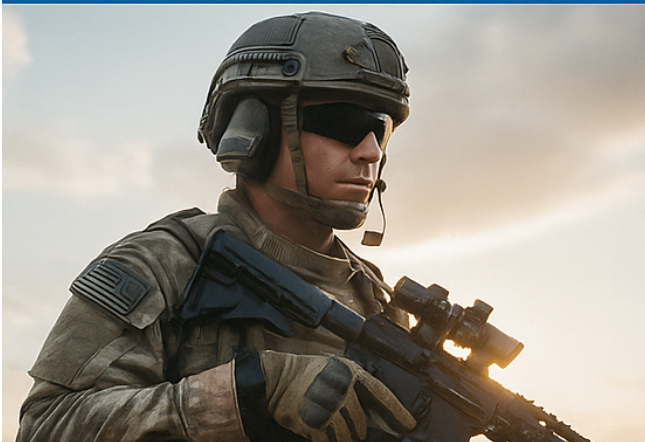
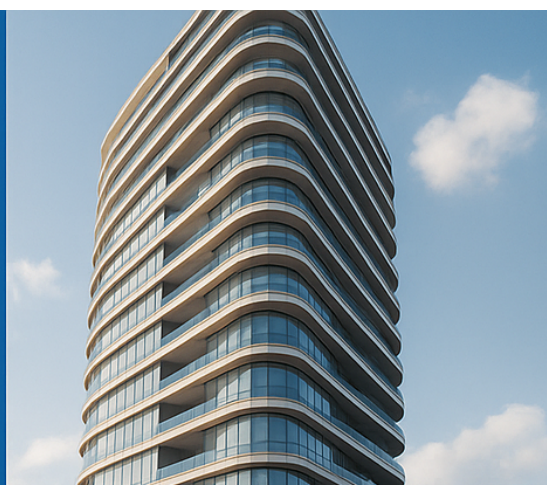




Strategia Rozwoju Zaawansowanych Materiałów i Technologii Kompozytowych w Polsce



Autorzy:

Spis treści

1. STRESZCZENIE	3
2. WPROWADZENIE.....	3
3. CELE STRATEGII.....	5
3.1 EKOLOGIA	5
3.2 GOSPODARKA	6
3.3 SPOŁECZEŃSTWO	6
3.4 KORZYŚCI EKOLOGICZNE I EKONOMICZNE.....	7
4. PAKIETY DZIAŁAŃ.....	8
4.1 KOMPLEKSOWE FINANSOWANIE INNOWACJI.....	9
4.2 TRANSFER WIEDZY I TECHNOLOGII.....	9
5. WDROŻENIE	13
<i>Krótki termin (1–2 lata):</i>	<i>14</i>
<i>Średni termin (3–5 lat):.....</i>	<i>14</i>
<i>Długi termin (5+ lat):</i>	<i>15</i>
6. ANALIZA RYNKU MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH W POLSCE	16
7. WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA.....	17
<i>Unia Europejska:.....</i>	<i>17</i>
<i>Korea Południowa, Kanada, Singapur, USA:.....</i>	<i>17</i>
<i>Afryka i Ameryka Południowa:.....</i>	<i>18</i>
8. ZASTOSOWANIA ZAAWANSOWANYCH MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH.....	19
9. NARZĘDZIA WDROŻENIOWE.....	21
<i>Programy finansowania.....</i>	<i>23</i>
<i>Kampanie edukacyjne i promocyjne</i>	<i>23</i>
10. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	25

1. Streszczenie

W obliczu dynamicznych przemian społeczno-gospodarczych oraz rosnących zagrożeń klimatycznych i geopolitycznych, Polska potrzebuje nowoczesnych rozwiązań wspierających zrównoważony rozwój i bezpieczeństwo strategiczne. Kluczową rolę w tej transformacji odgrywają zaawansowane materiały i technologie kompozytowe, które łączą wysoką efektywność z innowacyjnością i trwałością. Ich wdrożenie w różnych sektorach gospodarki może przynieść wymierne korzyści w obszarze środowiskowym, przemysłowym oraz społecznym. W szczególności:

- Redukcję emisji CO₂ poprzez innowacyjne rozwiązania w budownictwie, transporcie i energetyce.
- Rozwój recyklingu materiałów kompozytowych i promocję gospodarki o obiegu zamkniętym.
- Zwiększenie udziału surowców pochodzących ze źródeł odnawialnych w technologiach kompozytowych.
- Wsparcie eksportu technologii poprzez międzynarodowe partnerstwa.
- Magazynowanie i transport wodoru dzięki lekkim, kompozytowym zbiornikom.
- Rozwój materiałów kompozytowych przeznaczonych dla sektora obronności
- Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji w analizie danych materiałowych, predykcji właściwości kompozytów oraz optymalizacji procesów produkcji i recyklingu, co pozwoli na zwiększenie efektywności wdrażania innowacji i skrócenie czasu reakcji na zmieniające się warunki rynkowe.

2. Wprowadzenie

Polska, tak jak inne kraje w Europie, stoi obecnie przed koniecznością pogodzenia dynamicznego rozwoju gospodarczego z potrzebą ochrony środowiska naturalnego oraz wzmocnienia bezpieczeństwa strategicznego w obliczu wyzwań klimatycznych, gospodarczych i geopolitycznych. Zmiany klimatyczne, