoemisyjnych i energooszczędnych technologii wytwarzania i przetwarzania tych materiałów.
6	Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych	Obszary badawcze: 1. Inteligentna i czysta mobilność – elektromobilność, – zaawansowane technologie w transporcie, – technologie zasilania, – magazynowanie energii, – materiały i technologie dla elektroniki, energetyki i transportu. 2. Zdrowie – nanotechnologie medyczne, – materiały i technologie dla medycyny o szczególnych właściwościach fizycznych. 3. Zielona, cyrkularna gospodarka – gospodarka obiegu zamkniętego, – odzysk metali, – technologie recyklingu i odzysk surowców mineralnych, – inżynieria powierzchni, – materiały i technologie dla energoelektroniki, energetyki, – sieci elektryczne, – odlewanie metali nieżelaznych, – nowoczesna chemia analityczna. 4. Materiały dla obronności – baterie termiczne, – stopy metali nieżelaznych o ulepszonych właściwościach, przeznaczone do pracy w trudnych warunkach eksploatacyjnych. 5. Druk 3D – szybkie prototypowanie, materiały i technologie druku 3D. 6. Nowe materiały i technologie – projektowanie składu chemicznego metali i stopów pod kątem określonych właściwości, – certyfikowane materiały odniesienia, – materiały na bazie metali ciężkich, – technologie odlewania i przeróbki plastycznej, – atomizacja gazowa i plazmowa,

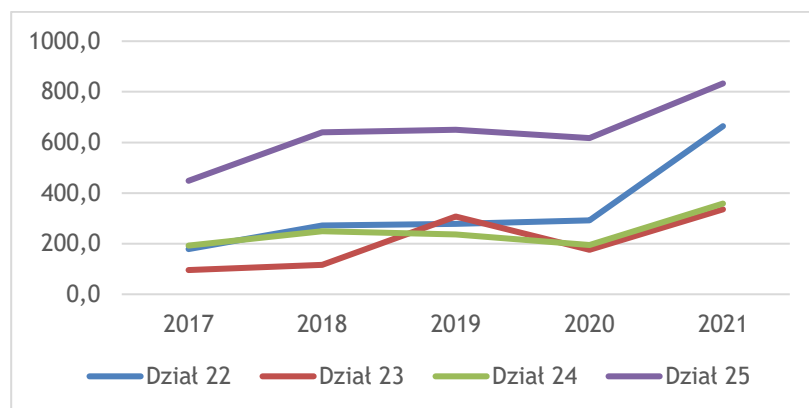
		– procesy izostatycznego dogęszczania materiałów, – powłoki ochronne i funkcjonalne, – technologie metalurgii proszków.
7	Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych. Centrum Materiałów Ogniotrwałych	Badania naukowe i prace rozwojowe prowadzone są w zakresie: – materiałów ceramicznych i kompozytowych, – ceramicznych wyrobów do zastosowań wysokotemperaturowych, – przetwórstwa surowców niemetalicznych, w szczególności związanych z produkcją materiałów ogniotrwałych, – szeroko pojętej gospodarki obiegu zamkniętego w odniesieniu do materiałów ogniotrwałych, – badania, ekspertyzy, opinie i usługi naukowo-techniczne wykonywane na bezpośrednie zlecenia podmiotów gospodarczych, – badania laboratoryjne akredytowane i nieakredytowane, przede wszystkim w zakresie składu chemicznego i fazowego oraz właściwości surowców i półproduktów oraz wyrobów ogniotrwałych, w tym badania właściwości termicznych i mikrostruktury. • Produkcja doświadczalna w zakresie: – materiałów ogniotrwałych monolitycznych i prefabrykowanych, – ceramiki technicznej i specjalnej, – aktywatorów mielenia.
8	Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników. Oddział w Gliwicach	Badania naukowe i prace rozwojowe są prowadzone w zakresie: – inżynierii materiałowej, technologii wytwarzania, przetwarzania, recyklingu, utylizowania i stosowania materiałów polimerowych, lateksów, kauczków syntetycznych, dyspersji, roztworów polimerowych, elastomerów, gumy, farb, lakierów, barwników, pigmentów, rozjaśniaczy optycznych, półproduktów organicznych i materiałów pochodnych, – technologii wytwarzania, przetwarzania, stosowania, recyklingu i utylizowania materiałów kompozytowych, katalizatorów, emulgatorów i innych środków pomocniczych stosowanych w technologii materiałów polimerowych, – nowych technologii wytwarzania farb i lakierów, uwzględniających wymogi ochrony środowiska, w tym wykorzystanie surowców odpadowych, – działalności prototypowo-doświadczalnej maszyn, urządzeń, narzędzi i oprzyrządowania do wytwarzania, przetwarzania, modyfikowania, recyklingu i utylizowania materiałów polimerowych, lateksów i kauczków syntetycznych, dyspersji i roztworów polimerowych, elastomerów, gumy, farb i lakierów,

		barwników, pigmentów, rozjaśniaczy optycznych, półproduktów organicznych i materiałów pochodnych, – barwometrii i opracowywania programów dla recepturowania mieszanek barwników i pigmentów, procesów barwienia oraz zarządzania procesami technologicznymi, – wytwarzania kompozytowych materiałów polimerowych i elastomerowych, – ochrony przed korozją, projektowania technologii zabezpieczeń antykorozyjnych, właściwości ochronnych wyrobów lakierowych w środowiskach o różnej agresywności korozyjnej.
--	--	---

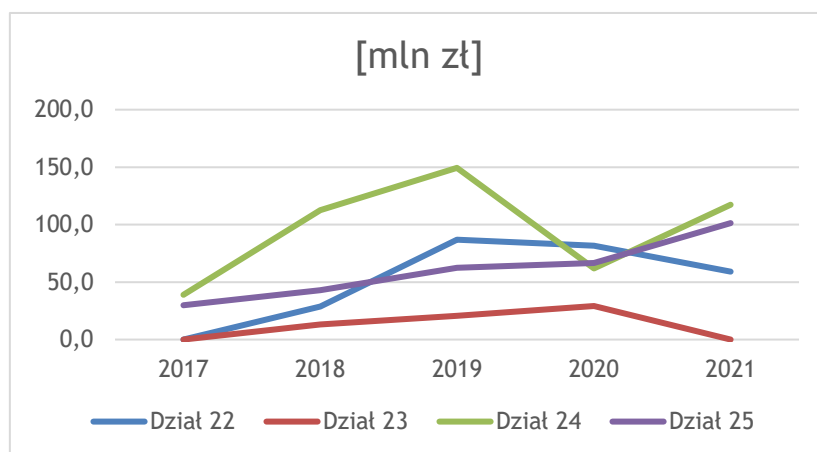
Oprac. na podst. danych zawartych na stronach internetowych badanych podmiotów.

W woj. śląskim w okresie 2012–2024 było realizowanych 92 projektów z Programu Horizon i Horizon 2020 na łączną kwotę ponad 32 mln euro (KPK, 2025). W badanym obszarze technologicznym i powiązanim z nim zrealizowano około 25%. Każda z podanych w tabeli 6.6 organizacji w okresie 2020–2025 zrealizowała od kilku do kilkudziesięciu projektów badawczych i podnoszących kompetencje pracowników oraz studentów. Głównym źródłem finansowania są środki pochodzące, oprócz Horizon i Horizon 2020, z NCN, NCBiR, FST, RPO, Funduszy Europejskich dla Śląskiego oraz podmiotów prywatnych w ramach prac badawczo-rozwojowych. W oparciu o bazę RAD-on można wskazać, że tylko w dyscyplinie inżynieria materiałowa od 2017 r. było realizowanych ponad 1000 projektów, z czego ponad 250 przez wskazane ośrodki z woj. śląskiego. Przykładowe projekty realizowane przez podmioty wymienione w tabeli 6.6 przedstawiono w załączniku 1. Liczba przyznanych i zgłoszonych w ostatnich pięciu latach patentów (RAD-on) dla wyróżnionych jednostek badawczych działających w woj. śląskim wynosi ponad 150.

Kolejnym czynnikiem określającym poziom zasobów naukowo-badawczych jest wysokość nakładów wewnętrznych ponoszonych przez podmioty na prace badawczo-rozwojowe (rys. 6.9). Obejmują one zarówno nakłady bieżące, jak i nakłady inwestycyjne na środki trwałe związane z działalnością badawczo-rozwojową. Biorąc pod uwagę wartość nakładów wewnętrznych ponoszonych na działalność B + R, w 2021 r. w woj. śląskim w działach 22–25 kwota ta wynosiła 277,7 mln zł (rys. 6.10). Najwięcej środków wydano na badania i rozwój produkcji metali (117,3 mln zł). Całościowe nakłady w sektorze przedsiębiorstw systematycznie wzrastają w całym kraju. W 2021 r. nakłady te wynosiły ponad 19 mld zł, przy czym w woj. śląskim było to ponad 2,4 mld zł.



Rys. 6.9. Nakłady wewnętrzne na działalność B + R w sektorach przedsiębiorstw w Polsce według rodzaju kosztów i przeważającej działalności²



Rys. 6.2. Nakłady wewnętrzne na działalność B + R w sektorach przedsiębiorstw w woj. śląskim według rodzajów działalności, którym prace B + R były dedykowane (PKD 2007) ³

Z punktu widzenia potencjału regionu w zakresie rozwoju technologii w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów istotne jest określenie poziomu nakładów wewnętrznych wydatkowanych przez przedsiębiorstwa funkcjonujące w tym obszarze. Ich wykaz wraz z określeniem udziału procentowego nakładów poniesionych na działalność B + R w danej branży w woj. śląskim do wartości nakładów poniesionych na działalność B + R w tej branży w całym kraju dla lat 2020 i 2021 przedstawia tabela 6.7.

² <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleszenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/nauka-i-technika-w-2021-roku,1,18.html> (dostęp: 30.03.2023).

³ Bank Danych Lokalnych, <https://bdl.stat.gov.pl> (dostęp: 19.12.2022).

Tabela 6.6. Nakłady wewnętrzne na działalność B + R w sektorze przedsiębiorstw w działach 22, 23, 24, 25 w Polsce i woj. śląskim⁴

	Dział PKD	Nakłady wewnętrzne na działalność B + R					
		2020			2021		
		woj. śląskie [mln zł]	Polska [mln. zł]	udział woj. śląskiego [%]	woj. śląskie [mln zł]	Polska [mln zł]	udział woj. śląskiego [%]
Tworzywa polimerowe	Produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych (C22)	81,6	292,4	27,9	59,1	664,3	8,9
Tworzywa ceramiczne	Produkcja wyrobów z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych (C23)	29,2	175,6	16,6	0	335,5	0
Tworzywa metaliczne	Produkcja metali (C24)	61,8	194,4	31,8	117,3	358,4	32,7
	Produkcja metalowych wyrobów gotowych, z wyłączeniem maszyn i urządzeń (C25)	66,5	617,0	10,8	101,3	833,0	12,2

W Polsce nakłady na badania i rozwój w działach 22–25 są największe w dziale 25 produkcja metalowych wyrobów gotowych. Może to być zrozumiałe, gdyż w tym dziale jest również najwięcej przedsiębiorstw. W woj. śląskim wartość nakładów B + R w produkcji metali (dział 24) przewyższa wartość z działu 25, mimo że, podobnie jak w kraju, to w dziale 25 jest więcej przedsiębiorstw. Wzrastający poziom wydatków wynika z zaangażowania sektora publicznego w finansowanie projektów rozwojowych i innowacyjnych, ale przede wszystkim z rosnącego zaangażowania

⁴ Źródło: Bank Danych Lokalnych, Nauka i Technika, Główny Urząd Statystyczny.

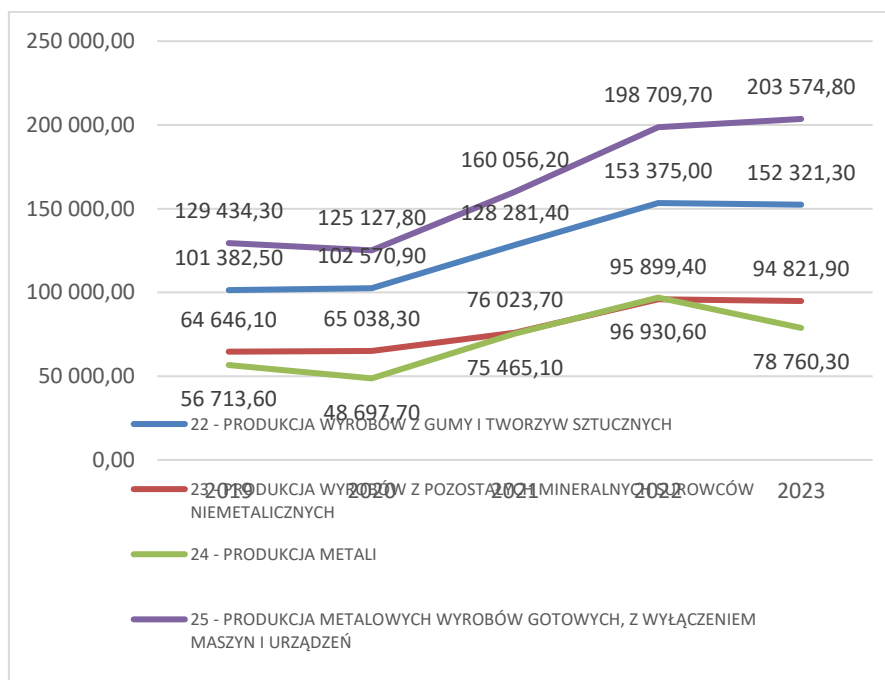
przedsiębiorstw w działalność innowacyjną.

Nakłady na B + R w przedsiębiorstwach nie zawsze są związane z współpracą z nauką. Ocenia się, że współpraca polskich jednostek naukowych z międzynarodowymi koncernami, obecnymi w tym obszarze technologicznym, słabnie. Projektów jest coraz mniej, a współpraca opiera się częściej na pracach eksperckich niż umowach instytucjonalnych. W tym zakresie potrzebna jest pewna odnowa, szczególnie w kontekście widoczności polskiej myśli naukowej w przestrzeni biznesu międzynarodowego.

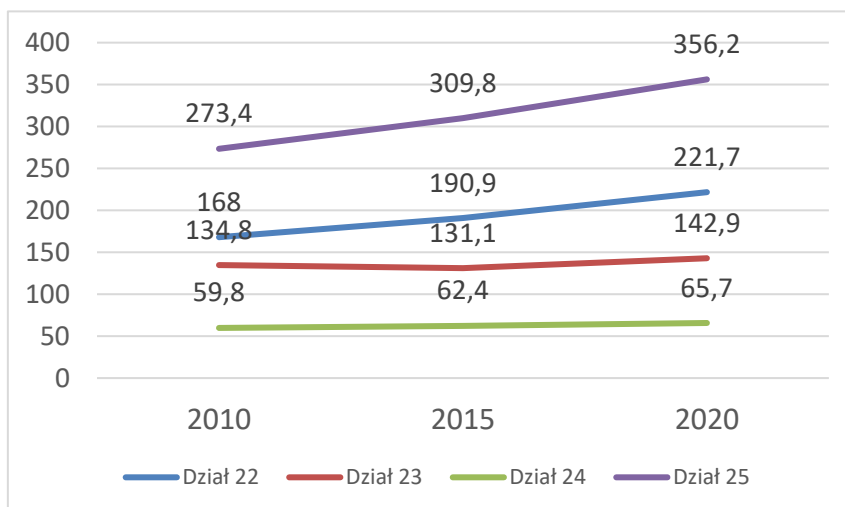
Podsumowując, atrakcyjność podażowa jest wysoka we wszystkich badanych tworzywach. Dostępność do surowców, materiałów, urządzeń i wiedzy jest duża i wręcz globalna. Należy jednak podkreślić, że wyższy poziom rozwiązań technologicznych wymaga rozwoju wiedzy, kompetencji i kwalifikacji. To szczególne wyzwanie dla rozwijających się sektorów tego obszaru technologicznego.

Analiza konkurencyjności technologii

Potencjał konkurencyjności analizowanych sektorów produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych, metalicznych i ceramicznych przedstawiono na rysunkach 6.11–6.12, a wcześniej na rysunkach 6.1 i 6.2.



Rys. 6.3. Wartość produkcji [mln zł] w wybranych działach PKD przemysłu w Polsce w latach 2021–2023⁵



Rys. 6.12. Zatrudnienie w Polsce w wybranych działach PKD w latach 2010–2020⁶

Rynek produktów tworzyw metalicznych, sztucznych i ceramicznych w Polsce jest w pełni otwarty, tzn. konkurencyjny, poza przepisami dotyczącymi szeroko rozumianej ochrony środowiska (co w warunkach UE jest oczywiste) nie ma na nim instrumentów regulacyjnych. Konkurencja ma

⁵ Główny Urząd Statystyczny, Dziedziny Bazy Wiedzy, stat.gov.pl.

⁶ Bank Danych Lokalnych GUS, <https://bdl.stat.gov.pl> (dostęp: 19.12.2022).

więc charakter globalny, a największymi „graczami” są korporacje przemysłowe, w tym zagraniczne. W woj. śląskim w sektorze hutnictwa funkcjonują następujące przedsiębiorstwa, których sprzedaż przekracza 0,5 mld zł: ArcelorMittal Poland w Dąbrowie Górniczej, Cognor Holding SA w Poraju, Węglokoks SA w Katowicach, CMC Zawiercie Poland oraz Huta Ferrum w Katowicach.

W tworzywach metalicznych w szczególności stali, największym graczem na rynku jest ArcelorMittal Poland w Dąbrowie Górniczej, jest on największym i najnowocześniejszym producentem stali (ok. 3 mln t) w Polsce, skupiającym prawie 50% krajowego potencjału produkcyjnego oraz największym producentem koksu w Europie. Jest także zaliczany do kluczowych eksporterów na rodzimym rynku. Sześć oddziałów umiejscowionych w woj. śląskim, małopolskim i opolskim (produkcja koksu) dysponujących 9000 wykwalifikowanych pracowników realizuje strategię rozwiniętego łańcucha wartości dodanej obejmującego: zakup surowców i energii, produkcję surówki i stali, produkcję wysokiej jakości wyrobów hutniczych, takich jak: kształtowniki, szyny (w tym szyna o długości 120 m) i akcesoria kolejowe oraz obudowy górnicze wykorzystywane w budownictwie, transporcie szynowym i przemyśle wydobywczym, wyroby płaskie, wykorzystywane przez przemysł motoryzacyjny, AGD i budowlany. Potwierdzeniem jakości produkowanych wyrobów jest zakup szyn i konstrukcji przez niemieckie koleje (DeutscheBahn AG) na budowę Dworca Centralnego w Berlinie i uzyskanie światowego certyfikatu jakości WCM (ang. *World Class Manufacturing*). Koncern stosuje zintegrowany system zarządzania obejmujący systemy zarządzania: bezpieczeństwem, energią, środowiskiem i jakością. ArcelorMittal Poland ograniczył w ciągu 20 lat emisję pyłów o 90% i CO₂ o 45%. W tym okresie zrealizował inwestycje o wartości 10,5 mld zł, w tym wartość prawie 8 mln zł inwestycję (2021 r.) na linii wytrawiania w krakowskiej walcowni zimnej, modernizację wielkiego pieca (2023 r.) wartość 720 mln zł oraz budowę dziewięciu nowych pieców wodorowych (2024 r.) służących wyżarzaniu blach po walcowaniu na zimno. Realizacja przedsięwzięcia wartego 52 mln zł pozwoli na podniesienie jakości produktów i większą czystość blachy. Modernizacja pieców Maerza (2024 r.) to przedsięwzięcie środowiskowe wartę 40 mln zł ograniczające emisje pyłowe z terenu wapniarni. Inwestycją energetyczną i proekologiczną wynoszącą 165 mln zł jest modernizacja elektrociepłowni w Zdziechowicach. Firma w 2022 r. osiągnęła przychody na poziomie 33 467 mln zł, a w 2022 r. 26 754 mln zł, co oznacza dynamikę przychodów o 12,5%. Natomiast zysk netto obniżył się z 2127 mln zł (2022 r.) do 762 mln zł w 2023 r. Rentowność sprzedaży wynosiła odpowiednio 2,2% (2023 r.) i 8,0% (2022 r.). Oceniając pozycję konkurencyjną ArcelorMittal Poland – jest ona silna i stabilna, opiera się na szerokim asortymencie

wyrobów, ich dobrej jakości wynikającej z modernizacji, poprawy bezpieczeństwa i ekologii procesów technologicznych (inwestycje), profesjonalnych zasobów ludzkich, co umożliwia zaspokojenie potrzeb krajowych i zagranicznych. Model biznesu opiera się na rozwiniętym łańcuchu produkcyjnym umożliwiającym tworzenie wartości w formie produktów stalowych dla klientów wykorzystujących je do różnorodnej działalności (m.in. budownictwo, infrastruktura, motoryzacja itd.). Obecnie model ten należy uznać za odporny i efektywny, największa jego wrażliwość (wrażliwość na ceny energii elektrycznej) jest w tej części, która związana jest z produkcją stali w piecach elektrycznych. W perspektywie ponad pięcioletniej model ten będzie wymagał aplikacji nowych technologii wytwarzania tzw. zielonej stali z zastosowaniem „zielonego wodoru”.

Grupa Cognor Holding SA jest korporacją, której działalność obejmuje skup złomu, przetwarzanie złomu stalowego na kęsy stalowe oraz produkcję wyrobów gotowych ze stali. W swoim portfelu posiada przedsiębiorstwa przetwórstwa złomu oraz trzy nowoczesne walcownie (Kraków, Stalowa Wola i Siemianowice Śląskie). Ta ostatnia (wartość inwestycji 800 mln zł), która wkrótce rozpocznie działalność, jest nowoczesną walcownią profili lekkich o zdolności 500 tys. t rocznie, energooszczędną (30% niższe zużycie energii elektrycznej i 40% gazu) oraz posiada innowacyjny system logistyczny. Zakres produktowy Grupy jest dość wąski (kęsiska, wyroby długie, ograniczony asortyment blach cienkich). Efektywne procesy przetwórcze w nowych walcowniach oraz profesjonalne przetwórstwo złomu znacząco wzmacniają pozycję konkurencyjną – zarówno przewagę kosztową, jak i jakościową. Przychody ze sprzedaży w 2023 r. wynosiły 2704 mln zł, a w 2022 r. było to 3667 mln zł. Zysk netto wynosił 236 mln zł, a rentowność sprzedaży w 2020 r. 8,7% i 16,8%. Wielkość rentowności przy dość niskiej produktywności wynikającej z relatywnie wysokiego poziomu zatrudnienia (ok. 2000 pracowników) można uznać za zadowalającą. Model biznesu opiera się na tworzeniu dwóch rodzajów wartości dla klienta, dostarczając mu półprodukty z odzysku przetwórstwa metali oraz kształtowniki i pręty do wykorzystania w różnej działalności gospodarczej. Model ten należy uznać za odporny organizacyjnie i dość efektywny ekonomicznie.

Firma CMC Poland Sp. z o.o. z Zawiercia jest częścią koncernu amerykańskiego CMC i produkuje wyroby na gorąco walcowane długie w oparciu o wsad pochodzący z własnej stalowni elektrycznej, w której do produkcji stali wykorzystuje się złom stalowy (90%). Huta w Zawierciu zapewnia wysoką jakość oraz innowacyjne rozwiązania technologiczne w zakresie produkcji, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy. Do sprzedaży i dystrybucji wykorzystuje sieć przedstawicielską koncernu. Wyroby CMC Poland Sp. z o.o. wykorzystywane są w przemyśle budowlanym, rolniczym,

energetycznym, maszynowym oraz do produkcji innych dóbr konsumpcyjnych. Jedną z kluczowych inwestycji huty (300 mln zł) było uruchomienie w 2021 r. nowej walcowni zasilającej blok Morgana do produkcji walcówki w kręgach. Dzięki tej inwestycji CMC Poland posiada trzy niezależne linie walcownicze produkujące szeroki asortyment prętów płaskich, okrągłych, żebrowanych oraz walcówki gładkiej i żebrowanej z wysokojakościowych gatunków stali. Huta uczestniczy w projektach badawczo-rozwojowych, współfinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, które promują innowacyjność i rozwój przedsiębiorstw. Współpracując z jednostkami naukowymi CMC Poland stale rozwija swoje możliwości produkcyjne, podnosząc jakość oferowanych wyrobów. W ciągu ostatnich dwóch lat wprowadzono na rynek nowe produkty, takie jak: płaskowniki ze stali z mikrododatkiem (**FLABAST**), pręty okrągłe i walcówka ze stali automatowej oraz ze stali bainitycznych (**DACTILIUS**), a także walcówka do spęczniania na zimno (CHQ), wytwarzana w procesie termomechanicznym. CMC w 2023 r. osiągnęło przychody ze sprzedaży w wysokości 5594 mln zł. W 2022 r. było to 7220 mln zł. Zysk netto wynosił odpowiednio 96,7 mln zł i 963 mln zł. Rentowność sprzedaży w 2023 r. kształtowała się na poziomie 1,7% i 13,3%. Strategia firmy opiera się na łańcuchu wartości obejmującym: zakup złomu i jego przetwórstwo na stal, która przetwarzana jest na szeroki asortyment produkcji wyrobów długich. Potencjał konkurencyjności stanowią nowoczesne technologie i wykwalifikowany personel (2200 pracowników w 2023 r.). W oferowanym asortymencie wyrobów stalowych, ze względu na dość wysokie ceny, firma napotyka na silną konkurencję przedsiębiorstw zagranicznych. W realizowanym modelu biznesu tworzona wartość dotyczy możliwości zastosowania wysokiej jakości i innowacyjnych wyrobów długich ze stali przez klientów w różnych działach gospodarki. Odporność modelu jest uzależniona od popytu na te produkty, oferowanych cen, a także kosztów surowców wtórnych (złomu stalowego) oraz przede wszystkim cen energii elektrycznej.

W ramach grupy Kapitałowej Węglukoks SA w Katowicach funkcjonuje sześć zakładów hutniczych: Huta Pokój Profile, Huta Pokój SA, Huta Pokój Konstrukcje, Walcownia Blach Batory, Huta Łabędy, Huta Częstochowa. Walcownia Blach Batory produkuje blachy grube ze stali niestopowych i stopowych (w tym narzędziowych) oraz ze stali o specjalnym przeznaczeniu. Świadczy także usługi wypalania, śrutowania, malowania czy obróbki cieplnej. Przychody ze sprzedaży w 2022 r. wyniosły 302 mln, a zysk 0,8 mln zł, w 2023 r. przychody wyniosły 201 mln zł, a zysk był ujemny. Spółka w latach 2022–2023 posiadała praktycznie zerową rentowność sprzedaży. Brak rentowności wykazują także Huta Pokój Profile, Huta Pokój SA, Huta Pokój Konstrukcje. Ta ostatnia to producent kształtowników formowanych

i walcowanych oraz konstrukcji. Huta Częstochowa to producent stali i blach grubych (ok. 0,5 mln t stali); po upadłości jest ona obecnie wystawiona na sprzedaż za 230 mln zł. Zainteresowanie jej kupnem wyraża Skarb Państwa. Wydaje się, że w tym przypadku powiązanie tej Huty z Polską Grupą Zbrojeniową mogłoby stworzyć ciekawy strategiczny alians, istotny dla rozwoju przemysłu obronnego. Silną pozycję konkurencyjną i finansową ma należąca do grupy Węglokoks SA, Huta Łabędy w Gliwicach. Jest ona wyspecjalizowanym producentem wyrobów dla górnictwa, takich jak: kształtowniki do obudów chodnikowych, odrzwia obudów chodnikowych, akcesoria obudów chodnikowych, skrzyżowania i odgałęzienia wyrobisk. Drugim filarem strategicznym **jest jedyna w Polsce linia produkcji rur zgrzewanych wzdłużnie typu API (atest American Petroleum Institute) do ciśnieniowego transportu paliw o długości do 18 m, która jest jedną z najnowocześniejszych w Europie. Wartość tej inwestycji to 204 mln zł.** W 2022 r. przychody ze sprzedaży wynosiły 1030 mln zł, a w 2023 r. 1076 mln zł. Zysk netto to 153 mln zł i 248 mln zł. Rentowność sprzedaży jest na wysokim poziomie i wynosi odpowiednio 14,8% i 23%. Przyjęta strategia opiera się na zrozumieniu i zaspokajaniu potrzeb w specyficznego klienta, jakim jest górnictwo węgla kamiennego w zakresie wyrobów stalowych. Obecnie realizowana jest inwestycja obejmująca budowę hali produkcyjnej z dwoma liniami technologicznymi do izolacji rur i magazynu z towarzyszącą mu infrastrukturą. Obecnie funkcjonują dwa modele biznesu. Pierwszy opiera się na zapewnianiu bezpieczeństwa i na efektywnej eksploatacji węgla kamiennego. Sukces funkcjonowania tego modelu zależy od zastosowania odpowiednich technologii i zasobów ludzkich. Dostarczane są mu specjalistyczne wyroby hutnicze. Odporność tego modelu jest ograniczona czasem funkcjonowania górnictwa. Drugi to innowacyjny model biznesu, tworzący wartość, jaką jest bezpieczne dostarczanie paliw płynnych. Nowoczesna, unikalna technologia stanowi o jego efektywności.

Huta Ferrum w Katowicach jest wytwórcą szerokiego asortymentu rur o dużych przekrojach. Są to: rury stalowe spiralnie i wzdłużnie spawane, rury spawane prądami o wysokiej częstotliwości, powłoki i profile zabezpieczające. Przychody ze sprzedaży w 2022 r. wynosiły 884 mln zł, a w 2023 r. 629 mln zł. Potencjał konkurencyjny huty wynika z nowoczesnej technologii, wykwalifikowanych pracowników (300 osób) i specjalistycznego, dobrej jakości asortymentu.

Grupa Kapitałowa STALPROFIL SA w Katowicach to jedno z największych przedsiębiorstw dystrybucji i usług specjalistycznych z zastosowaniem tworzyw metalicznych. Zostały w niej wyodrębnione dwa podstawowe segmenty działalności. Są to:

- Handel, przetwórstwo i działalność usługowa na rynku stalowym. Działalność handlowa w obrębie branży hutniczej realizowana jest głównie przez STALPROFIL SA. Wykonawstwo konstrukcji stalowych, łącznie z przetwórstwem stali, jest domeną KOLB Sp. z o.o.
- Działalność związana z infrastrukturą sieci przesyłowych gazu i innych mediów, obejmująca produkcję izolacji antykorozyjnej dla rur stalowych wytwarzanych przez IZOSTAL SA, a także usługi budowlano-montażowe sieci przesyłowych, które są oferowane przez STALPROFIL SA Oddział w Zabrze.

Działalność przedsiębiorstw wchodzących w skład Grupy Kapitałowej STALPROFIL SA jest wzajemnie komplementarna, co umożliwia osiągnięcie efektu synergii. Firma oferuje bardzo szeroką gamę produktów stalowych, a także specjalistyczne usługi zabezpieczania elementów rurociągów paliw gazowych i płynnych. Firma osiągnęła w 2022 r. przychody na poziomie 2216 mln zł i 76 mln zysku, a w 2023 r. sprzedaż wynosiła 1534 mln zł, a zysk 20 mln zł. Rentowność sprzedaży z poziomu 3,4% w 2022 r. spadła do 1,3%. Strategiczny łańcuch wartości dodanej składa się z zakupu produktów hutniczych, usługi logistycznej – dostawa do klienta, usługi (opcjonalnie) zabezpieczenia antykorozyjnego i centrum serwisowego (cięcie, gięcie, zgrzewanie, spawanie) oraz sprzedaży produktów lub usług szerokiemu gronu klientów (przemysłowych, instytucjonalnych, detalicznych). Model biznesu opiera się na tworzeniu wartości łączącej sprzedaż z usługami logistycznymi, serwisowymi, zabezpieczeniowymi po konkurencyjnej cenie i jakości.

Podsumowując, konkurencyjność przedsiębiorstw produkujących wyroby hutnicze w latach 2022–2023 pogorszyła się. Zmniejszyły się przychody ze sprzedaży, zyski netto i rentowność sprzedaży. Specjalizacja produktowa przedsiębiorstw hutniczych w Polsce nie wskazuje na silne oddziaływanie bezpośredniej konkurencji, największą rolę odgrywa tu import stali. Strategie niektórych firm stalowniczych opierają się na łańcuchach wartości tworzonych przez energochłonne i nieekologiczne technologie, co w warunkach wysokiego poziomu cen energii w Polsce, zagraża ich konkurencyjności. Jednocześnie pojawiają się bardzo nowoczesne zakłady produkujące wyroby stalowe.

Na polskim rynku na koniec 2022 r. funkcjonowało 180 odlewni żeliwa, 36 odlewni staliwa i 240 odlewni metali nieżelaznych. Ponad 90% działających w naszym kraju odlewni należy do sektora MŚP, odpowiadają one za 40% całkowitej produkcji w Polsce.

Tabela 6.7. Produkcja różnych rodzajów odlewów w Polsce w latach 2018–2022 (w 1000 t) (EFF, 2023)

Rodzaj odlewu	2018	2019	2020	2021	2022
Żeliwo, stal, żeliwo ciągliwe, w tym:	690,0	655,0	524,0	571,2	485,5
Żeliwa	480,0	450,0	360,0	392,4	333,5
Żeliwa sferoidalne	160,0	155,0	124,0	135,2	114,9
Staliwa	50,0	50,0	40,0	43,6	37,1
Metale nieżelazne, w tym:	346,5	356,5	285,2	310,9	264,2
Stopy miedzi	6,1	6,0	4,8	5,2	4,4
Odlewy aluminiowe	330,0	340,0	272,0	296,5	252,0
Cynk	7,5	7,5	6,0	6,5	5,6
Pozostałe odlewy stopowe	2,9	3,0	2,4	2,6	2,2

Wzrost produkcji odlewów metali w Polsce jest efektem ciągłego inwestowania w nowoczesne technologie oraz rozwijania umiejętności pracowników. Firmy odlewnicze w kraju skupiają się na doskonaleniu procesów produkcyjnych, dążąc do osiągnięcia najwyższej jakości wyrobów. Trend wzrostu produkcji odlewów metali jest zauważalny również w kontekście rosnącego popytu na te produkty zarówno na rynku krajowym, jak i zagranicznym. Inwestycje w nowoczesne technologie, takie jak zaawansowane systemy formierskie czy nowatorskie metody obróbki cieplnej, pozwalają polskim firmom odlewniczym konkurować z sukcesem na globalnym rynku. Rozwój sektora odlewniczego w Polsce to nie tylko większa produkcja, ale również podniesienie standardów jakościowych oraz efektywności procesów produkcyjnych. Na polskim rynku funkcjonuje bardzo wiele nowoczesnych firm odlewniczych zarówno z polskim, jak i zagranicznym kapitałem. Jednym z wiodących producentów jest firma Odlewnia Polska, która od lat zajmuje czołowe miejsce w branży. Specjalizuje się głównie w odlewach żeliwnych oraz aluminiowych, dostarczając swoje produkty do różnych sektorów przemysłu. Kolejnym ważnym graczem na rynku jest Metalodlew Gliwice – firma znana z nowoczesnych rozwiązań technologicznych i dużej elastyczności produkcji. Ich odlewy stalowe zdobywają uznanie klientów zarówno w kraju, jak i za granicą. TopMetal natomiast specjalizuje się w precyzyjnych odlewach dla branży motoryzacyjnej, co pozwala tej firmie utrzymać

silną pozycję na rynku. Firma Techno Odlewy stawia na ciągły rozwój i inwestycje w nowe technologie. Ich odlewy metali kolorowych są cenione za wysoką jakość i atrakcyjny design. Dzięki zaawansowanym procesom produkcyjnym firma zyskała uznanie wśród klientów z różnych sektorów. Inni ważni gracze to Polska Grupa Odlewnicza SA, NEMAK POLAND Sp. z o.o., DP Metal Processing Sp. z o.o., Odlewnia Żeliwa ŚREM SA, Odlewnia Żeliwa SA w Zawierciu, Zakład Metalurgiczny WSK Rzeszów Sp. z o.o.

Na polskim rynku aluminium duże znaczenie mają dwa przedsiębiorstwa. Pierwsze z nich to Grupa Kęty SA – spółka zajmująca się przetwórstwem aluminium. Wytwarza profile aluminiowe dla przemysłu budowlanego, motoryzacyjnego, wyposażenia wnętrz, maszynowego oraz wielu innych. Spółka jest ponadto podmiotem dominującym grupy kapitałowej posiadającej trzy podstawowe obszary działania:

- produkcja profili aluminiowych oraz komponentów na ich bazie,
- systemy okien, drzwi, fasad aluminiowych i rolet zewnętrznych,
- opakowania giętkie.

Firma współpracuje z klientami z około 60 krajów na całym świecie, utrzymując jednocześnie status największego w Polsce dostawcy profili i komponentów aluminiowych oraz tworzonych na ich bazie systemów aluminiowych dla budownictwa. Jest liderem w produkcji materiałów opakowaniowych i łatwo recyklingowalnych folii polipropylenowych w Polsce. Grupa Kęty bardzo dużo środków przeznacza na inwestycje rozwojowe. Łączna wartość wydatków inwestycyjnych w latach 2021–2025 wyniosła 1321 mln zł i została przeznaczona np. na rozbudowę mocy produkcyjnych. Poza sferą podstawowej działalności Grupa inwestuje także w OZE. Jej przychody ze sprzedaży wynosiły w 2023 r. 5979 mln zł, a w 2022 r. 5164 mln zł. Zysk netto w 2022 r. wynosił 539 mln zł, a w 2023 r. wzrósł do 678 mln zł. Rentowność sprzedaży wynosiła w 2022 r. 10,9%, a w 2023 r. 11,3%. Strategia Grupy Kęty SA opiera się na czterech filarach:

- wzrost przychodów ponad rozwój rynków, na których działa,
- wysoka rentowność operacyjna,
- realizacja inwestycji rozwojowych,
- odpowiedzialność środowiskowa i społeczna.

Drugim ważnym graczem na polskim rynku jest Grupa Alumetal. Zdolności produkcyjne wchodzących w jej skład zakładów wynoszą 275 000 t aluminium rocznie. Grupa jest jednym

z największych producentów wtórnych aluminiowych stopów odlewniczych w Europie. Oprócz stopów wtórnych Grupa specjalizuje się w produkcji stopów wstępnych, tzw. zapraw aluminiowych, aluminium do odtleniania stali, a także topników i soli. Odbiorcą ponad 90% produktów jest przemysł motoryzacyjny. Przychody Grupy ze sprzedaży w 2023 r. wynosiły 2946 mln zł, a w 2022 r. 3266 mln zł. Zysk netto w 2022 r. wynosił 245 mln zł, a w 2023 r. 252 mln zł. Rentowność sprzedaży w 2022 r. wynosiła 7,5%, a w 2023 r. 8,6%. Strategia Grupy polega na sprzedaży wysokiej jakości stopów odlewniczych, wykorzystując w polityce cenowej efekt skali. Na rynku funkcjonuje ponadto wiele prężnych przedsiębiorstw oferujących nowoczesne produkty aluminiowe, a o ich pozycji konkurencyjnej świadczą uzyskiwane wyniki finansowe. I tak prawie 350 mln zł wypracował Aluprof, nieco ponad 100 mln zł **Aliplast**, a w granicach 60 mln zł **Ponzio** i **Cortizo**. Łączna EBITDA tych czterech dostawców wzrosła w porównaniu z 2021 r. o **4,2%** – do 571,5 mln zł. Odpowiadają oni za 90% całego wskaźnika EBITDA branży dostawców systemów aluminiowych dla budownictwa w Polsce. Zysk netto to także wskaźnik, w którym najwyższy poziom uzyskał Aluprof (229 mln zł). Z kolei pod względem rentowności sprzedaży netto najlepszy wynik wśród dostawców systemów aluminiowych odnotował Aliplast (20,5%), który przy sprzedaży na poziomie 709,1 mln zł wypracował aż 145,1 mln zł zysku.

Reasumując, polski rynek produktów aluminiowych ma duży potencjał, tworzy go wiele silnych ekonomicznych przedsiębiorstw z Grupą Kęty na czele. Na rynku miedzi o potencjale konkurencyjnym decyduje największy producent tego metalu w Europie, którym jest KGHM Polska Miedź SA. Wielkość produkcji to ponad 600 tys. t, a wielkość przychodów ze sprzedaży w 2022 r. wynosiła około 33,8 mld zł, a w 2023 r. 33,5 mld zł. Zysk netto w 2022 r. wynosił 4,7 mld zł, a w 2023 r. 3,67 mld zł. Rentowność sprzedaży w 2022 r. wynosiła 13,9%, a w 2023 r. kształtowała się na poziomie 11%. W woj. śląskim funkcjonuje spółka córka KGHM, tj. Walcownia Metali Nieżelaznych Łabędy SA. Jest obecnie jedyną firmą w Polsce produkującą wyroby walcowane z miedzi i stopów miedzi w pełnym cyklu produkcyjnym. Dysponuje odlewnią, walcownią gorącą i walcownią zimną. Pozwala to na optymalizację kosztów produkcyjnych i pełną kontrolę nad procesem wytwórczym. Jest firmą specjalizującą się w stopach miedzi rzadko produkowanych, co daje jej znaczną przewagę nad konkurencją. Z pewnością szansą śląskiego hutnictwa metali nieżelaznych jest wyspecjalizowane przetwórstwo, wykorzystujące ogromny potencjał przedsiębiorstwa KGHM Polska Miedź SA.

Sektor tworzyw sztucznych produkujący 2,4 mld produktów tworzą:

- 1) dostawcy (producenci) surowców do przetwórstwa (np. polimeryzacja),
- 2) przetwórcy tworzyw sztucznych (producenci wyrobów sztucznych) – najliczniejszy podsektor,
- 3) dostawcy maszyn, urządzeń i rozwiązań technologicznych dla producentów wyrobów z tworzyw sztucznych,
- 4) recyklerzy.

Przedsiębiorstwa z pierwszej grupy to korporacje lub ich spółki zależne, a z grup pozostałych to głównie MŚP. W Polsce produkowane są podstawowe polimery: polioolefiny i IDPE (producent Orlen SA), polichlorek winylu PCW (producent ANWIL Włocławek Grupa Orlen), PET (producent Indorama Venture Poland Włocławek), poliesteryny (Synthos SA), a także niektóre tworzywa konstrukcyjne np. polamidy, żywice poliestrowe i epoksydowe, poliole (producenci Grupa Azoty, Sarzyna Chemical, Lerg, PCC Rokita). ANWIL jest jedynym producentem polichlorku winylu w Polsce. Produkcja realizowana jest w ciągu zintegrowanym, a kompleks we Włocławku jest jednym z największych w Europie pojedynczych zintegrowanych ciągów i ma dobrą pozycję konkurencyjną wśród europejskich producentów. Zatrudnia około 1,7 tys. pracowników, a jej obroty wynoszą około 3,0 mld zł. Z kolei PCC Rokita SA jest jednym z europejskich producentów polieteropolioli o nazwie handlowej ROKOPOL®. Są one wykorzystywane do produkcji: poliuretanowych pianek elastycznych, pianek sztywnych, farb i lakierów, klejów, uszczelnaczy i elastomerów. Poliuretany mają bardzo szerokie zastosowanie w wielu różnych gałęziach przemysłu, np. w motoryzacji, budownictwie czy meblarstwie. Stosowane są m.in. do produkcji pian visco, z których powstają wysokiej jakości materace przeciwdrożdżynowe. W ofercie polioli znajdują się również takie grupy produktów jak: poliole poliestrowe, prepolimery. Spółka zatrudniała w 2023 r. prawie 1500 pracowników, osiągnęła przychody na poziomie 2,3 mld zł oraz 267 mln zysku, a rentowność sprzedaży wynosiła prawie 12%. Z kolei do największych producentów kompozytów w Polsce należą:

- Sarzyna Chemical Sp. z o.o. – produkuje żywice epoksydowe, poliestrowe, farby proszkowe, żelkoty i topkoty, utwardzacze, żywice fenolowo-formaldehydowe,
- Lerg SA – produkuje i eksportuje żywice poliestrowe, nowolakowe, fenolowe, odlewnicze, żywice klejowo-aminowe, żywice do farb, formaliny oraz produktów do renowacji karoserii samochodowej marki Polfill,
- BUFA Composites Poland Sp. z o.o. – dystrybutor materiałów kompozytowych,
- MCPP Sp. z o.o. – oferuje granulaty i polimery specjalistyczne, elastomery termoplastyczne (TPE-S, TPV, TPO, TPE-E), miękkie i sztywne materiały na bazie PVC, proszkowe materiały do

odlewaną rotacyjną, polimery funkcyjne, bezhalogenowe niepalnione poliolefiny funkcyjne,

- ECPS Group jest producentem kompozytów z włókna węglowego.

O pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw sektora tworzyw sztucznych w dużym stopniu decydują zrealizowane inwestycje. Ich poziom w 2023 r. wynosił 7,36 mld zł w stosunku do 3,3 mld zł w 2013 r.

Reasumując, polski przemysł tworzyw sztucznych jest znaczący dla polskiej gospodarki, konkurencyjny, o dużym potencjale produkcyjnym, nowoczesnych produktach i dysponujący wykwalifikowaną kadrą.

Polski przemysł szklarski obejmuje ponad 100 przedsiębiorstw. Polskie huty produkują ponad 3 mln t szkła rocznie. W tym opakowania (1,7–1,8 mln t) oraz szkło płaskie (ponad 1 mln t), w opakowaniach dominują butelki i słoje wykonane ze szkła bezbarwnego (prawie 80% produkcji). Większość polskich hut szkła opakowaniowego przeszła w ostatnich latach gruntowną modernizację. W woj. śląskim działają dwie duże huty – BAGlas Orzesze i Stoezle Częstochowa. W Polsce głównymi producentami szkła float są trzy koncerny: Pilkington, Saint-Gobain, które posiadają huty i fabryki szkła na terenie kraju oraz Glaverbel, który importuje szkło z Czech i Belgii. Te trzy koncerny wykonują też szyby zespolone. Koncern Saint-Gobain jest inwestorem w 25 zakładach zlokalizowanych w różnych regionach Polski, w tym w woj. śląskim w Gliwicach, Sosnowcu i Dąbrowie Górniczej. Pilkington jest inwestorem w dwóch hutach szkła płaskiego i zespolonego w Sandomierzu. Przedsiębiorstwa przemysłu szklarskiego w Polsce (z kapitałem zagranicznym) są technologicznie nowoczesnymi zakładami mającymi dobrze wykwalifikowanych pracowników (tradycja i kultura organizacji), wykorzystującymi polskie surowce do produkcji szkła. Przedsiębiorstwa przemysłu szklarskiego w Polsce są konkurencyjne i efektywne ekonomicznie.

6.1.3.4. Sektory wspierające

Analiza sektorów pokrewnych i wspierających jest oparta na analizie przedmiotowej wyzwań i podmiotowej wskazującej konkretne sektory i instytucje wsparcia. Przyjmując wyzwania zapisane w polityce państwa za kluczowe dla rozwoju produkcji i przetwarzania materiałów zwrócono szczególną uwagę na zagadnienia związane z: automatyzacją i cyfryzacją procesów technologicznych, rozwojem Przemysłu 4.0 i sztucznej inteligencji.

Dla firm, które pragną zwiększyć efektywność, obniżyć koszty i utrzymać konkurencyjność, zaawansowana automatyzacja produkcji staje się koniecznością. Do takiej grupy należą przedsiębiorstwa z sektorów produkcji i przetwarzania materiałów. Automatyzacja produkcji to zastosowanie technologii i systemów, które pozwalają na automatyczne realizowanie, zarządzanie i kontrolowanie procesów produkcyjnych. Obejmuje zarówno wdrożenie robotów przemysłowych, zautomatyzowanych maszyn i linii produkcyjnych, inteligentnej logistyki, jak i zaawansowane oprogramowanie. Takie, które steruje procesami produkcyjnymi, automatyzując planowanie i bezpośrednie zarządzanie zasobami. Korzyści, jakie daje automatyzacja procesów produkcyjnych to:

- zwiększenie efektywności: automatyzacja pozwala na szybsze i bardziej precyzyjne wykonywanie zadań, co prowadzi do zwiększenia wydajności produkcji,
- redukcja kosztów: dzięki automatyzacji można zmniejszyć koszty związane z pracą ludzką oraz zminimalizować straty wynikające z błędów produkcyjnych,
- poprawa jakości: automatyczne systemy kontrolują jakość produkcji na każdym etapie, co redukuje liczbę wadliwych produktów,
- elastyczność: zaawansowane systemy pozwalają na szybkie dostosowanie procesów produkcyjnych do zmieniających się potrzeb rynku.

W obszarze produkcji i przetwarzania materiałów jest wiele dużych przedsiębiorstw, które z sukcesem wdrażają te procesy. Kluczowe jest jednak to, aby współpracujące z nimi MŚP również w dynamiczny sposób wdrażały te rozwiązania.

Transformacja cyfrowa jest procesem, który w sektorze przemysłowym obserwuje się już od co najmniej kilkunastu lat. Jednak w ostatnim czasie, wraz z rozwojem idei Przemysłu 4.0, trend ten wyraźnie przyspieszył. Cyfrowe rozwiązania są bowiem jednym ze sposobów zwiększania elastyczności produkcji, która staje się kluczowa dla zwiększania przewagi konkurencyjnej i szybkiego dostosowywania się do zmieniającego się popytu. Rozwój ten bardzo dobrze pokazują globalne wydatki na cyfryzację w różnych branżach. W minionej dekadzie były to jeszcze kwoty sięgające setek miliardów dolarów. Obecnie są to już kwoty rzędu kilku bilionów dolarów. Jedną z największych korzyści rozwiązań cyfrowych jest dużo szybszy przepływ informacji, co z kolei przekłada się na zwiększenie efektywności praktycznie wszystkich procesów realizowanych w przedsiębiorstwie (Jęcz, 2024). Do najczęściej wdrażanych obecnie technologii cyfrowych należą:

- Internet rzeczy umożliwia zdalne monitorowanie i kontrolowanie urządzeń, co prowadzi do większej efektywności procesów produkcyjnych. Dzięki zebrany danym można identyfikować problemy w czasie rzeczywistym i podejmować decyzje na podstawie aktualnych informacji.
- Chmura obliczeniowa pozwala na elastyczne skalowanie zasobów IT, co jest kluczowe w obliczu rosnącej ilości danych generowanych przez urządzenia IoT. Firmy mogą korzystać z różnych modeli chmurowych (np. publiczny, prywatny, hybrydowy) w zależności od swoich potrzeb i wymogów bezpieczeństwa.
- AI i ML (sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe) przyczyniają się do zwiększenia wydajności produkcji przez automatyzację procesów oraz przewidywanie awarii maszyn, co pozwala na minimalizację przestojów. Umożliwiają również personalizację produktów i usług, co zwiększa satysfakcję klientów.
- Przetwarzanie brzegowe zmniejsza obciążenie sieci przez lokalne przetwarzanie danych, co jest szczególnie korzystne w przypadku aplikacji wymagających niskiej latencji, takich jak autonomiczne pojazdy czy systemy monitorowania zdrowia.
- Cyberbezpieczeństwo – wraz z rozwojem Przemysłu 4.0 rośnie znaczenie zabezpieczeń. Firmy muszą inwestować w technologie ochrony danych, aby zapobiegać cyberatakam, które mogą prowadzić do poważnych strat finansowych oraz zakłóceń w produkcji.
- Cyfrowe bliźniaki są kluczowe w symulacji scenariuszy produkcyjnych oraz testowaniu nowych technologii bez ryzyka dla rzeczywistych procesów. Umożliwiają również lepsze zrozumienie i optymalizację istniejących systemów.

Te technologie i koncepcje są fundamentem przyszłości przemysłu, wspierając innowacje oraz efektywność operacyjną. W miarę dalszego rozwoju Przemysłu 4.0 można spodziewać się jeszcze większej integracji tych rozwiązań w badanym obszarze technologicznym. To nie tylko kwestia dostosowania się do zmian, ale również wykorzystania nowych możliwości, jakie niesie ze sobą rewolucja cyfrowa. Obecne trendy produkcyjne wyraźnie pokazują, że tylko wdrażanie technologii cyfrowej zapewni znaczącą poprawę wydajności produkcji, pozwoli ograniczyć koszty działalności i w efekcie pozwoli utrzymać przewagę konkurencyjną przedsiębiorstwa. Z raportu⁷, który zawiera

⁷ Wypracowanie metodologii oraz badanie stopnia dostosowania wybranych przedsiębiorstw do wymogów gospodarczych, jakie stawia czwarta fala rewolucji przemysłowej (Przemysł 4.0), <https://stat.gov.pl/statystyki-eksperymentalne/badania-i-rozwoj-innowacyjnosc-spoleczenstwo-informacyjne/wypracowanie-metodologii-oraz-badanie-stopnia-dostosowania-wybranych-przedsiębiorstw-do-wymogow-gospodarczych-jakie-stawia-czwarta-fala-rewolucji-przemysłowej-przemysl-4-0,13,1.html>

wyniki badań 5515 dobranych celowo przedsiębiorstw z terytorium Polski wynika, że najczęściej wykorzystywaną technologią w procesach produkcji (43,2%) jest internet rzeczy. Chmurę obliczeniową stosowano w 31,9% badanych przedsiębiorstwach, a sztuczną inteligencję w 11,7%. Analizy danych typu big data były przeprowadzane w 5,2% podmiotów, mimo że w ponad 12% pozyskiwano wielkie wolumeny danych. W rezultacie polskie przedsiębiorstwa, szczególnie MŚP, nie są jeszcze odpowiednio przygotowane do wdrożenia założeń Przemysłu 4.0, które w bliskiej perspektywie stają się nieuniknione. Trzeba jednak pamiętać, że te przedsięwzięcia generują znaczne koszty, które opóźniają procesy wdrożeniowe.

W dokumencie Polityka rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce (Polityka, 2024) zapisano cel strategiczny, jakim jest wykorzystanie badań i rozwoju AI do wzrostu innowacyjności i produktywności gospodarki budowanej na danych, a także wsparcie obywateli w procesach transformacji środowiska pracy oraz doskonalenia kompetencji, przy uwzględnieniu ochrony godności człowieka oraz zapewnieniu warunków uczciwej konkurencji. AI jest więc dla badanego obszaru technologicznego zarówno klientem, co wcześniej wykazano, jak i wsparciem w kontekście dynamicznych i niepewnych zmian.

Z perspektywy sektorowej i podmiotowej na szczególne wyróżnienie zasługują sektory energetyczny i ICT. Pierwszy z nich stanowi istotny wymiar konkurencyjności i innowacyjności, jakie mogą osiągnąć podmioty działające w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów. Wzrost cen energii i wymogi związane z neutralnością klimatyczną wymuszają na przedsiębiorstwach działających w badanym obszarze technologicznym stosowanie energooszczędnych i dążących do neutralności klimatycznej rozwiązań. Sektor ICT można zaś nazwać kluczowym komplementariuszem w procesie rozwoju automatyzacji, cyfryzacji czy wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0.

Sektor energetyczny jest szczególnie istotny ze względu na rosnące koszty energii oraz presję na osiągnięcie neutralności klimatycznej. Przemysły produkcyjny i przetwórczy stają przed wyzwaniem wdrożenia energooszczędnych technologii oraz zrównoważonych praktyk, co nie tylko wpływa na ich efektywność operacyjną, ale także na ich wizerunek i zgodność z regulacjami środowiskowymi. Firmy, które skutecznie zaadoptują rozwiązania innowacyjne w zakresie energii, mogą zyskać przewagę konkurencyjną, a także przyczynić się do globalnych wysiłków w zakresie ochrony środowiska. Sektor ICT natomiast, jako kluczowy komplementariusz, wspiera rozwój automatyzacji i cyfryzacji. W kontekście Przemysłu 4.0, technologie informacyjno-komunikacyjne są niezbędne do integracji

systemów, zbierania i analizy danych oraz optymalizacji procesów produkcyjnych. Dzięki zastosowaniu sztucznej inteligencji, internetu rzeczy i innych innowacyjnych technologii, przedsiębiorstwa mogą zwiększać swoją efektywność, poprawiać jakość produktów oraz dostosowywać się do zmieniających się potrzeb rynku.

Istotnym obszarem wsparcia dla sektora przedsiębiorstw są również instytucje otoczenia biznesu (IOB). Są to organizacje powiązane z administracją lokalną lub regionalną, których zadaniem jest wspieranie informacyjne, rzeczowe i finansowe lokalnych i regionalnych przedsiębiorców. W Polsce organizacją zrzeszającą krajowe instytucje otoczenia biznesu jest Stowarzyszenie Organizatorów Ośrodków Innowacji i Przedsiębiorczości⁸, które regularnie publikuje raporty o działalności IOB. Celem działania instytucji otoczenia biznesu jest dostarczanie przedsiębiorcom wiedzy i zasobów materialnych do efektywnego prowadzenia biznesu. Odbywa się to przez realizację projektów zwiększających kompetencje przedsiębiorców i ich pracowników, obsługę informacyjną, dostarczanie infrastruktury (miejsca, wyposażenia), a także pomoc w znalezieniu źródeł finansowania (poszukiwanie inwestora, pomoc w uzyskaniu pożyczki i kredytu, poręczenia kredytowe).

Aktualny raport SOOiP z 2024 r. pokazuje, że woj. śląskie posiada 24 ośrodki innowacji i przedsiębiorczości, w tym 15 ośrodków innowacji (OI) oraz dziewięć ośrodków przedsiębiorczości (OP). Jest to drugie miejsce w kraju pod względem liczebności, pierwsze posiada woj. mazowieckie. Najczęściej realizowane przez badane OI były usługi innowacyjne, które zadeklarowało aż 91%. Na drugim miejscu wskazano programy inkubacyjne (65%), co może być związane z dostępnymi formami finansowania takiego rodzaju wsparcia (np. platformy, boostery).

Spośród badanych w 2024 r. ośrodków innowacji, najwięcej, bo 20, wykazało aktywność w obszarach:

- kontakty z dostawcami i odbiorcami technologii – 639 usług,
- analiza rynku i określenie potencjału rynkowego i technicznych możliwości rozwoju przemysłu – 533 usługi,
- doradztwo w zakresie praw własności intelektualnej – 456 usług.

⁸ www.sooipp.org.pl

Ekosystem innowacji w woj. śląskim, dzięki zaangażowaniu interesariuszy i prowadzonej polityce, wspomaga aktywność przedsiębiorstw, które wpisują się w kluczowe priorytety rozwoju regionalnego i wpływają na rozwój innowacji w regionie. Elementem tego ekosystemu jest również ekosystem start-upów, który został poddany ocenie (Start-up, 2023). Wynika z niej, że:

- potencjał woj. śląskiego jest określany jako wysoki ze względu na położenie geograficzne, wielkość rynku zbytu czy duże zagęszczenie miast, przedsiębiorstw i specjalistycznych ośrodków,
- śląski ekosystem start-upowy jest we wstępnej fazie tworzenia się i jeszcze nie osiągnął oczekiwanego poziomu gęstości aktorów i nasycenia instytucjonalnego,
- motywacją rozpoczęcia innowacyjnej działalności przez mieszkańców woj. śląskiego jest chęć znalezienia niezależności i autonomii,
- śląscy start-upowcy odznaczają się silnym przywiązaniem do regionu i patriotyzmem lokalnym,
- choć projekty śląskich start-upów rozpoczynają działalność lokalnie, to dość często już na samym początku myślą globalnie, pozycjonując się na rynku światowym i konfrontując swoją ofertę z konkurencją na świecie,
- mieszkańcy woj. śląskiego zazwyczaj rezygnują z prób realizacji swojego pomysłu na biznes ze względu na brak funduszy, nieprecyzyjność koncepcji oraz brak wiary we własne możliwości,
- wyzwania start-upowców najczęściej wiążą się z pozyskaniem inwestora, znalezieniem właściwych zasobów ludzkich do realizacji projektu oraz komercjalizacją innowacji,
- najczęściej przywoływaną kategorią oczekiwanego wsparcia przez start-upowców jest wsparcie merytoryczne i doradcze, a w dalszej kolejności finansowe i lokalowe,
- zidentyfikowano instytucje otoczenia biznesu, takie jak:
- śląski ekosystem rozwija się wyspowo, co oznacza, że dostęp do informacji o instrumentach wsparcia czy podmiotach wspierających innowacje jest nierównomierny na terenie województwa.

Wielkie firmy zajmujące się produkcją i przetwarzaniem materiałów korzystają z zalet swojej lokalizacji oraz dostępu do surowców, materiałów i infrastruktury. Aby małe i średnie przedsiębiorstwa mogły współpracować z tymi dużymi graczami, konkurować na coraz bardziej wymagającym rynku oraz wprowadzać innowacje w dziedzinie produkcji i przetwarzania materiałów, potrzebują wsparcia oraz zintegrowanych rozwiązań.

Podsumowanie

Wyniki analizy czterech czynników opisanych w modelu oceny atrakcyjności technologii w sposób syntetyczny przedstawiono w tabeli 6.9.

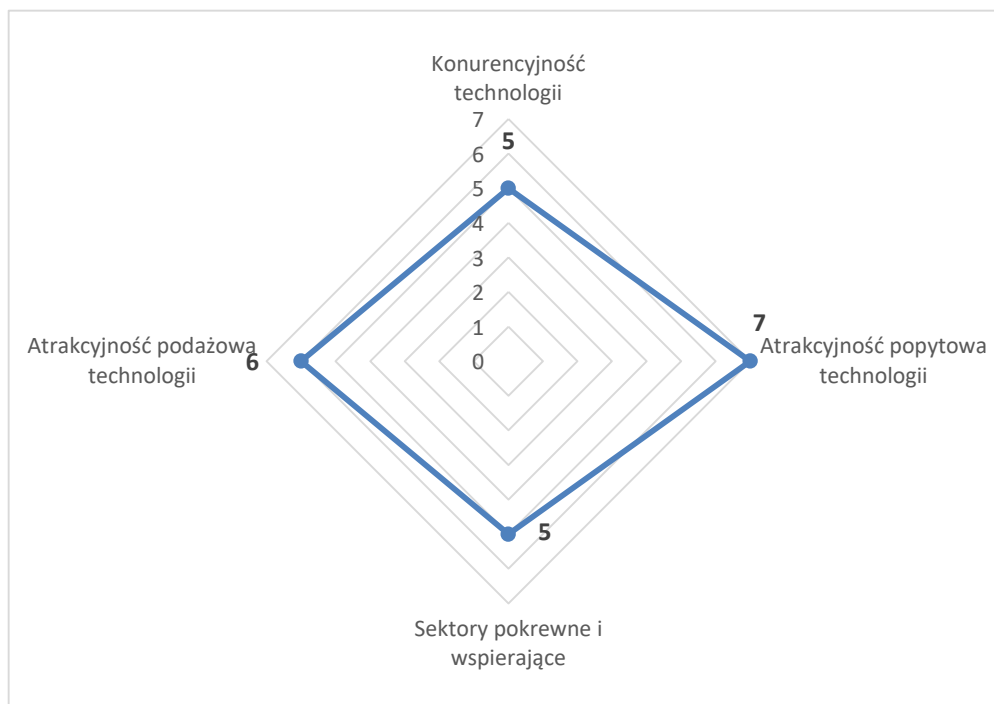
Tabela 6.8. Podsumowanie analizy atrakcyjności technologii w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów

Atrakcyjność popytowa technologii	– umiarkowany wzrost popytu w wyrobach stalowych i tworzyw sztucznych, – dynamiczny wzrost popytu na wyroby z miedzi, aluminium, szkła, – wzrost popytu wśród dotychczasowych i nowych odbiorców (AI, sektor kosmiczny, magazyny energii) tych tworzyw, – dynamiczny wzrost popytu na wyroby z miedzi, aluminium, szkła.
Atrakcyjność podażowa technologii	– duża dostępność surowców i materiałów do przetwórstwa, – korzystna infrastruktura transportowa i logistyczna, – szeroki wachlarz rozwiązań technologicznych dotyczących produkcji podstawowej i pomocniczej, – doświadczenie w regionie w prowadzeniu aktywności w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów, – wykwalifikowany i doświadczony kapitał ludzki do stanu aktualnego, – wiodące uczelnie i instytuty badawcze w skali kraju, – słabnąca współpraca nauka-biznes, – wyczerpujące się wykwalifikowane zasoby ludzkie i fluktuacja kadry.
Konkurencyjność technologii	– światowe, w tym polskie koncerny przemysłowe produkujące i przetwarzające tworzywa, – konkurencyjność w wyrobach stalowych oparta na tradycyjnych technologiach i produktach, – konkurencyjność wynikająca z poprawy jakości i efektu skali, – niska konkurencyjność wynikająca z wysokiej energo- i materiałochłonności (przy wysokich cenach energii), – wysoki poziom konkurencyjności przemysłu miedziowego, który powinien być wyzwaniem dla rozwoju przetwórstwa miedzi w regionie, – nowoczesne i efektywne przedsiębiorstwa działające w sektorze przetwórstwa aluminium, – nowoczesny rynek producentów szkła, – znaczne możliwości wykorzystania rodzimych surowców do produkcji tworzyw metalicznych, sztucznych i ceramicznych, – wysokie ceny energii.

Sektory pokrewne i wspierające	– duże uzależnienie od rozwoju sektora energetycznego i usług ICT, – konieczność intensyfikacji działań w obszarze automatyzacji i cyfryzacji produkcji, – neutralność klimatyczna i zielona rewolucja jako wyznaczniki przyszłego rozwoju obszaru technologicznego, – dynamiczny rozwój Przemysłu 4.0.
--------------------------------	--

Podsumowanie analizy z wykorzystaniem podejścia w aspekcie czterech elementów oceny atrakcyjności technologii wymaga dokonania wartościowania z wykorzystaniem skali siedmiostopniowej oraz zestawienia na wykresie radarowym. Ocena została przypisana na ogólnej ocenie danej siły oddziaływania. Ocena siły według skali:

- 1) bardzo słaba,
- 2) słaba,
- 3) umiarkowanie słaba,
- 4) neutralna,
- 5) umiarkowanie znacząca,
- 6) znacząca,
- 7) bardzo znacząca.



Rys. 6.4. Ocena czterech elementów sił dla obszaru technologicznego

Konkludując, najsilniej oddziałującymi uwarunkowaniami na rozwój i atrakcyjność technologii są uwarunkowania popytowe, a w niewiele mniejszym stopniu oddziałują uwarunkowania podażowe. Konkurencyjność technologii oraz sektory pokrewne i wspierające mają umiarkowane znaczenie, ale z punktu widzenia strategicznego, stanowią nierozdzielalną część oceny atrakcyjności technologii.

Uwarunkowania rozwoju obszaru technologicznego – analiza PESTEL

Najbardziej ogólną wśród analiz otoczenia powszechnego jest analiza PEST, posiadająca również swoje rozwinięcia w postaci analizy PESTEL i STEEPLED (Gladden, 2017). Polega ona na identyfikacji czynników wpływających na organizację w ramach następujących obszarów:

- 1) polityczno-prawny (P),
- 2) ekonomiczny (E),
- 3) społeczny (S),
- 4) technologiczny,
- 5) środowiskowy (E),
- 6) prawny (L).

OTOCZENIE POLITYCZNO-PRAWNE

- **Polityka państwa wobec uruchomienia lub rozwinięcia produkcji**

Pierwszym obszarem otoczenia zewnętrznego warunkującym działalność opartą na technologiach produkcji metali, materiałów ceramicznych i tworzyw, jest obszar polityczno-prawny. Polityka gospodarcza, a w jej ramach polityka innowacyjna, obejmuje stworzenie dobrych warunków do prowadzenia działalności gospodarczej oraz stosowanie zachęt dotyczących podatków, opłat i wymagań w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej. Uruchomienie produkcji w Polsce, bez względu na stosowaną technologię, wymaga zgodności z przepisami:

- 1) Kodeksu pracy – wymagania w zakresie zatrudniania pracowników i warunków pracy,
- 2) przepisami BHP – najbardziej ogólne w tym zakresie jest Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przepisy szczegółowe, w szczególności Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy,
- 3) Ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności – wymagania techniczne dla urządzeń i systemów produkcyjnych,
- 4) Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn.

Zasady polityki w tym zakresie są wymagające dla przedsiębiorstw, nie stanowią jednak istotnej bariery rozwojowej. Należy również podkreślić, że regulacje dotyczące warunków pracy w Polsce i w UE są systematycznie rozbudowywane. Wzrasta świadomość przepisów i zasad BHP oraz ich roli w działalności produkcyjnej (CIOP). Podobnie polityka zgodności z wymaganiami technicznymi.

Znacznie bardziej na sektor przedsiębiorstw wpływa podniesienie płacy minimalnej: jej podwyższenie od 1 lipca 2024 r. do 4300 zł oznacza wzrost o 700 zł w stosunku do kwoty z 1 lipca 2023 r. (3600 zł), czyli o 19,4% (Serwis RP).

Wśród faktów, które wpływają na sferę przedsiębiorstw w obszarze podatków i finansów należy wymienić wprowadzony od 1 lipca 2024 r. obowiązek umieszczania e-faktur w bazie prowadzonej przez

fiskusa. Wdrożenie Krajowego Systemu e-Faktur (KSeF) to istotna zmiana dla firm, które dostosowują swoje procesy fakturowania do obowiązujących przepisów dotyczących elektronicznego przesyłania faktur i chcą skutecznie wdrożyć elektroniczny proces wystawiania, przesyłania i odbierania faktur.

Zarówno UE, jak i Polska, będąca jej członkiem, dążą do ograniczenia emisji dwutlenku węgla (CO₂) we wszelkich procesach, w tym w procesach emisyjnych.

Istotnym elementem wsparcia przedsiębiorstw produkcyjnych są programy oferujące finansowanie projektów badawczych i rozwojowych.

Można podsumować, że sytuacja polityczno-prawna charakteryzuje się stabilnością i rosnącymi wymaganiami dla sektora przedsiębiorstw w obszarze ekologii, warunków pracy i jakości, które niestety zmniejszają globalną konkurencyjność sektora.

OTOCZENIE EKONOMICZNE

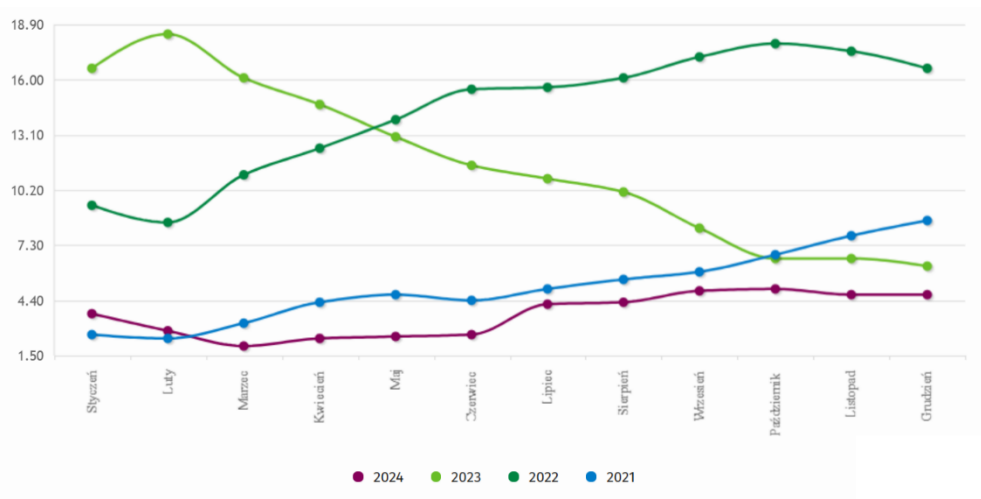
- **Stabilność sytuacji gospodarczej**

Wzrost gospodarczy, będący kluczowym miernikiem rozwoju gospodarki w Polsce, pod koniec 2024 r. był prognozowany na 3%, a w prognozach z początku 2025 r. jest określany w przedziale 2,7–2,9% (Biznes PAP, 2024). Po okresie pandemii, w której wzrost miał wartości minimalne: 7,8%, nastąpiły dwa lata dużego wzrostu 2021 r.: 12,3% i 2022 r.: 9,2%. Od tego czasu wzrost rok do roku spowolnił, przyjmując w drugim kwartale 2023 r. wartości ujemne (rys. 6.14). Na tym tle w 2024 r. występuje tendencja wzrostowa.



Rys. 6.14. Wzrost PKB Polski rok do roku w okresie 2018–2024⁹

Inflacja jako czynnik destabilizujący koniunkturę inwestycyjną była szczególnie dotkliwa w latach 2022–2023, w lutym 2023 r. odnotowano ponad 18,0% wartość wskaźnika wzrostu cen (CPI) (rys. 6.15). Od tego momentu wskaźnik inflacji maleje, nie przekraczając obecnie wartości 4%.



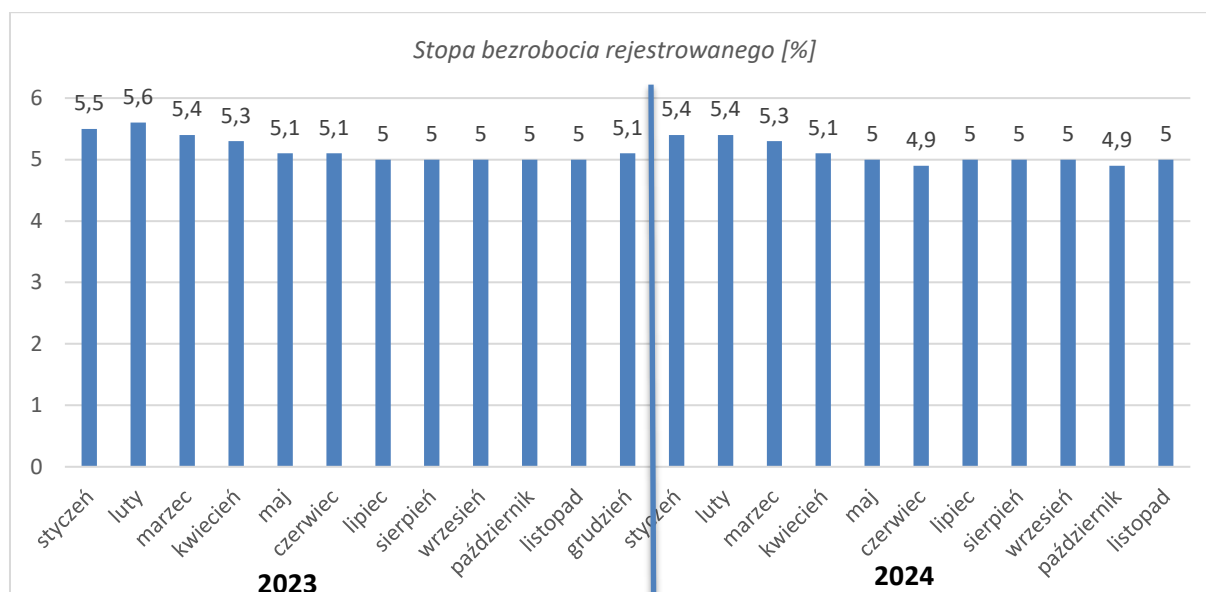
Rys. 6.15. Inflacja (wskaźnik CPI) [%] miesiąc do miesiąca roku poprzedniego w latach 2021–2022¹⁰

Bezrobocie w Polsce utrzymuje się na poziomie, który nie rodzi istotnych problemów społecznych i nie stanowi istotnej bariery rozwojowej dla sektora przedsiębiorstw. Jest to głównie bezrobocie

⁹ <https://www.bankier.pl/gospodarka/wskazniki-makroekonomiczne/pkb-rdr-pol> (dostęp 10.01.2025)

¹⁰ <https://stat.gov.pl/wykres/1.html> (dostęp: 10.01.2025)

strukturalne rejestrowane (ok. 5% – rys. 6.16), a dotyczy przede wszystkim osób o niskich kwalifikacjach. Zarówno w przemyśle, jak i w budownictwie od kilku lat brakuje pracowników, szczególnie specjalistów i osób wykwalifikowanych. W woj. śląskim stopa bezrobocia jest stosunkowo niska – w listopadzie 2024 r. wyniosła 3,5% i jest zróżnicowana w podregionach (np. podregion katowicki – 2,0%, podregion tyski – 2,2%, powiat częstochowski – 4,8%, podregion bytomski – 5,9%).



Rys. 6.16. Stopa bezrobocia w Polsce w latach 2023–2024¹¹

Sytuacja w eksporcie Polski jest dobra, od 2023 r. istotnie poprawia się. Wojna w Ukrainie, która stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa Polski, spowodowała również wzrost eksportu broni. Działami towarowymi, w których Polska odnotowuje najwyższą wartość wskaźnika ujawnionej przewagi komparatywnej (ang. *revealed comparative advantage*, RCA), są:

- tytoń i przemysłowe namiastki tytoniu (dział 24),
- broń i amunicja, ich części i akcesoria (dział 93),
- książki, gazety i pozostałe wyroby przemysłu poligraficznego (dział 49),
- przetwory z mięsa, ryb lub skorupiaków (dział 16),

¹¹ <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/bezrobocie-rejestrowane/stopa-bezrobocia-rejestrowanego-w-latach-1990-2024,4,1.html> (dostęp: 10.01.2025)

- mięso i podroby jadalne (dział 02) (PFR, 2024).

W ramach produkowanej i eksportowanej broni największe znaczenie miały:

- bomby, torpedy, miny, pociski oraz pozostała amunicja oraz granaty i ich części,
- broń artyleryjska (np. armaty, haubice i moździerze),
- wyrzutnie rakiet, miotacze ognia, granatniki, wyrzutnie torped i podobne miotacze.

Udział Ukrainy w eksporcie broni z Polski wyniósł w 2022 r. i 2023 r. odpowiednio 90,9% i 90,4%, w porównaniu do 17,8% z 2021 r. czy 3,3% z 2004 r. Eksport broni jest szczególnie istotny dla sektora produkcji i przetwarzania materiałów (metale, tworzywa, ceramika balistyczna).

OTOCZENIE SPOŁECZNE

- **Stale poprawiająca się sytuacja społeczna**

W Polsce, szczególnie w woj. śląskim, sytuacja społeczna jest stosunkowo dobra i systematycznie się poprawia. Wskaźniki dotyczące bezrobocia, włączenia społecznego, uzależnień oraz rozwiązywania problemów społecznych, ulegają stopniowej poprawie (Strategia, 2020). Wynika to nie tylko ze wzrostu dochodów sektora publicznego, który rozwiązuje problemy społeczne, ale przede wszystkim z polepszającej się jakości życia społeczeństwa. Jest to dobry czynnik wspierający rozwój cywilizacyjny regionu.

- **Dobrze wykształcona kadra techniczna średniego i wysokiego szczebla**

Ze względu na wysoki ogólny potencjał ludnościowy woj. śląskie posiada duże zasoby kadrowe w obszarze kwalifikacji pracowników średniego szczebla i inżynierów różnych specjalności. Należy jednak zaznaczyć, że specjalistów w zakresie materiałów na wyższym szczeblu kształci się w województwie za mało w stosunku do rzeczywistych potrzeb.

OTOCZENIE TECHNOLOGICZNE

Czynniki globalnego otoczenia technologicznego zostały odrębnie zidentyfikowane dla tworzyw metalicznych, tworzyw polimerowych oraz tworzyw ceramicznych.

- **Tworzywa metaliczne**

Nowoczesne technologie produkcji stali

Najnowocześniejsze technologie produkcji surowki (i stali ze złomu), jako podstawowego surowca do produkcji stali, polegają na wykorzystaniu wodoru jako paliwa i reduktora. Wśród wiodących technologii światowych na uwagę zasługują metody COREX i MIDREX. W procesie MIDREX, gaz bogaty w wodór (wytwarzany przez kraking gazu ziemnego) jest używany w piecu szybowym do redukcji rudy żelaza w stanie stałym. Produktem jest żelazo gąbczaste.

W procesie COREX używane są dwie jednostki. Na dole znajduje się topielnik-gazyfikator, w którym wstępnie zredukowane surowce są topione z węglem niekoksującym i tlenem. Gaz z tej jednostki unosi się do szybu wstępnej redukcji, w którym ruda żelaza/spieki/peletki oraz topniki są redukowane i podgrzewane (Böhm i in., 2013). Są to technologie, na których będą oparte linie produkcyjne, całkowicie wolne od wykorzystywania paliw kopalnych w produkcji surowki. Węgiel będzie używany jako reduktor w procesie wielkopieczowym. Pierwszą taką linię otworzyła w Hofors w Szwecji firma Ovako w 2023 r. (Ovako, 2024).

Druk 3D metali

Wdrożenie technologii przyrostowych, takich jak *selective laser melting* (SLM), pozwala na precyzyjną produkcję skomplikowanych komponentów ze stopów metali, co znajduje zastosowanie m.in. w medycynie i przemyśle morskim. Przykładem jest działalność Śląskiego Parku Technologii Medycznych, który opracowuje drukowane w 3D elementy medyczne z tytanu. Z kolei Instytut Metali Nieżelaznych (Sieć Badawcza Łukasiewicz) został nagrodzony Złotym Medalem na Międzynarodowych Targach Wynalazczości i Designu KIDE 2024 za innowacyjną technologię produkcji drutów do druku 3D oraz wysokowydajny proces *wire arc additive manufacturing* (WAAM), wykorzystywany m.in. do wytwarzania śrub okrętowych odpornych na korozję w środowisku morskim.

Innowacje w metalurgii proszkowej

Technologia ta pozwala na wytwarzanie zaawansowanych stopów metali i elementów o precyzyjnej strukturze, przy minimalnej ilości odpadów. Jest stosowana w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym, który jest silnie obecny na Śląsku. Przedsiębiorstwa w regionie wdrażają technologie metalurgii proszkowej do produkcji elementów konstrukcyjnych o wysokiej odporności.

Technologie energooszczędnego przetwórstwa stali

Zastosowanie pieców elektrycznych (ang. *electric arc furnace*, EAF) w hutnictwie znacząco minimalizuje emisję gazów cieplarnianych w porównaniu do tradycyjnych pieców opalanych koksem. Technologia EAF umożliwia recykling złomu stalowego, co zmniejsza zużycie surowców pierwotnych i ogranicza ślad węglowy procesu produkcyjnego. Dodatkowo, przy wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych, piece EAF mogą przyczynić się do dekarbonizacji przemysłu stalowego, wspierając bardziej zrównoważoną produkcję metali.

- **Tworzywa polimerowe**

Recykling chemiczny i mechaniczny polimerów

Nowoczesne technologie recyklingu umożliwiają odzyskiwanie i ponowne wykorzystywanie tworzyw sztucznych, takich jak PET i poliolefiny. Dzięki recyklingowi mechanicznemu i chemicznemu można ograniczyć ilość odpadów plastikowych oraz zmniejszyć zużycie surowców petrochemicznych. Szczególnie depolimeryzacja pozwala na rozkład odpadów na pierwotne monomery, co umożliwia ich ponowne wykorzystanie w produkcji wysokiej jakości nowych tworzyw, wspierając gospodarkę o obiegu zamkniętym i redukując negatywny wpływ plastiku na środowisko.

Produkcja polimerów biodegradowalnych

Nowoczesne technologie produkcji polimerów, takich jak PLA (kwas polimlekowy) i PHA (polihydroksyalkaniany), umożliwiają wytwarzanie biodegradowalnych materiałów z odnawialnych surowców. Centrum Badawczo-Rozwojowe Politechniki Śląskiej prowadzi badania nad ich zastosowaniem w przemyśle opakowaniowym i medycznym, dążąc do opracowania ekologicznych i funkcjonalnych rozwiązań.

Nowoczesne technologie wtrysku polimerów

Do produkcji precyzyjnych elementów z polimerów są wprowadzane technologie wtrysku wielokomponentowego (2K) oraz wtrysku mikrostruktur. Firmy motoryzacyjne wykorzystują nowoczesne wtryskarki do produkcji elementów z tworzyw konstrukcyjnych, co podnosi jakość produktów oraz redukuje ilość odpadów produkcyjnych.

Polimerowe ogniwa paliwowe

W technologiach polimerowych ogniw paliwowych kluczową rolę odgrywają membrany polimerowe. W kontekście rozwoju technologii wodorowych jest to jedna z istotnych technologii wykorzystujących tworzywa polimerowe.

- **Tworzywa ceramiczne**

Druk 3D ceramiki technicznej

Technologie addytywne umożliwiają precyzyjne wytwarzanie ceramicznych komponentów o skomplikowanej geometrii, takich jak implanty czy elementy układów elektronicznych. W tym obszarze Katedra Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej współpracuje z przemysłem, opracowując innowacyjne rozwiązania dla sektora medycznego.

Zaawansowane metody spiekania ceramiki

Technologie spiekania laserowego i mikrofal umożliwiają produkcję ceramiki o wysokich parametrach wytrzymałościowych.

Czynniki technologiczne wpływające na wszystkie rodzaje tworzyw (metalicznych, ceramicznych, polimerowych):

- **Postęp w inżynierii materiałowej i nanotechnologii**

Nowoczesne materiały obejmują odporne na korozję stopy o wysokiej wytrzymałości i małej masie, inteligentne i biodegradowalne polimery oraz wytrzymałą ceramikę. Ich rozwój wspierają badania prowadzone m.in. przez Instytut Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu Śląskiego oraz Laboratorium Nanotechnologii Politechniki Śląskiej.

- **Infrastruktura przemysłowa**

Istniejące zakłady hutnicze, odlewnie i firmy specjalizujące się w obróbce metali są kluczowe dla rozwoju woj. śląskiego.

- **Wyspecjalizowana kadra**

Uczelnie woj. śląskiego oferują kierunki związane z inżynierią materiałową, nanotechnologią, metalurgią, inżynierią chemiczną, co sprzyja kształceniu specjalistów w dziedzinie tworzyw metalicznych, ceramicznych i polimerów.

- **Dostępność surowców i zasobów**

Woj. śląskie ma bogatą historię przemysłową, zwłaszcza w zakresie hutnictwa i metalurgii, co zapewnia łatwy dostęp do metali oraz infrastruktury produkcyjnej.

- **Silna współpraca między ośrodkami akademickimi, instytutami naukowymi i przemysłem**

Silne związki między przemysłem a instytucjami badawczymi przyspieszają transfer technologii w woj. śląskim.

- **Regionalne programy**

Są realizowane liczne regionalne programy wspierające eksport zaawansowanych materiałów na rynki UE i pozaeuropejskie, np. InterGlobal – internacjonalizacja przedsiębiorstw z sektora MŚP z woj. śląskiego, Promocja eksportu i Internacjonalizacja śląskich MŚP.

OTOCZENIE ŚRODOWISKOWE

- **Emisja CO₂ i innych gazów cieplarnianych**

Produkcja metali, zwłaszcza w hutnictwie oraz przetwórstwie żelaza i aluminium jest jednym z głównych źródeł emisji CO₂, odpowiadając za 7–9% globalnej emisji. Wysokotemperaturowe procesy redukcji rudy żelaza w piecach hutniczych opierają się na koksie, co prowadzi do znacznego uwalniania gazów cieplarnianych. Energochłonne technologie, takie jak wypalanie ceramiki w temperaturach powyżej 1200°C, zwiększają dodatkowo zużycie paliw kopalnych, głównie gazu ziemnego, co obciąża środowisko. Ograniczenie emisji wymaga modernizacji procesów oraz wdrażania bardziej zrównoważonych źródeł energii.

- **Efektywność energetyczna**

Rosnące wymogi w zakresie redukcji emisji CO₂ skłaniają producentów do opracowywania materiałów o niższym śladzie węglowym oraz poprawy efektywności procesów przetwórczych, a także

zastosowanie energooszczędnych technologii wypału ceramiki czy topienia metali oraz stosowanie recyklingu tworzyw polimerowych i złomu metalicznego.

- **Zużycie surowców mineralnych, energii elektrycznej i paliw kopalnych**

Produkcja metali jest wysoko energochłonna, a w regionach opartych na energetyce węglowej przyczynia się do znacznego obciążenia środowiska przez wysoką emisję CO₂. Eksploatacja surowców, takich jak glina i minerały, prowadzi także do degradacji ekosystemów, zwłaszcza w wyniku eksploatacji odkrywkowej, która niszczy krajobraz, degraduje glebę i wpływa niekorzystnie na lokalne zasoby wodne. Minimalizacja tych negatywnych skutków wymaga wdrażania bardziej zrównoważonych technologii produkcji oraz efektywnego zarządzania zasobami naturalnymi.

- **Kwestia odpadów**

Produkcja metali i ceramiki generuje znaczne ilości odpadów, takich jak wióry metalowe i odpady hutnicze, co wymaga nowoczesnych metod recyklingu. Coraz większy nacisk kładzie się na odzyskiwanie metali szlachetnych z odpadów przemysłowych, co pozwala na ich ponowne wykorzystanie i redukcję strat surowców. Recykling odpadów ceramicznych stanowi wyzwanie ze względu na ich złożoną strukturę chemiczną, jednak innowacyjne technologie umożliwiają ich ponowne wykorzystanie do produkcji materiałów budowlanych, takich jak cement i kruszywa, co przyczynia się do ograniczenia ilości odpadów i zmniejszenia wpływu na środowisko.

- **Rozwój technologii zrównoważonych (recykling, technologie biopolimerowe, metody energooszczędne)**

Metale charakteryzuje wysoka zdolność do recyklingu, co znacząco redukuje zużycie energii, np. recykling aluminium wymaga jedynie 5% energii potrzebnej do jego pierwotnej produkcji. Zaawansowane technologie laserowe i separacyjne umożliwiają skuteczny odzysk metali z odpadów elektronicznych, takich jak urządzenia IT czy akumulatory samochodów elektrycznych. W przeciwieństwie do metali, tylko 9% światowych odpadów plastikowych jest efektywnie przetwarzanych, ponieważ większość tworzyw nie nadaje się do recyklingu mechanicznego. Alternatywą jest recykling chemiczny (depolimeryzacja), który rozkłada odpady na pierwotne monomery, umożliwiając ich ponowne wykorzystanie do produkcji nowych materiałów.

- **Zanieczyszczenie tworzywami sztucznymi**

Produkcja polimerów jest ściśle powiązana z problemem zanieczyszczenia plastikiem, który stanowi jedno z największych wyzwań ekologicznych. Tworzywa takie jak PET, polietylen i polipropylen są trudne do utylizacji i przyczyniają się do zanieczyszczenia oceanów oraz gleby, a mikroplastik przenika do łańcuchów pokarmowych, wywołując negatywne skutki zdrowotne dla ludzi i zwierząt. Dodatkowo eksploatacja gliny i surowców mineralnych prowadzi do degradacji środowiska, szczególnie w wyniku eksploatacji odkrywkowej. Przemysł generuje także zanieczyszczenia pyłowe i toksyczne, w tym tlenki metali (np. żelaza) oraz odpady zawierające metale ciężkie (np. ołów, kadm), które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i ekosystemów. Dodatkowo źródła surowców wykorzystywanych w przemyśle petrochemicznym do produkcji polimerów powodują zanieczyszczenia wody oraz emisje powstające podczas ich wydobywania i przetwarzania, co zwiększa negatywny wpływ na środowisko.

- **Zależność od ropy naftowej**

Wiele polimerów wytwarzanych jest z surowców petrochemicznych, co wiąże się z wysoką emisją gazów cieplarnianych oraz uzależnieniem od nieodnawialnych źródeł energii.

- **Ograniczona biodegradowalność**

Ograniczona biodegradowalność wymusza konieczność opracowania alternatywnych polimerów biodegradowalnych i technologii przetwarzania bioplastików.

- **Degradacja terenów**

Produkcja ceramiki wymaga gliny, kaolinu i innych minerałów, których wydobywanie może powodować degradację środowiska i niszczenie lokalnych ekosystemów.

- **Programy wsparcia**

Przykładem programu wsparcia jest program „Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027”, którego celem jest m.in. pomoc przedsiębiorstwom w zwiększaniu konkurencyjności i innowacyjności, zwłaszcza w kontekście zielonej transformacji i efektywnego gospodarowania zasobami.

OTOCZENIE PRAWNE

- **Normy jakościowe i techniczne**

W przemyśle hutniczym oraz sektorze obróbki metali kluczowe znaczenie mają międzynarodowe standardy techniczne, takie jak **PN-EN ISO 9001**, które określają wymagania dotyczące systemów zarządzania jakością. Przepisy Unii Europejskiej, obejmujące m.in. regulacje dotyczące produkcji stali niskowęglowej oraz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, wymuszają stosowanie nowoczesnych technologii produkcyjnych, takich jak **piece łukowe**. W sektorze produkcji polimerów oraz ceramiki technicznej obowiązują liczne certyfikacje przemysłowe oraz normy jakościowe. Ich przestrzeganie jest szczególnie istotne w branżach o wysokich wymaganiach technologicznych, takich jak **motoryzacja** czy **medycyna**. W przemyśle motoryzacyjnym kluczową rolę odgrywa norma **IATF 16949**, natomiast w sektorze medycznym istotne są wymagania określone w normie **ISO 13485**, dotyczącej wyrobów medycznych.

- **Patenty i własność intelektualna**

Regulacje dotyczące patentów i własności intelektualnej odgrywają kluczową rolę w zapewnianiu ochrony innowacji oraz wspieraniu rozwoju przedsiębiorstw. Ochrona własności intelektualnej, w tym patenty i licencje na technologie, stanowią podstawę komercjalizacji wynalazków i ich wykorzystania na rynku. Istnieje jednak ryzyko naruszeń praw własności intelektualnej, takie jak kopiowanie technologii, w tym procesów przetwórstwa polimerów, co może wpłynąć na decyzje inwestycyjne w określonych regionach. W tym kontekście istotne jest wsparcie ze strony centrów transferu technologii, które pomagają firmom w uzyskiwaniu ochrony patentowej oraz licencjonowaniu innowacyjnych technologii, co zapewnia im bezpieczeństwo prawne i ułatwia dalszy rozwój.

- **Ochrona środowiska i przepisy związane z gospodarką o obiegu zamkniętym**

Przepisy Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska i gospodarki o obiegu zamkniętym nakładają na przedsiębiorstwa szereg wymagań dotyczących recyklingu, emisji gazów cieplarnianych, zarządzania odpadami oraz efektywności energetycznej. Dyrektywa WEE zobowiązuje do stosowania technologii umożliwiających recykling metali, tworzyw polimerowych i ceramiki, co wpływa na strategię produkcyjną w przemyśle. Równocześnie rozporządzenie REACH wymaga stosowania bezpiecznych substancji chemicznych, co przekłada się na rozwój technologii syntezy polimerów i procesów ceramicznych. W kontekście redukcji emisji gazów cieplarnianych prawo nakłada obowiązek wdrażania energooszczędnych procesów produkcji, takich jak kucie metali w wysokich temperaturach przy minimalnym zużyciu energii. Szczególnym nadzorem środowiskowym jest objęty Śląsk, gdzie Program Ochrony Powietrza wymusza ograniczenie emisji pyłów i gazów cieplarnianych zgodnie z

normami BAT, co z kolei skłania zakłady przemysłowe do inwestowania w nowoczesne technologie przetwarzania metali i recyklingu polimerów. Odpowiedzialne zarządzanie odpadami, regulowane m.in. przez ustawę o odpadach (Dz.U. 2021 poz. 779) oraz dyrektywę (UE) 2019/904, prowadzi do wdrażania innowacyjnych rozwiązań, takich jak przetwarzanie odpadów ceramicznych na nowe produkty, np. cegły budowlane. Dodatkowo przedsiębiorstwa zobowiązane są do przeprowadzania audytów energetycznych oraz wdrażania systemów zarządzania energią zgodnych z normą ISO 50001, co ma szczególne znaczenie w energochłonnych sektorach, takich jak produkcja metali i ceramiki.

- **Przepisy BHP i ergonomia pracy**

W sektorze produkcji i przetwarzania materiałów kluczowe znaczenie mają szkolenia i certyfikacje BHP, szczególnie dla operatorów zaawansowanych technologii, takich jak spawanie laserowe metali czy obsługa drukarek 3D do ceramiki. Ochrona pracowników przed zagrożeniami chemicznymi wymaga wdrażania systemów filtracji i monitorowania, zgodnie z regulacjami, takimi jak dyrektywa 2004/37/WE, dyrektywa 98/24/WE oraz normami dotyczącymi najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) i natężeń (NDN). Dyrektywa maszynowa (2006/42/WE) nakłada obowiązek stosowania bezpiecznych maszyn i narzędzi w produkcji i przetwórstwie materiałów. W przypadku przetwórstwa ceramiki dodatkowe wymogi obejmują stosowanie systemów odciągu pyłów, zgodnych z unijnymi normami dotyczącymi środowiska pracy, co minimalizuje narażenie na szkodliwe substancje.

- **Regulacje związane z handlem międzynarodowym**

Przepisy dotyczące ceł i ograniczeń eksportowych mogą znacząco wpływać na handel zaawansowanymi technologiami w sektorze materiałowym. Restrykcje obejmują m.in. eksport technologii przetwarzania metali (np. stali specjalnej) oraz ceramiki technicznej (np. cermetystosowane w technice wojskowej). Przykładem są taryfy celne na stal i aluminium wprowadzone w ramach Section 232 w USA, które regulują eksport tych surowców. Dodatkowo, zgodność z przepisami lokalnymi jest kluczowa w międzynarodowej produkcji, szczególnie w branży polimerów, gdzie przepisy prawne mogą się różnić od regulacji unijnych. Wymaga to dostosowania technologii oraz procesów produkcyjnych do lokalnych standardów i wymagań środowiskowych.

- **Ulgi podatkowe**

Firmy z branży materiałowej inwestujące w badania i rozwój mogą korzystać z preferencyjnych ulg podatkowych, takich jak ulga B + R oraz ulga IP Box. Ulga B + R pozwala na odliczenie dodatkowych

kosztów kwalifikowanych związanych z działalnością badawczo-rozwojową, np. wydatków na prace koncepcyjne nad nowymi materiałami. Przykładem wsparcia jest Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna (KSSE) oferująca ulgi podatkowe dla firm rozwijających innowacyjne technologie. Z kolei ulga IP Box umożliwia opodatkowanie dochodów z kwalifikowanych praw własności intelektualnej (np. patentów) preferencyjną stawką 5% CIT. Firmy opracowujące innowacyjne materiały chronione patentami, mogą dzięki temu zmniejszyć obciążenia podatkowe, co ma wpływ na rozwój technologiczny i konkurencyjność na rynku.

- **Programy wsparcia**

Są realizowane liczne programy wsparcia, np. „Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027”. Celem tego programu jest m.in. pomoc przedsiębiorstwom w podnoszeniu ich konkurencyjności i zwiększaniu innowacyjności, zwłaszcza w aspekcie zielonej transformacji i efektywnego gospodarowania zasobami.

- **Prawa konsumenckie**

Produkty końcowe w przemyśle materiałowym podlegają ścisłej kontroli bezpieczeństwa, szczególnie w sektorach, takich jak medycyna, motoryzacja i przemysł spożywczy. W przypadku implantów ceramicznych i elementów metalowych o wysokiej wytrzymałości obowiązują rygorystyczne normy zapewniające ich trwałość i bezpieczeństwo użytkowania. Materiały przeznaczone do kontaktu z żywnością, takie jak stal nierdzewna, muszą spełniać wymagania norm FDA (U.S. Food and Drug Administration w USA) i EFSA (Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności w UE), a polimery stosowane w opakowaniach podlegają regulacjom dotyczącym bezpieczeństwa, np. BPA-free. Produkty ceramiczne, np. naczynia kuchenne, muszą spełniać normy dotyczące odporności termicznej i testów na pękanie w wysokich temperaturach. Przepisy dotyczące etykietowania wymagają dodatkowo podania szczegółowych informacji o składzie materiałów, zwłaszcza w przypadku polimerów zawierających potencjalnie niebezpieczne substancje. Przejrzyste oznakowanie ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa konsumentów oraz zgodności z międzynarodowymi regulacjami dotyczącymi ochrony zdrowia i środowiska.

1.3. Ocena obszaru technologicznego – analiza SWOT

Czynniki przedstawione w analizie SWOT dla obszaru technologicznego produkcji i przetwarzania materiałów stanowią wypadkową analizy zarówno ilościowej, jak i jakościowej (tab. 6.10).

Tabela 6.9. Czynniki SWOT dla obszaru technologicznego produkcja i przetwarzanie materiałów

Silne strony		Słabe strony	
S1	Wieloletnie doświadczenie i tradycja w produkcji i przetwarzaniu materiałów w regionie	W1	Niewystarczające środki własne na rozwój, w tym na inwestycje technologiczne
S2	Dobre relacje z klientami – znajomość ich potrzeb i oczekiwań	W2	Relatywnie niski stopień wykorzystywania innowacji zewnętrznych
S3	Duże znaczenie sektora dla rynku pracy	W3	Kapitałochłonność i energochłonność technologii produkcji
S4	Wieloletnie doświadczenie we współpracy z jednostkami naukowymi	W4	Niski poziom zastosowania rozwiązań proekologicznych, stosowanie wielu technologii zagrażających środowisku
S5	Szeroka oferta produktów	W5	Konieczność wysokonakładowych inwestycji
S6	Wysoka świadomość znaczenia innowacji dla rozwoju przedsiębiorstw	W6	Wysokie koszty stałe
S7	Wsparcie finansowe rozwoju ze strony macierzystych grup kapitałowych	W7	Wyczerpująca się wykwalifikowana kadra i jej fluktuacja
S8	Postępująca poprawa jakości	W8	Małe własne zaplecze badawcze
S9	Postępująca poprawa ekologiczności stosowanych technologii	W9	Małe wykorzystanie innowacji tworzonej przez użytkownika (ang. <i>user-driven innovation</i>)
–	–	W10	Zróżnicowany poziom konkurencyjności i innowacyjności technologii produkcji i przetwarzania materiałów
–	–	W11	Dynamiczne zmiany w profilu kompetencji i umiejętności pracowników sektora

–	–	W12	Stosunkowo niski stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych
–	–	W13	Niska rentowność sprzedaży wyrobów stalowych
Szanse		Zagrożenia	
O1	Wzrastający popyt na innowacyjne materiały w wielu segmentach rynku	T1	Nasilająca się konkurencja globalna
O2	Znaczny udział woj. śląskiego w krajowej produkcji sprzedanej w rodzajach produkcji ściśle związanych z obszarem produkcji i przetwarzania materiałów	T2	Niestabilne ceny komponentów i surowców
O3	Relatywnie szybki zwrot z inwestycji (zwłaszcza w obszarze przetwórstwa)	T3	Wprowadzanie tańszych substytutów kosztem jakości, trwałości i ekologii
O4	Dostęp do środków unijnych na inwestycje proekologiczne i energooszczędne	T4	Niedostateczna aktywność otoczenia biznesu dla wsparcia wdrażania innowacji
O5	Robotyzacja i automatyzacja procesów	T5	Nieatrakcyjne instrumenty zewnętrznego finansowania
O6	Nearshoring – pozyskiwanie dostawców w krajach ościennych	T6	Oslabienie koniunktury gospodarczej w Polsce i na świecie
O7	Dynamiczny rozwój sektorów pokrewnych i wspierających, szczególnie w obszarze AI, zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa	T7	Pogarszająca się sytuacja na rynku pracy
O8	Konflikty zbrojne dynamizujące rozwój rynku produkcji i przetwarzania materiałów	T8	Niewystarczający rozwój pracowników
O9	Dostęp do globalnych zasobów technologii i wiedzy	T9	Zagrożenie zakłócenia łańcuchów dostaw spowodowane konfliktami zbrojnymi
O10	Szeroka oferta badawcza w skali potencjału krajowego i zagranicznego	T10	Ograniczenia w pozyskiwaniu środków na modernizację technologii posiadających ślad węglowy
O11	Nowe technologie produkcji stali wykorzystujące wodór	T11	Wysoki poziom cen energii elektrycznej i gazu

O12	Wzrost popytu na tworzywa dzięki środkom z KPO	–	–
-----	--	---	---

Podsumowanie analizy SWOT

Wyzwania wskazane w oparciu o analizę SWOT wraz z propozycją działań podano w tabeli 6.11.

Tabela 6.10. Identyfikacja wyzwań i działań

Wyzwanie	Odpowiedź	Propozycje działań
Zielona rewolucja (dla wzmocnienia potencjału)	• S6 • S9 • W4 • O4 • O11 • T3 • T10	– inwestycje ekologiczne przynoszące długookresowe korzyści – intensyfikacja działań w kierunku produkcji „zielonej stali” – wykorzystanie wodoru w procesie produkcji stali i wytwarzania oraz magazynowania energii elektrycznej i wodoru – wspomaganie finansowania rozwoju technologii zielonego wodoru w produkcji
Neutralność klimatyczna	• S6 • W3 • O7 • O9 • O11 • T10 • T11	– zwiększenie przetwórstwa miedzi w kontekście dynamicznie rozwijających się rynków energetyki odnawialnej, motoryzacji i AI – doskonalenie logistyki recyklingu złomu metali – wspomaganie rozwoju technologii polimerowych ogni w paliwowych – koncentracja na recyklingu tworzyw sztucznych – rozwój produkcji i zastosowania opakowań szklanych
Obniżenie energochłonności i materiałochłonności	• W3 • W4 • O4 • O5	– obniżenie i energo- i materiałochłonności jako imperatyw działań w zakresie zmian technologicznych – wyspecjalizowane przetwórstwo stali – zwiększenie przetwórstwa miedzi w kontekście dynamicznie rozwijających się rynków energetyki odnawialnej, motoryzacji i AI

Wyzwanie	Odpowiedź	Propozycje działań
		– współpraca przedsiębiorstw w zakresie klastrów energii i innych rozwiązań obniżających koszty energii
Automatyzacja i cyfryzacja	• S8 • O5 • T8	– rozwój kompetencji w zakresie automatyzacji i cyfryzacji procesów – zmniejszenie luki cyfrowej i technologicznej między dużymi przedsiębiorstwami a MŚP – preferencje dla przedsiębiorców stosujących systemy zautomatyzowane i cyfrowe
Lokowanie i zrozumienie globalnego rynku	• S5 • W12 • T1	– internacjonalizacja przedsiębiorstw w obszarze technologii – budowa „nowego wizerunku współpracy” nauka-biznes w skali międzynarodowej – opracowanie i wdrożenie nowych systemów wsparcia dla współpracy nauka-biznes – Intensyfikacja wykorzystania zasobów globalnych i instrumentów gospodarki cyfrowej

Literatura

1. Krugman, P. R., (1979). Increasing Returns Monopolistic Competition and International Trade, „Journal of International Economics”, 9, 469–479.
2. Porter M. E. (1990): The Competitive Advantage of Nations. New York, Free Press.
3. Porter M. E. (1998): The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York, Free Press.
4. Akpinar M., Can Ö., Mermercioglu M. (2015): Determinants of Competitiveness in European Regions: A Test of the Emerald Model. International Journal of Transitions and Innovation Systems, Vol. 4(3-4), 114-130.
5. Sasson A., Reve T. (2012): Competitiveness as industrial attractiveness: Operationalizing the emerald model. Microeconomics of Competitiveness Research Workshop, December 10, Harvard Business School, Boston, MA.
6. Dohn K., Knop L., Kramarz M., Przybylska E. (2019): Transport intermodalny w kontekście rozwoju regionalnego. Toruń, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa. Dom Organizatora.

7. Abdelkader M., Petrik S., Nestler D., Fijalkowski M. (2024): Ceramics 3D Printing: A Comprehensive Overview and Applications, with Brief Insights into Industry and Market. *Ceramics*, Vol. 7(1), 68-85. <https://doi.org/10.3390/ceramics7010006>.
8. Aoki Y., Masuda H., Yoshida H. (2023): Formation of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-GdAlO}_3$ eutectic ceramics with a fine anisotropic structure in a flash event. *Journal of the American Ceramic Society*, Vol. 106(6), 3336-3342. <https://doi.org/10.1111/jace.19012>.
9. Balo F., Sua L. S. (2024): Green Composites in Aviation: Optimizing Natural Fiber and Polymer Selection for Sustainable Aircraft Cabin Materials. *Textiles*, Vol. 4(4), 561-581. <https://doi.org/10.3390/textiles4040033>.
10. Blakeslee J. J., Han E.-H., Lin Y., Lin J., Nath S., Zhang L., Li Z., Cornish K. (2024): Proteomic and Targeted Lipidomic Analyses of Fluid and Rigid Rubber Particle Membrane Domains in Guayule. *Plants*, Vol. 13(21), 2970. <https://doi.org/10.3390/plants13212970>.
11. Böhm Ch., Fritsch G., Sterrer W., Wurm J. (2013): COREX® + MIDREX an ideal concept for economic and environmental friendly steel production. 43rd Ironmaking and Raw Materials Seminar and 14th Brazilian Symposium on Iron Ore, São Paulo, 2013, <https://abmproceedings.com.br/en/article/download-pdf/corexr-midrex-an-ideal-concept-for-economic-and-environmental-friendly-steel-production> (dostęp: grudzień 2024).
12. Cerame Unie (2021). *Ceramic Roadmap To 2050*. The European Ceramic Industry Association. <https://www.ceramicroadmap2050.eu/> (dostęp 9.01.2025).
13. Chalamet, L., Rodney, D., Shibuta, Y., (2023). Coarse-grained molecular dynamic model for metallic materials, *Computational Materials Science*, Volume 228, <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2023.112306>.
14. Chen H., Fu Z., Chen D., Peng H., Li W., Meng Z., Fan Z. (2022): A unified sharp indentation method for obtaining stress-strain relations, strength and Vickers hardness of ductile metallic materials. *Materials Today Communications*, Vol. 33, 104652. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.104652>.
15. Chmelko, V., Margetin, M., Zetková, I., Norek, M., & Likavčan, F., (2024). Analysis of Static and Cyclic Properties of 316L and AlSi10Mg in Conventional Casting and Additive Manufacturing. *Materials*, 17(23), 5861, <https://doi.org/10.3390/ma17235861>.
16. Chung J.-K., Im J.-S., Park M.-S. (2023): Development of Photo-Polymerization-Type 3D Printer for High-Viscosity Ceramic Resin Using CNN-Based Surface Defect Detection. *Materials*, Vol. 16(13), 4734. <https://doi.org/10.3390/ma16134734>.
17. Cicero S. (2024): Assessment of structural materials containing notch-type defects: A comprehensive validation of the FAD-TCD methodology on metallic and non-metallic materials. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, Vol. 133, Part B, 104612. <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2024.104612>.

18. Clayton J. D., Casem D. T., Lloyd J. T., Retzlaff E. H. (2023): Toward Material Property Extraction from Dynamic Spherical Indentation Experiments on Hardening Polycrystalline Metals. *Metals*, Vol. 13(2), 276. <https://doi.org/10.3390/met13020276>.
19. Dong R.-Z., Fan Y., Bian J., Chen Z. (2025): Identification of Lighting Strike Damage and Prediction of Residual Strength of Carbon Fiber-Reinforced Polymer Laminates Using a Machine Learning Approach. *Polymers*, Vol. 17(2), 180. <https://doi.org/10.3390/polym17020180>.
20. Dzwierzynska, J., & Lechwar, P., (2024). Performance Assessment and Sustainable Applications of Steel Canopies with Saddle Modules. *Sustainability*, 16(24), 10980. <https://doi.org/10.3390/su162410980>.
21. Ekinci F., Asuroglu T., Acici K. (2023): Monte Carlo Simulation of TRIM Algorithm in Ceramic Biomaterial in Proton Therapy. *Materials*, Vol. 16(13), 4833. <https://doi.org/10.3390/ma16134833>.
22. Fiał, C., Pieknik, M., (2020). Druk 3D jako technologia przyszłości – część 1. *Technologia i Jakość Wytrobów* 65.
23. Gałko G., Sajdak M. (2022): Trends for the Thermal Degradation of Polymeric Materials: Analysis of Available Techniques, Issues, and Opportunities. *Applied Sciences*, Vol. 12(18), 9138. <https://doi.org/10.3390/app12189138>.
24. García-Rojas E., Leo P., Tapiador J., Martos C., Orcajo G., (2024): URJC-1: Stable and Efficient Catalyst for O-Arylation Cross-Coupling. *Nanomaterials*, Vol. 14(13), 1103. <https://doi.org/10.3390/nano14131103>.
25. Giniyatova S. G., Kozlovskiy A. L., Rspayev R. M., Borgekov D. B., Zdorovets M. V. (2023): Study of the Kinetics of Radiation Damage in CeO₂ Ceramics upon Irradiation with Heavy Ions. *Materials*, Vol. 16 (13), 4653. <https://doi.org/10.3390/ma16134653>.
26. Gladden M. E. (2017): From Strategic Analysis to Organizational Foresight. Indianapolis, Synthyption Business.
27. González-Angulo, E., Fernández-Estevan L., Casas-Terrón J., Senent-Vicente G., Fons-Badal C., García-Sala Bonmatí F., Agustín-Panadero R., Román-Rodríguez J. L. (2023): Microtensile Bond Strength of CAD-CAM Restorative Dental Material Blocks to Resin Cement: An In Vitro Study. *Materials*, Vol. 16(13), 4796. <https://doi.org/10.3390/ma16134796>.
28. Gruin I. (2003): *Materiały polimerowe*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
29. Su H., Zhang J., Yu J., Liu L., Fu H. (2011): Directional solidification and microstructural development of Al₂O₃/GdAlO₃ eutectic ceramic in situ composite under rapid growth conditions. *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 509(12), 4420-4425. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2011.01.107>.
30. Han J., Liu C., Bradford-Vialva R. L., Klosterman D. A., Cao L. (2023): Additive Manufacturing of Advanced Ceramics Using Pre ceramic Polymers. *Materials*, Vol. 16(13), 4636. <https://doi.org/10.3390/ma16134636>.

31. Hawryluk M., Polak S., Rychlik M., Barełkowski A., Jakuć J., Marzec J. (2024): Development and Implementation of Die Forging Technology Eliminating Flange Welding Operations in Conveyor Driver Forging. *Materials*, Vol. 17(13), 3281. <https://doi.org/10.3390/ma17133281>.
32. Hepler I. B., Davids W. G. (2024): Development of a Novel Beam-Based Finite-Element Approach for the Computationally Efficient Prediction of Residual Stresses and Displacements in Large 3D-Printed Polymer Parts. *Applied Sciences*, Vol. 14(19), 8834. <https://doi.org/10.3390/app14198834>.
33. Klepka T. (Red.) (2014). *Nowoczesne materiały polimerowe i ich przetwórstwo*. Cz. 1. Lublin, Politechnika Lubelska,.
34. Knöbl Y. J., Johnston L. M., Quílez-Alburquerque J., Orellana G. (2025): Luminescence Lifetime-Based Water Conductivity Sensing Using a Cationic Dextran-Supported Ru(II) Polypyridyl Complex. *Sensors*, Vol. 25(1), 121. <https://doi.org/10.3390/s25010121>.
35. Langlet R., Valentin R., Morard M., Raynaud C. D. (2024): Transitioning to Microplastic-Free Seed Coatings: Challenges and Solutions. *Polymers*, Vol. 16(14), 1969. <https://doi.org/10.3390/polym16141969>.
36. Lim, B., Aylmore, M., & Alorro, R. D., (2024). Technospheric Mining of Critical and Strategic Metals from Non-Ferrous Slags. *Metals*, 14(7), 804. <https://doi.org/10.3390/met14070804>.
37. Liu Y., Liu C., Qin X., Gan L., Zhou G., Jiang J., Zhang T., Chen H., Wang Z., Wang S. (2023): Fabrication and Luminescent Properties of Highly Transparent Er:Y₂O₃ Ceramics by Hot Pressing Sintering. *Materials*, Vol. 16(13), 4504. <https://doi.org/10.3390/ma16134504>.
38. Loukadakis V., Papaefthymiou S. (2024): Advancements in and Applications of Crystal Plasticity Modelling of Metallic Materials. *Crystals*, Vol. 14(10), 883. <https://doi.org/10.3390/cryst14100883>.
39. Lv S., Ge D., Cao S., Liu D., Zhang W., Li C.-H., Cabrera M. B. (2024): Proposal for a New Method for Evaluating Polymer-Modified Bitumen Fatigue and Self-Restoration Performances Considering the Whole Damage Characteristic Curve. *Polymers*, Vol. 16(19), 2782. <https://doi.org/10.3390/polym16192782>.
40. Mahbooba, Z., Thorsson, L., Unosson, M., Skoglund, P., West, H., Horn, T., Rock, C., Vogli, E., Harrysson, O., (2018). Additive manufacturing of an iron-based bulk metallic glass larger than the critical casting thickness. *Applied Materials Today*, Volume 11, 264-269, <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2018.02.011>.
41. Mahnicka-Goremikina L., Svinka R., Svinka V., Goremikins V., Ilic S., Grase L., Juhneveica I., Rundans M., Eiduks T. V., Pludons A. (2023): Porous Mullite Ceramic Modification with Nano-WO₃. *Materials*, Vol. 16(13), 4631. <https://doi.org/10.3390/ma16134631>.
42. Martin-Santos, E., Barbu, L. G., & Cruz, P., (2024). Damage and Failure Modeling of Composite Material Structures Using the Pam-Crash Code. *Mathematics*, 12(23), 3847. <https://doi.org/10.3390/math12233847>.

43. Matizamhuka W. R. (2018): Advanced ceramics – The new frontier in modern-day technology: Part I. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, Vol. 118(7), 757-763.
44. Pedregal Montes, A. I., Abeywickrama, J., Hoth, N., Grimmer, M., & Drebenstedt, C. (2021). Modeling of Ion Exchange Processes to Optimize Metal Removal from Complex Mine Water Matrices. Water, 13(21), 3109. <https://doi.org/10.3390/w13213109>.
45. Salvati E. (2024): Evaluating fatigue onset in metallic materials: Problem, current focus and future perspectives. International Journal of Fatigue, Vol. 188, 108487. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2024.108487>.
46. Sawlan Z., Scavino M., Tempone R. (2024): Modeling Metallic Fatigue Data Using the Birnbaum-Saunders Distribution. Metals, Vol. 14(5), 508. <https://doi.org/10.3390/met14050508>.
47. Singh, A., Rangarajan, S., Choobineh, L., Sammakia, B., (2025). Experimental investigation and comparative analysis of organic and metallic phase change materials using thermal Ragone plots, Applied Thermal Engineering, Volume 262, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.125265>.
48. Sokołowski P., Łubiński J., Wierzba P., Czubek J., Miluski P., Janiak F., Guan S., Szczerska M. (2025): Polymer Materials for U-Shaped Optic Fiber Sensors: A Review. Photonics, Vol. 12(1), 56. <https://doi.org/10.3390/photonics12010056>.
49. Stankiewicz A., Bojanowska M. (2025): Optimal Choice of the Regularization Parameter for Direct Identification of Polymers Relaxation Time and Frequency Spectra. Polymers, Vol. 17(1), 31. <https://doi.org/10.3390/polym17010031>.
50. Szewczak A., Łagód G. (2024): Experimental Research on the Possibility of Changing the Adhesion of Epoxy Glue to Concrete. Materials, Vol. 17(22), 5398. <https://doi.org/10.3390/ma17225398>.
51. Tatarczak J., Krzysiak Z., Samociuk W., Kaliniewicz Z., Krzywonos L. (2017): Przegląd nowoczesnych technologii druku 3D obiektów metalowych. Mechanik, nr 7, 612-614. <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.7.89>.
52. Vergos V., Ganetsos T., Kantaros A., Theocharopoulos A., Yannikakis S. (2024): Color Changes of a Heat-Polymerized Polymethyl-Methacrylate (PMMA) and Two 3D-Printed Denture Base Resin Materials Exposed to Staining Solutions: An In Vitro Spectrophotometric Study. Applied Sciences, Vol. 14(24), 11548. <https://doi.org/10.3390/app142411548>.
53. Wan, M., Li, F., Yao, K., Song, G., & Fan, X., (2023). Theory, Method and Practice of Metal Deformation Instability: A Review. Materials, 16(7), 2667. <https://doi.org/10.3390/ma16072667>.
54. Wang, W., Zhang, J., Wilcox, P.D., (2025). Metallic material microstructure grain size measurements from backscattering signals in ultrasonic array data sets, NDT & E International, Volume 149, <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2024.103251>.

55. Wang, Y., Yang, L., Qian, B., Wang, Y., Wu, Z., Wu, J., Jia, Y., You, Z., (2025). Mitochondria-inspired general strategy simultaneously enhances contradictory properties of commercial polymers, *Materials Today*, <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2024.12.005>.
56. Wu K. Y., Qian S. Y., Faucher A., Tran S. D. (2024): Advancements in Hydrogels for Corneal Healing and Tissue Engineering. *Gels*, Vol. 10(10), 662. <https://doi.org/10.3390/gels10100662>.
57. Zhang, J., Zhang, C., Li, Y., Zhao, M., Wang, B., (2024). Fracture toughness testing of metallic materials based on scratch tests, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, Volume 131, <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2024.104393>.
58. Zhang, O. L., Niu, J. Y., Yin, I. X., Yu, O. Y., Mei, M. L., & Chu, C. H., (2023). Bioactive Materials for Caries Management: A Literature Review. *Dentistry Journal*, 11(3), 59. <https://doi.org/10.3390/dj11030059>.
59. Zhong, J., Yang, M., He, X., Guan, K., Yu, B., He, Z., (2025). Improved approaches for small punch test to estimate the yield and ultimate tensile strength of metallic materials, *Journal of Nuclear Materials*, Volume 604, <https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2024.155490>.
60. Zuev Y. F., Derkach S. R., Lunev I. V., Nikiforova A. A., Klimovitskaya M. A., Bogdanova L. R., Skvortsova P. V., Kurbanov R. K., Kazantseva M. A., Zueva O. S. (2024): Water as a Structural Marker in Gelatin Hydrogels with Different Cross-Linking Nature. *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 25(21), 11738. <https://doi.org/10.3390/ijms252111738>.

Polityka (2021): Polityka Przemysłowa Polski. Warszawa, Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii.

1. Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa śląskiego.
2. Program Rozwoju Technologii Województwa Śląskiego na lata 2019–2030.
3. Regionalna Strategia Innowacji Województwa Śląskiego 2030 – Inteligentne Śląskie. Katowice, Zarząd Województwa Śląskiego, 2021.
4. Narodowy System innowacyjności. Szanse i wyzwania. MEN, 2022
5. Społeczeństwo informacyjne w Polsce w 2024 roku, Warszawa GUS.
6. Strategia produktywności 2030. MRiT, 2022.
7. Polityka (2024): Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce 2025–2030. Sekcja ds. Aktualizacji polityki rozwoju sztucznej inteligencji. Warszawa, Ministerstwo Cyfryzacji. <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/ekspertyza-ws-aktualizacji-polityki-ai-w-polsce>.
8. POLITYKA ROZWOJU GOSPODARCZEGO WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO 2030. Województwo Śląskie.
9. Strategia (2020): Strategia Polityki Społecznej Województwa Śląskiego na lata 2020-2030, <https://www.slaskie.pl/content/strategia-polityki-spoecznej-wojewodztwa-slaskiego> (dostęp: 1.10.2024).

1. Bukowski M., Bocian K. (2024): Przemysł stalowy w Polsce: Analiza sektora, wyzwania, wizja przyszłości. Warszawa, WiseEuropa.
2. European Bank (2014): Sub-sectoral Environmental and Social Guideline: Glass Manufacturing. European Bank for Reconstruction and Development, <https://www.ebrd.com/documents/environment/glass-manufacturing.pdf> (dostęp: 5.01.2025).
3. EFF (2023): Raport EFF. European Foundry Federation
4. Gospodarka materiałowa w 2023 r. Analizy statystyczne. GUS, 2024.
5. Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2023 r. Analizy statystyczne. GUS, 2024.
6. Jęcz J. (2024): Pięć wyzwań cyfrowych dla Unii Europejskiej na lata 2024-2029. Polityka INSIGHT, <https://www.politykainsight.pl/resource/multimedia/20360891>.
7. Rozwój regionalny Polski – raport analityczny 2022. Analizy statystyczne. GUS, 2023.
8. Rozwój regionalny Polski – raport analityczny 2023. Analizy statystyczne. GUS, 2024.
9. Plastics Europe (2024): Branża tworzyw sztucznych: Raport Fundacji Plastics Europe Polska 2024, <https://plasticseurope.org/pl/wp-content/uploads/sites/7/2024/09/Raport-roczny-Fundacji-PlasticsEurope-Polska.pdf> (dostęp: 30.01.2025).
10. Start-up (2023): Wstępna diagnoza śląskiego ekosystemu startupowego. Silesian Startup Foundation, Co.brick.
11. Produkcji wyrobów przemysłowych w latach 2019–2023.
12. Instytutu Fundacja Technologii Informatycznych i Innowacji (ITIF).
13. Siemens Financial Services (2023): Defining Sustainability: How machine builders are leveraging finance to respond to manufacturers' demands for sustainability-enabling technology and equipment. Munich, Siemens Financial Services, <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:74838313-0f74-471c-a047-1d6b6724e9be/SFS-whitepaper-Defining-Sustainability-Machine-Builders-Whitepaper-FINAL.pdf> (dostęp: 30-01-2025).
14. UMWS (2024): Raport o stanie województwa za 2023 rok. Katowice, Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego.
15. European Bank of Reconstruction and Development: Sub-sectoral Environmental and Social Guideline: Glass Manufacturing, 2014.
16. KPK (2025): Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, <https://www.kpk.gov.pl/analizy-i-statystyki> (dostęp: 5.01.2025).
17. Plastics Europe (2023): Branża tworzyw sztucznych: Raport Fundacji Plastics Europe Polska 2023, https://plasticseurope.org/pl/wp-content/uploads/sites/7/2023/09/Raport-Roczny-PlasticsEurope-Polska-2023_.pdf (dostęp: 30.01.2025).

18. GUS (2024): Przemysł – wyniki działalności w 2023 roku. Warszawa, Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/przemysl/przemysl-wyniki-dzialalnosci-w-2023-roku,9,7.html?pdf=1> (dostęp: 30.01.2025).
19. Związek Pracodawców Polskie Szkło, Raport 2024.
20. BiznesRadar, wyniki finansowe przedsiębiorstw. Dostęp online: <https://www.biznesradar.pl/raporty-finansowe-> (dostęp: 30.01.2025).
21. NS Raport (2024): Rynek aluminium w Polsce 2024: Raport, https://www.aluminiumpolska.pl/wp-content/uploads/2025/05/RAPORT_ALU.pdf (dostęp: 30.01.2025).
22. Polskie Stowarzyszenie Aluminium, <https://www.aluminiumpolska.pl/14/publikacje>, (dostęp: 30.01.2025).
23. Strony internetowe analizowanych przedsiębiorstw, uczelni, instytutów badawczych.
24. Biznes PAP (2024): Nie ma szans na 3-proc. wzrost PKB Polski w 2024 r., ale spowolnienie ma raczej charakter tymczasowy, <https://biznes.pap.pl/wiadomosci/gospodarka/nie-ma-szans-na-3-proc-wzrost-pkb-polski-w-2024-r-ale-spowolnienie-ma-raczej> (dostęp: 10.01.2025).
25. CIOP Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Wyniki badania poziomu świadomości i wiedzy na temat behawioralnych metod poprawy bezpieczeństwa pracy w małych, średnich i dużych przedsiębiorstwach. <https://m.ciop.pl>, (dostęp: 05.11.2024).
26. Ovako (2024): World's first fossil-free hydrogen plant revolutionizes steel, <https://www.ovako.com/en/about-ovako/worlds-first-fossil-free-hydrogen-plant-for-steel-heating/> (dostęp: 5.11.2024).
27. PFR (2024): Polska w międzynarodowym handlu towarowym 2024. Polski Fundusz Rozwoju, <https://pfr.pl/document/1756> (dostęp 10.10.2024).
28. Serwis Rzeczypospolitej Polskiej, <https://www.gov.pl/web/premier/min-stawka-godzinowa-2024>, (dostęp: 10.11.2024)
29. SOOIP, Kluczowe wnioski z badania Ośrodków Innowacji w Polsce 2024. Częstkowe wyniki. A. Bąkowski, M. Mażewska, J. Rudawska, A. Komarnicka, J. Szmigiel, W. Chwiałkowski, <https://www.sooipp.org.pl/prezentacja-czastkowych-wynikow-badania-osrodkow-innowacji>, (dostęp: 01.2025).

Lista podmiotów zaangażowanych w badanie

Uczelnie i jednostki badawcze

- Katedra Zarządzania, Wydział Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej

- Katedra Technologii Materiałowych, Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej
- Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach

Przedsiębiorcy

- Stalprodukt SA

Spis załączników

Załącznik 6.1. Lista realizowanych projektów z zakresu produkcji i przetwarzania materiałów

Uczelnie

1. Politechnika Śląska

Badacze z Politechniki Śląskiej posiadają bogate doświadczenie w zakresie syntezy polimerów przewodzących oraz związków skoniugowanych o małej masie cząsteczkowej. Ponadto zajmują się szczegółową charakterystyką fizykochemiczną polimerów, oligomerów i materiałów kompozytowych. Rozwój tych badań był możliwy m.in. dzięki współpracy prof. Mieczysława Łapkowskiego z laureatem Nagrody Nobla, prof. Alanem Heegerem.

Jednym z kluczowych obszarów działalności naukowców z Politechniki Śląskiej jest opracowywanie i analiza nowych materiałów organicznych przeznaczonych do zastosowań w optoelektronice i fotowoltaice, a także projektowanie oraz badanie urządzeń elektronicznych. W dziedzinie modelowania, analizy i produkcji sprzętu do elektroniki organicznej, zwłaszcza w zakresie technologii OLED (organicznych diod elektroluminescencyjnych), uczelnia odgrywa wiodącą rolę w kraju.

W ostatnich latach Politechnika Śląska była zaangażowana w realizację ponad 20 projektów krajowych oraz pełniła funkcję koordynatora czterech projektów unijnych związanych z elektroniką organiczną, co umocniło jej pozycję w Polsce jako lidera w tej specjalistycznej dziedzinie. Istotnym osiągnięciem badaczy tej uczelni było stworzenie innowacyjnych emiterów ekscypleksowych oraz zastosowanie ich w technologii OLED, w połączeniu z mechanizmem termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji. Dzięki tym sukcesom naukowcy uzyskali finansowanie z programu Horyzont

2020, co umożliwiło nawiązanie współpracy z prestiżowymi instytucjami akademickimi i firmami, takimi jak École Normale Supérieure w Paryżu, uniwersytet w Cambridge, Monash University, uniwersytet w Durham, uniwersytet w Osace czy National Taiwan University.

Elektronika organiczna stanowi obecnie jeden z najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów nauki, przyciągając uwagę globalnych koncernów technologicznych, takich jak Apple, LG czy Samsung. W Polsce to właśnie Politechnika Śląska prowadzi najszerze badania w tej dziedzinie, współpracując z renomowanymi firmami międzynarodowymi, w tym AIXTRON SE, Merck KGaA, Novald (Samsung) oraz Cynora.

Główne kierunki badań realizowanych na uczelni obejmują opracowywanie i zastosowanie materiałów o nowych właściwościach wynikających z ich nanorozmiarów. Do kluczowych zagadnień badawczych należy także rozwój nowoczesnych metod wytwarzania metali i ich stopów, innowacyjnych kompozytów na bazie lekkich metali, szkła metalicznego z dodatkiem pierwiastków ziem rzadkich oraz zaawansowanych powłok ochronnych, nanoszonych na materiały konstrukcyjne i narzędziowe. Istotnym obszarem działań jest również rozwój technologii laserowej i elektrochemicznej modyfikacji powierzchni stopów metali, gdzie Politechnika Śląska zajmuje pozycję lidera w kraju.

Badacze tej uczelni koncentrują się także na wykorzystaniu nanorurek węglowych, dążąc do ich szerokiego zastosowania w produktach codziennego użytku. W tym celu opracowano nowatorskie, bardziej wydajne i ekologiczne metody ich syntezy oraz wytwarzania struktur makroskopowych, takich jak włókna czy powłoki. Co istotne, jako pierwsi w Polsce, naukowcy Politechniki Śląskiej opracowali precyzyjne metody kontroli struktury nanomateriałów węglowych, umożliwiając ich dostosowanie do konkretnych zastosowań. Przewiduje się, że rozwiązania oparte na nanostrukturach węglowych odegrają kluczową rolę nie tylko w fotonice i elektronice, ale także w produkcji ultralekkich, a jednocześnie niezwykle wytrzymałych materiałów.

Ze względu na istotne osiągnięcia Politechniki Śląskiej w tej dziedzinie, powstało jedyne w kraju Polsko-Niemieckie Centrum Struktur Hybrydowych Lekkich. To nowoczesne laboratorium umożliwia wspólne badania polskich i niemieckich ekspertów nad innowacyjnymi materiałami hybrydowymi, które znajdują zastosowanie m.in. w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym. W projekcie uczestniczą m.in. samorząd Gliwic, Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, Federacja Firm Lotniczych Bielsko, Instytut Lekkiej Inżynierii i Technologii Polimerowej Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie oraz

Technische Universität Bergakademie Freiberg. Politechnika Śląska współpracuje także z globalnymi koncernami, takimi jak Pratt & Whitney Canada.

W przyszłości naukowcy tej uczelni planują zastosować opracowane przez siebie materiały ekscypleksowe w organicznych tranzystorach cienkowarstwowych oraz w wysokowydajnych organicznych generatorach termoelektrycznych. Rozwój technologii elektroniki organicznej, komplementarny do badań nad ultralekkimi materiałami, otwiera możliwości tworzenia zupełnie nowych, innowacyjnych rozwiązań i rynków, które obecnie są jeszcze nieznanne. Pionierskie technologie rozwijane przez naukowców Politechniki Śląskiej wykraczają poza obecny stan wiedzy, oferując szerokie perspektywy dla przyszłości nauki i materiałoznawstwa na skalę globalną.

Realizowane projekty:

- Katedra Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
- Projekt **Innoqptech**. Ideą projektu jest opracowanie nowych koncepcji technologicznych dla ultrawysokowytrzymałych i ciągliwych blach cienkich oraz grubych dla przemysłu motoryzacyjnego, wytworzonych z ekonomicznych stali średniomanganowych typu quenching and partitioning, łączących wysoką wytrzymałość, plastyczność, odporność na pękanie oraz wykazujących korzystne właściwości technologiczne o wysokim potencjale aplikacyjnym w przemyśle motoryzacyjnym.
- Projekt **3D-BioMg development of additively manufactured magnesium-based biodegradable scaffolds and implants for orthopaedic applications**. Przedmiotem projektu jest opracowanie nowego biodegradowalnego stopu magnezowo-cynkowo-cyrkonowego za pomocą nowatorskich metod, które łączą szybkie prototypowanie i obróbkę końcową w celu zastąpienia obecnie stosowanych implantów stałych. Osiągnięcie celów prezentowanego projektu będzie pierwszym krokiem do wdrożenia nowej generacji biodegradowalnych/bioresorbowalnych implantów/rusztowań ułatwiających procedury leczenia złamań kości/uszkodzeń kości, które są powszechnym zagrożeniem dla zdrowia społeczeństwa.
- Projekt **Podejście termodynamiczne w projektowaniu amorficznych, nanokrystalicznych i kwazikrystalicznych stopów na osnowie aluminium o zwiększonej wytrzymałości i odporności korozyjnej do zastosowań specjalnych**. Celem projektu jest projektowanie składu chemicznego stopów typu Al-Fe-(Cu,Cr,Zr,Ni,Y) umożliwiających wytworzenie próbek o strukturze amorficznej,

nanokrystalicznej i kwazikrystalicznej w oparciu o optymalizację parametrów termodynamicznych. Wybór tematu uzasadniony jest innowacyjnością, która wynika z potrzeby poszukiwania alternatywnych materiałów metalowych, których właściwości cieplne, mechaniczne i antykorozyjne można kształtować przez modyfikowanie ich struktury, zwłaszcza w zakresie nanostruktury. Zaproponowane w projekcie systemy stopowe na bazie aluminium zawierające takie dodatki, jak: Fe, Cu, Cr, Zr, Ni, Y, umożliwiają poprawę zdolności do zeszklenia lub uzyskania faz kwazikrystalicznych. W związku z tym zmiany składu chemicznego i struktury pozwalają na osiągnięcie znacznie większej wytrzymałości i odporności na korozję.

– Projekt **INNOTOCIP Innowacyjna technologia obróbki cieplnej i cieplno-plastycznej dla ultradrobnoziarnistych wysokowytrzymałych odkuwek ze stali wielofazowych**. Celem projektu jest opracowanie technologii obróbki cieplnej oraz cieplno-plastycznej dla odkuwek z ultradrobnoziarnistych, ekonomicznych stali wielofazowych łączących wysoką wytrzymałość i odporność na pękanie w warunkach obciążeń statycznych, dynamicznych oraz zmęczeniowych, o dużym potencjale aplikacyjnym w przemyśle motoryzacyjnym i maszynowym.

– Projekt **Poprawa właściwości stopów o wysokiej entropii przez projektowanie składu chemicznego, modelowanie mikrostruktury oraz wytwarzanie struktur komórkowych z wykorzystaniem technologii przyrostowych**. Projekt dotyczy uzyskania nowej klasy stopów stabilizowanych entropią (zwłaszcza stopów jednofazowych o wysokiej entropii i stopów wzmacnianych wydzieleniowo), o unikalnej strukturze zapewniającej dużą odporność korozyjną i wytrzymałość mechaniczną.

– Projekt **W kierunku określenia synergii wytrzymałości i ciągliwości: Nowa generacja heterogenicznych nanostrukturalnych stopów Al-Si – badania struktury, własności mechanicznych i mechanizmów odkształcenia plastycznego**. Proponowane w projekcie rozwiązanie obejmuje projektowanie/dostosowanie procesu obróbki cieplnej elementów wykonanych w technologii druku 3D w taki sposób, aby w jak największym stopniu zachować unikalną (metastabilną) niejednorodną mikrostrukturę, jednocześnie poprawiając wskaźniki ciągliwości.

– Projekt **Integracja zaawansowanych metod badawczych, obliczeniowych i obrazowania w celu synergicznego projektowania efektywnych strukturalnie proszków i materiałów w technologii**

przyrostowej. Projekt ma na celu opracowanie systematycznych zaawansowanych danych dla technologii druku 3D, integrujących badania i innowacje w zakresie projektowania materiałów, produkcji proszków, optymalizacji procesów i obróbki powierzchni, które są kluczowe dla zastosowań przemysłowych oraz w oparciu o system danych, opracowanie proszków i technologii drukowania dla zaawansowanych stopów metali, ze szczególnym naciskiem na kontrolę struktury i właściwości materiałów wytwarzanych w technologii addytywnej. Prace będą dotyczyły druku szerokiej grupy materiałów, w tym stali nierdzewnych (jednofazowych i dwufazowych typu duplex), stopów tytanu, aluminium i niklu oraz stopów magnezu.

– Projekt **i-Weld Integracja zaawansowanych metod badawczych, obliczeniowych oraz przetwarzania danych dla innowacji technologii spawania stali nierdzewnej typu duplex.**

W ramach podejmowanego projektu badawczego zostaną opracowane trzy unikatowe składy chemiczne stali. Zostanie opracowana innowacyjna, energooszczędna technologia obróbki cieplno-plastycznej oraz cieplnej, której celem jest wytworzenie ultradrobnoziarnistych struktur wielofazowych o dużej jednorodności morfologicznej, co pozwoli na uzyskanie odkuwek charakteryzujących się wysoką wytrzymałością, udurowieniem oraz odpornością na pękanie w zróżnicowanych warunkach obciążenia.

- Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii

– Projekt **Opracowanie technologii formowania anodowych powłok tlenkowych na stopach metali lekkich na drodze plazmowej obróbki elektrolitycznej w kierunku otrzymywania kompleksowych systemów zabezpieczenia powierzchni.** Metoda PEO (plazmowe utlenianie elektrolityczne) pozwala na formowanie grubych, ceramicznych warstw tlenkowych, które znacznie poprawiają właściwości mechaniczne (m.in. twardość) oraz odporność korozyjną stopów metali lekkich.

– Projekt **Technologia wytwarzania warstw hybrydowych na implantach tytanowych dedykowanych zwierzętom.** Projekt dotyczy funkcjonalizacji powierzchni metalowych za pomocą plazmowego utleniania elektrolitycznego. W wyniku tego typu obróbki powstają ceramiczne warstwy tlenkowe, które w zależności od zastosowanych warunków procesowych oraz metalu podłoża mogą utworzyć powierzchnię bioaktywną na tytanowych implantach weterynaryjnych lub służyć jako inteligentny system zabezpieczania konstrukcji z aluminium i magnezu.

– Projekt **Badania nad elektrodialitycznym odzyskiem wybranych hydrofilowych cieczy jonowych z roztworów poreakcyjnych**. Celem naukowym projektu jest zbadanie efektywności zastosowania elektrodializy do odzysku wybranych hydrofilowych cieczy jonowych z roztworów poreakcyjnych. Zasadniczym celem prowadzonych badań jest natomiast określenie wpływu wybranych parametrów elektrodializy na jej efektywność i na podstawie tego określenie podstaw umożliwiających rozwiązanie problemu odzysku cieczy jonowych z roztworów poreakcyjnych oraz z oczyszczania polimerów.

- Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów

– Projekt **W kierunku zerowej przerwy energetycznej i nadprzewodnikowych sprzężonych wielowymiarowych polimerów**. Głównym celem projektu jest synteza nowych monomerów (prekursorów polimerów), a następnie – polimerów o strukturze uporządkowanej w trzech wymiarach, charakteryzujących się występowaniem pasma wzbronionego o wartości zbliżonej do zera.

– Projekt **Systemy współdostarczania leków na bazie jonowych polimerów szczepionych transportujących aniony farmaceutyczne o działaniu przeciwbakteryjnym do zastosowań w terapii skojarzonej**.

– Projekt **Nowe wzorce koncentracji spinów dla spektroskopii Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego oparte na domieszkowanych polimerach π -skoniugowanych**.

– Projekt **Selektywnie degradujące nanocząstki polimerowe do transportu przezskórnego**.

– Projekt **Kopolimery szczepione siloksanów i polimerów skoniugowanych – nowe wielofunkcyjne materiały dla optoelektroniki organiczne**.

– Projekt **Elektroaktywne polimery jako powłoki odpowiednie do sterowania wzrostem biofilmu bakteryjnego**.

- Katedra Chemii Organicznej, Bioorganicznej i Biotechnologii

– Projekt **IoNanoFluids – hybrydy 'ciecz jonowa-nanowęgiel' jako superlubrykanty w metalowo-polimerowych węzłach tarcia**.

- Wydział Chemiczny

– Diamentowy Grant **Organiczne ogniwa Peltiera oparte na polimerach przewodzących.**

- Katedra Techniki Ciepłej i Katedra Ochrony Powietrza
- Projekt **uReCOMP Europejski recykling i obieg zamknięty materiałów pochodzących z dużych komponentów kompozytowych.** Głównym celem projektu jest zapewnienie zrównoważonych metod recyklingu i ponownego wykorzystania materiałów kompozytowych, pochodzących z komponentów wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu, takich jak aeronautyka i energetyka wiatrowa. EuReCOMP wypełnia istniejącą lukę w gospodarowaniu odpadami generowanymi przez usuwane FRP (materiały kompozytowe wykonane z polimerowej matrycy wzmocnionej włóknami – przyp. aut.) z sektora energetyki wiatrowej i aeronautyki.

2. Politechnika Częstochowska

Politechnika Częstochowska od wielu lat skutecznie realizuje liczne projekty finansowane zarówno z funduszy krajowych, jak i środków Unii Europejskiej. W roku akademickim 2022/2023 uczelnia prowadziła ponad 40 projektów wspieranych z różnych źródeł zewnętrznych. Wśród nich znalazły się inicjatywy współfinansowane przez Unię Europejską w ramach Funduszy Strukturalnych, takich jak PO WER (trzy projekty o łącznej wartości 15 mln zł) oraz PO IR (pięć projektów o wartości przekraczającej 950 mln zł). Ponadto uczelnia realizowała także projekty krajowe finansowane przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (15 projektów na kwotę 13 mln zł), Narodowe Centrum Nauki (osiem projektów o wartości 7 mln zł) oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

W ostatnich latach Politechnika Częstochowska aktywnie uczestniczyła w konkursach ogłaszanych przez Komisję Europejską w ramach Programu Horyzont Europa. W 2023 r. rozpoczęto realizację pierwszych projektów finansowanych z tego programu. Łączna kwota dofinansowania dla wszystkich projektów z udziałem uczelni w roku akademickim 2022/2023 wyniosła niemal miliard złotych.

Do kluczowych przedsięwzięć wpływających na rozwój uczelni należą m.in. Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Częstochowskiej – największy spośród realizowanych projektów, którego wartość wynosi 11 mln zł, a także projekt Politechnika Częstochowska uczelnią dostępną, opiewający na kwotę 4 107 497,11 zł.

Jednym z największych osiągnięć w roku akademickim 2022/2023 było uzyskanie dofinansowania na dwa projekty w ramach programu GOSPOSTRATEG, finansowanego przez NCBiR. Pierwszy z nich – Krajowy system automatycznego ważenia pojazdów w ruchu – ma wartość 7 622 205 zł, natomiast drugi – Kompleksowy system KUMITE-WSL do zarządzania transformacją energetyczną województwa śląskiego – otrzymał dofinansowanie w wysokości 5 846 657,50 zł.

Politechnika Częstochowska uzyskała także środki na dwa projekty w ramach konkursów ogłoszonych przez Narodowe Centrum Nauki. Pierwszy pt. Nowe trójskładnikowe związki wodorowane: wysokotemperaturowy stan nadprzewodzący w warunkach niskiego ciśnienia, został dofinansowany kwotą 1 352 680 zł. Drugi projekt – W kierunku wykorzystania przeciwpędu pierścieniowego wywołującego niestabilność globalną jako techniki aktywnej kontroli płomienia – uzyskał wsparcie w wysokości 257 200 zł.

Obecnie w trakcie oceny znajduje się 39 projektów o łącznej wartości dofinansowania wynoszącej 27 443 672,79 zł.

Realizowane projekty:

- Projekt **Innowacyjne kotwy montażowe wielokrotnego użytku do betonu o podwyższonych właściwościach mechanicznych i eksploatacyjnych**. Celem projektu jest innowacja produktowa w postaci kotew montażowych wielokrotnego użytku do betonu o podwyższonych właściwościach mechanicznych i eksploatacyjnych oraz innowacja procesowa polegająca na opracowaniu nowej metody wytwarzania znacząco ulepszanego produktu. Innowacja produktowa zostanie osiągnięta przez wprowadzenie innowacji procesowej polegającej na wytworzeniu kotew ze stali o wyższej zawartości węgla w procesach przeróbki plastycznej oraz poddaniu ich obróbce cieplno-chemicznej polegającej na nawęglaniu, hartowaniu i średnim odpuszczaniu (w zakresie 400–500°C), co umożliwi otrzymanie produktu o większej wartości R_m , przy jednocześnie wyższej plastyczności szczególnie dla rdzenia kotwy.
- Projekt **Opracowanie tekstronicznej maty higienicznej z systemem aktywnej redukcji mikrobiologicznej oraz funkcją grzewczą**. Celem projektu jest opracowanie maty do użytkowania w pozycji leżącej, wyposażonej w system aktywnej redukcji mikrobiologicznej drobnoustrojów (bakterie, grzyby, wirusy) znajdujących się na jej powierzchni i we wnętrzu, w oparciu o system

generujący promieniowanie UV-C, o długości fali 250–280 nm. Mata będzie kompozytem wykonanym z n-warstw dzianiny dystansowej 3D z wdzianymi w jej strukturę światłowodami z dedykowanym systemem ich połączenia i zasilania. Dodatkowo wyrób będzie zaopatrzony w elektroniczny system wykrywania zawilgocenia oraz elementy grzewcze. Rezultatem projektu będzie multiwariantowy wyrób rynkowy wraz z technologią jego wytwarzania, zgłoszony do ochrony patentowej, charakteryzujący się niespotykanymi na rynku rozwiązaniami zapewniającymi komfort użytkowania i bezpieczeństwo konserwacji.

– Projekt **Opracowanie technologii i uruchomienie produkcji niklowanych drutów spawalniczych o podwyższonej odporności na korozję**. Celem projektu jest opracowanie nowej w skali kraju technologii oraz uruchomienie produkcji drutów spawalniczych niklowanych, których zastosowanie pozwoli wyeliminować wady produkowanych obecnie drutów spawalniczych miedziowanych oraz drutów spawalniczych pokrywanych warstwami niemetalicznymi. Wprowadzenie nowego produktu na rynek umożliwi uniknięcie wad drutów spawalniczych miedziowanych, takich jak słaba przyczepność oraz złuszczenie się warstwy Cu, co powoduje przyspieszoną korozję drutów, zapychanie się urządzeń spawalniczych i ich niestabilną pracę oraz ograniczy wprowadzanie do stopów żelaza miedzi ze złomu. Nowy produkt będzie charakteryzował się większą odpornością na ścieranie i odpornością na uszkodzenia mechaniczne w stosunku do drutów spawalniczych pokrywanych warstwami niemetalicznymi.

– Projekt **Nowe technologie i materiały do kontroli promieniowania terahercowego**. Projekt dotyczy opracowania nowatorskich technologii i charakteryzacji materiałów, które mają być wykorzystane synergicznie do stworzenia zaawansowanych metod oraz technik kontroli promieniowania terahercowego. Międzynarodowy zespół specjalizujący się w syntezie materiałów i technice terahercowej kieruje swoje wysiłki na rozwój innowacyjnych technologii quasi-optycznych, które pomogą znaleźć rozwiązanie efektywnego wykorzystania dielektrycznych i półprzewodnikowych materiałów krystalicznych, w tym nanokompozytów i struktur współpłaszczyznowych oraz ich zastosowanie jako elementów funkcjonalnych w urządzeniach do kontroli promieniowania terahercowego, ostatecznie skupiając się na innowacyjnych produktach gotowych do wprowadzenia na rynek.

– Projekt **Innowacyjne technologie optyczne/quasi-optyczne oraz nanotechnologia materiałów anizotropowych do tworzenia aktywnych komórek z istotnie polepszoną wydajnością energetyczną.** Głównym celem projektu jest połączenie fundamentalnej wiedzy z zakresu optyki, krystalografii oraz materiałoznawstwa z inżynierią oraz technologią materiałową, czego efektem będą nowoczesne rozwiązania w zakresie optoelektroniki, w tym wysoko wydajne i energooszczędne komórki elektrooptyczne, akustooptyczne oraz nieliniowo-optyczne w zakresie fal optycznych oraz quasi-optycznych (subterahercowym).

3. Uniwersytet Bielsko-Bialski

Uniwersytet Bielsko-Bialski aktywnie uczestniczy w realizacji projektów badawczych i rozwojowych, finansowanych ze środków krajowych i unijnych. Informacje o obecnie podejmowanych inicjatywach uzyskano ze strony internetowej uczelni.

W 2024 r. Uniwersytet Bielsko-Bialski realizował sześć projektów badawczych i edukacyjnych finansowanych przez różne instytucje grantowe. Dwa z nich były wspierane przez Komisję Europejską, co potwierdza zaangażowanie uczelni w międzynarodowe przedsięwzięcia naukowe. Kolejne dwa projekty otrzymały dofinansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, co wskazuje na ich znaczenie dla innowacji i rozwoju technologicznego. Dodatkowo uczelnia prowadziła projekt finansowany przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA) oraz jedno badanie finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN).

W roku akademickim 2023/2024 Uniwersytet Bielsko-Bialski zrealizował dwa istotne projekty: jeden finansowany przez Komisję Europejską oraz drugi wspierany przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej. Udział w tego rodzaju inicjatywach świadczy o rosnącej pozycji uczelni w obszarze badań międzynarodowych oraz wymiany akademickiej.

Realizowane projekty:

- Projekt **Wysoko precyzyjne, hybrydowe centrum do druku 3D w pięciu osiach z synchroniczną obróbką frezarską drukowanych części.**
- Projekt **Gradientowe biomateriały wrażliwe na bodźce otrzymywane metodą druku 3D i 4D do regeneracji ubytków kostnochrzęstnych.**

– Projekt **Warstwowe implanty chrząstek i kości nosa wytwarzane metodą druku 3D.**

4. Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie

Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie aktywnie uczestniczy w realizacji projektów naukowych i badawczo-rozwojowych, pozyskując finansowanie zarówno z krajowych, jak i międzynarodowych źródeł. Poniżej przedstawione informacje uzyskano ze strony internetowej uczelni.

W 2024 r. Uniwersytet prowadził cztery projekty badawcze, w tym dwa finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) oraz dwa przez Narodowe Centrum Nauki (NCN). Świadczy to o znaczącym wkładzie uczelni w rozwój nowoczesnych technologii oraz badań podstawowych.

W 2023 r. uczelnia realizowała łącznie 13 projektów naukowych. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju dofinansowało jeden z nich, a aż siedem projektów uzyskało wsparcie z Narodowego Centrum Nauki. Pięć inicjatyw zostało natomiast sfinansowanych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN), co podkreśla szerokie spektrum działalności badawczej uniwersytetu w skali krajowej.

Realizowane projekty:

- Projekt **Zaawansowane metamateriały dedykowane do operacji sercowo-naczyniowych w celu zminimalizowania urazów tkanek.**
- Projekt **Opracowanie technologii wytwarzania metodą SPS martenzytycznej stali odpornej na korozję do zastosowań medycznych.**

5. Uniwersytet Śląski (Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach)

Uniwersytet Śląski w Katowicach aktywnie uczestniczy w realizacji projektów naukowych, edukacyjnych oraz badawczo-rozwojowych, przyczyniając się do rozwoju innowacyjnych rozwiązań i współpracy międzynarodowej. Dzięki zespołowi 20 doświadczonych pracowników zajmujących się składaniem i rozliczaniem projektów, uczelnia złożyła w 2023 r. 544 wnioski. Liczba obecnie podejmowanych inicjatyw o łącznej wartości przekraczającej 419 mln zł, wynosi 325.

W obszarze projektów edukacyjnych Uniwersytet Śląski realizuje 57 przedsięwzięć zarówno samodzielnie, jak i w ramach partnerstw krajowych i międzynarodowych. Wśród nich znajduje się 19 projektów finansowanych z Funduszy Strukturalnych Unii Europejskiej, 13 programów partnerskich w ramach ERASMUS+, 12 inicjatyw Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (NAWA) oraz 13 projektów finansowanych z innych źródeł. Uczelnia angażuje się ponadto w rozwój młodych badaczy przez realizację 16 doktoratów wdrożeniowych.

Jednym z najważniejszych obszarów działalności Uniwersytetu Śląskiego są projekty badawcze i badawczo-rozwojowe (B+R), których obecnie realizowanych jest 243. Spośród nich 207 finansowanych jest ze środków krajowych, takich jak Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN), pięć projektów wspiera Narodowa Agencja Wymiany Akademickiej, a 26 finansowanych jest ze źródeł zagranicznych, w tym w ramach programów Horyzont, IAEA, INTERREG, Funduszu Wyszehradzkiego, Polsko-Niemieckiej Fundacji na rzecz Nauki, JUSTICE, ERA-NET, Mechanizmu Norweskiego oraz Funduszy Strukturalnych UE. Dodatkowo uczelnia prowadzi pięć projektów badawczo-rozwojowych (B+R), finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR).

Oprócz projektów naukowych i edukacyjnych Uniwersytet Śląski podejmuje także działania inwestycyjne. W ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego 2014–2020 były prowadzone dwa projekty współfinansowane ze środków Funduszy Strukturalnych UE, mające na celu modernizację infrastruktury uczelnianej.

Realizowane projekty:

- Projekt **Nowe konstrukcje polimerowe do budowy ogniw fotowoltaicznych**. Zakres projektu obejmuje wytworzenie przewodzących kompozytów zawierających fazę rozproszoną w postaci polimeru przewodzącego lub nieorganicznych nanocząstek ZnO i TiO₂ lub układów hybrydowych z tych wypełniaczy. Przygotowanie odpowiednich kompozytów dostarczy informacji o wpływie składu materiału, rozkładu wypełniaczy, wielkości nanocząstek oraz parametrów procesu, na właściwości otrzymanych materiałów.
- Projekt **Projektowanie molekularne polimerów o unikalnych właściwościach fizycznych**.

- Projekt **Multifunkcjonalne porowate nanomateriały jako nowoczesne filtry środowiskowe do remediacji gleb i wód podziemnych.**
- Projekt **Kształtowanie struktury i właściwości stopu magnezu WE43 z metalami ziem rzadkich w procesie głębokiej obróbki kriogenicznej w połączeniu z obróbką cieplną.**

INSTYTUTY BADAWCZE

1. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny aktywnie uczestniczy w projektach naukowo-badawczych, pozyskując dofinansowanie zarówno ze środków Unii Europejskiej, jak i krajowych instytucji grantowych. Na podstawie danych dostępnych na stronie internetowej badanego podmiotu, można wskazać, że w 2024 r. Instytut realizował jeden projekt finansowany przez Unię Europejską, a w poprzednich latach prowadził dwa projekty unijne w 2023 r. i w 2022 r. Ponadto w 2023 r. instytut uzyskał dofinansowanie na jeden projekt z Narodowego Centrum Nauki (NCN). Aktywność Górnośląskiego Instytutu Technologicznego w pozyskiwaniu funduszy badawczych potwierdza jego zaangażowanie w rozwój nowoczesnych technologii oraz innowacyjnych rozwiązań na poziomie krajowym i międzynarodowym.

Realizowane projekty:

- Projekt **Opracowanie technologii wyciskania kształtowników z ultrawytrzymałych stopów AlMgSi(Cu).** Celem projektu jest opracowanie składu chemicznego wlewków ze stopów AlMgSi(Cu) w powiązaniu z innowacyjnymi rozwiązaniami konstrukcyjno-technologicznymi procesu wyciskania, opartymi na niskotemperaturowej obróbce cieplno-plastycznej na wybiegu prasy i starzeniu ciągłym w kontrolowanym polu temperatury. Stopy AlMgSi(Cu) dla segmentu *automotive* są stosowane głównie w technologiach walcowania, natomiast ich aplikacja do procesu przemysłowego wyciskania z obróbką cieplno-plastyczną jest nowością w skali kraju i świata.
- Projekt **Urządzenie do półprzemysłowej symulacji procesu regulowanego krzepnięcia i rafinacji stopów metali.** Celem inwestycji jest uzyskanie możliwości zaawansowanych badań i symulacji w skali laboratoryjnej procesów wytwarzania metali i stopów o wysokiej czystości metalurgicznej i

regulowanej strukturze wewnętrznej, na półwyroby i wyroby konstrukcyjne oraz opracowanie zaawansowanych żużli rafinacyjnych.

- Projekt **MODular hybrId technology in the steel PLANT production (MODIPLANT)**.
- Projekt **Optymalizacja jakości wyrobów długich poprzez poprawę i wykorzystanie strategii procesowych prowadzących do minimalizacji naprężeń wewnętrznych (PROTEUS-RS)**. Projekt dotyczy minimalizacji niepewności związanych z efektem relaksacji naprężeń przez wprowadzenie technologii progresywnych, opracowywanych na bazie połączenia hybrydowych modeli procesów (fizycznych i statystycznych) z wirtualnym modelem linii produkcyjnej (tzw. cyfrowym bliźniakiem, ang. *digital twin*), pozwalającym na symulacje numeryczne warunków wytwarzania i przewidywania właściwości materiałowych, w tym poziomu naprężeń własnych.

2. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych prowadzi intensywną działalność badawczo-rozwojową, realizując projekty finansowane przez krajowe instytucje grantowe. Na podstawie danych dostępnych na stronie internetowej badanego podmiotu, można wskazać, że w 2024 r. instytut realizował dwa projekty finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz jeden projekt wspierany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR). W poprzednich latach instytut uzyskał dofinansowanie na trzy projekty NCN i jeden projekt NCBiR w 2023 r. oraz jeden projekt NCN i jeden projekt NCBiR w 2022 r. Dzięki skutecznemu pozyskiwaniu środków i realizacji innowacyjnych badań Instytut Metali Nieżelaznych umacnia swoją pozycję jako kluczowy ośrodek naukowy w obszarze zaawansowanych technologii materiałowych i metalurgii.

Realizowane projekty:

- Projekt **Opracowanie technologii wytwarzania drutu ze stopu żelazowego o zoptymalizowanym składzie chemicznym przeznaczonego do napawania warstwy ślizgowej panewek żelazowych metodą druku 3D WAAM**. Projekt dotyczy opracowania technologii wytwarzania drutu ze stopu żelazowego na bazie cyny, o zoptymalizowanym składzie chemicznym, przeznaczonego do napawania warstwy ślizgowej panewek żelazowych innowacyjną metodą druku 3D WAAM oraz opracowania technologii wytwarzania warstwy ślizgowej z nowo opracowanego drutu metodą druku 3D WAAM. Proponowana technologia

stanowi alternatywę dla obecnie stosowanego procesu wylewania panewek, który jest pracochłonny i w wyniku którego powstaje duża ilość wybraków. Nowatorskie, innowacyjne rozwiązanie proponowane w projekcie wpłynie na rozwój oraz modernizację infrastruktury kolejowej.

– Projekt **Proekologiczna technologia odzysku metali krytycznych i strategicznych z katalizatorów petrochemicznych o zredukowanym śladzie węglowym osiągnięta poprzez zastosowanie hybrydowych metod separacji**. Celem projektu jest opracowanie technologii odzysku metali z katalizatorów petrochemicznych o znaczeniu strategicznym dla gospodarki UE. Powstałe rozwiązanie będzie charakteryzowało się obniżonym śladem węglowym w porównaniu do obecnie stosowanych technologii recyklingu tego typu materiałów.

- Projekt **Opracowanie technologii wytwarzania innowacyjnych stopów cynku do cynkowania zanurzeniowego, dostosowanych do określonego typu wyrobów stalowych**. Celem projektu jest opracowanie założeń techniczno-technologicznych produkcji innowacyjnych stopów cynkowniczych, wykorzystywanych w ciągłej i jednostkowej metodzie cynkowania zanurzeniowego.

3. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych Oddział Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach aktywnie angażuje się w badania nad nowoczesnymi materiałami ogniotrwałymi i budowlanymi. Na podstawie danych dostępnych na stronie internetowej badanego podmiotu można stwierdzić, że w 2021 r. instytut realizował dwa projekty finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) oraz jeden projekt wspierany przez Narodowe Centrum Nauki (NCN).

Realizowane projekty:

– Projekt **Circular&Green Economy – projekty pilotażowe dla Programu Strategicznego (ECOLOOP) – Zadanie 11 Ograniczenie stosowania fluorytu w procesach produkcji stali poprzez zastosowanie surowców z recyklingu (ECOLOOP2)**. Tematyką badawczą projektu jest osiem

nowych rozwiązań z zakresu technologii gospodarki obiegu zamkniętego i recyklingu w zakresie metali i stopów, złomów elektronicznych, ceramiki ogniotrwałej, tekstyliów i żużli odpadowych.

– Projekt **Kompleksowa technologia zagospodarowania części węglanowej odpadów flotacyjnych z bieżącej produkcji KGHM i wytwarzania innowacyjnych materiałów dla budownictwa**. Celem projektu jest opracowanie kompleksowych technologii i instalacji do przetwarzania i efektywnego ekonomicznie zagospodarowania drobnoziarnistych materiałów węglanowych ze strumienia odpadów flotacyjnych, pochodzących z bieżącej produkcji Oddziału Zakłady Wzbogacania Rud KGHM Polska Miedź SA.

– Projekt **Niskoemisyjne betony z kruszywem naturalnym oraz z kruszywem z recyklingu**. Celem projektu jest zaprojektowanie i produkcja niskoemisyjnych betonów oraz betonów z kruszywem z recyklingu.

– Projekt **Opracowanie metody wytwarzania ceramicznych i kompozytowych komór spalania**. Celem projektu jest opracowanie technologii wytwarzania komór spalania z azotku krzemu, azotku krzemu wzmocnionego cząstkami węgla krzemu oraz azotku krzemu.

– Projekt **Opracowanie nowej technologii głębokiej rafinacji stali w procesie obróbki pozapiecowej i odlewania w kadzi pośredniej umożliwiającej zwiększenie stopnia czystości stali**. Celem projektu jest opracowanie nowej metody argonowania stali w kadzi stalowniczej na stanowisku pieca kadziowego (LHF) oraz w kadzi pośredniej (KP) urządzenia do ciągłego odlewania stali (COS).

4. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Oddział Farb i Tworzyw w Gliwicach

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Oddział Farb i Tworzyw w Gliwicach realizuje projekty badawcze związane z nowoczesnymi technologiami w dziedzinie polimerów, farb i tworzyw sztucznych. Zgodnie z danymi dostępnymi na stronie internetowej badanego podmiotu, w 2024 r. instytut prowadził dwa projekty badawczo-rozwojowe, natomiast w 2023 r. realizował pięć inicjatyw naukowych. Wcześniej, w 2020 r., instytut realizował dwa projekty, co świadczy o jego długofalowym zaangażowaniu w rozwój innowacyjnych rozwiązań materiałowych.

Realizowane projekty:

- Projekt **Bioprodukt przyspieszający rozkład biodegradowalnych materiałów polimerowych w kompoście**. Celem projektu jest opracowanie innowacyjnego bioproduktu przyspieszającego rozkład tworzyw biodegradowalnych w kompoście przeznaczonym do rekultywacji gleb lub na cele ogrodnicze pod uprawę wybranych gatunków roślin (m.in. wykorzystywanych do produkcji biomasy na cele energetyczne). Bioprodukt dedykowany jest zarówno dla firm przetwarzających odpady, jak i dla posiadaczy przydomowych kompostowników. Zastosowanie produktu pozwoli konsumentom na deponowanie odpadów, m.in. w naczyniu jednorazowego użytku, donicze, opakowaniu, folii ogrodniczej wykonanej z wybranych tworzyw polimerowych.
- Projekt **Development and testing of innovative solutions for the processing of hybrid materials and nanomaterials using artificial intelligence algorithms**.
- Projekt **Badanie i ocena efektywności procesu modyfikacji wybranych poliestrów biodegradowalnych metodą reaktywnego wytlaczania w celu poprawy ich właściwości fizykochemicznych**. Celem projektu jest zbadanie wpływu dodatku usieciowanej frakcji biopoliestru, jako modyfikatora wytworzonego w procesie alternatywnym (z wykorzystaniem metody reaktywnego wytłaczania), do standardowego reaktywnego wytłaczania. Wytworzony w procesie sieciowania modyfikator będzie tym samym polimerem co osnowa. Badania skupią się na poznaniu mechanizmu tworzenia się kompozytu z zastosowaniem tej metody modyfikacji.
- **Antykorozyjne utwardzane UV farby na podłoża metalowe, oparte na biosurowcach / Bio-Based UV-Curable Anti-Corrosion Coatings for Metal Substrates**. Celem projektu jest poszerzenie możliwości zastosowania wyrobów lakierowych utwardzanych promieniami UV na podłoża metalowe, dzięki poprawie ich przyczepności i odporności na korozję. Niezawierające rozpuszczalników organicznych, rodnikowo utwardzane wyroby UV sieciują niezwykle szybko, dzięki czemu uzyskuje się zwiększenie szybkości produkcji. Technologia jest energooszczędna i przyjazna dla środowiska.

5. Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze

Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych Polskiej Akademii Nauk w Zabrze prowadzi intensywne badania w zakresie nowoczesnych materiałów polimerowych i węglowych, realizując liczne

projekty badawcze, finansowane zarówno ze środków krajowych, jak i międzynarodowych. Zgodnie z danymi dostępnymi na stronie internetowej badanego podmiotu, w 2021 r. instytucja prowadziła trzy projekty finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz jeden projekt wspierany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR). Rok wcześniej, w 2020 r., realizowano pięć projektów NCN oraz dwa finansowane przez Komisję Europejską.

Realizowane projekty:

- Projekt **W kierunku zerowej przerwy energetycznej i nadprzewodnikowych sprzężonych wielowymiarowych polimerów**. Głównym celem proponowanego projektu jest synteza nowych monomerów (prekursorów polimerów), a następnie – polimerów o strukturze uporządkowanej w trzech wymiarach, charakteryzujących się występowaniem pasma wzbronionego o wartości zbliżonej do zera.
- Projekt **Nowe nanowarstwy polimerów gwieżdzistych o działaniu przeciwporostowym**. Głównym celem proponowanego działania naukowego jest zaprojektowanie nowych przeciwporostowych warstw uformowanych przez hydrofilowe polimery gwieżdziste metakrylanów glikoli oligoetylenowych, kowalencyjnie związanych z podłożem stałym. W trakcie badań planuje się określenie wpływu zmiany funkcyjności gwiazdy na właściwości przeciwporostowe otrzymywanych materiałów. Wyniki projektu pozwolą na opracowanie wysoko odpornych na osadzanie się białek nanowarstw polimerowych.
- Projekt **Innowacyjne materiały i metody dla medycyny, w tym w leczeniu trudno gojących się ran – zakup infrastruktury badawczej i przeprowadzenie prac budowlanych w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN oraz zakup infrastruktury badawczej dla Centrum Leczenia Oparzeń im. dr. Stanisława Sakiela**. Głównym celem projektu jest stworzenie nowych materiałów i metod dla medycyny, w szczególności dla leczenia trudno gojących się ran, przez zrealizowanie szeregu prac badawczo-rozwojowych.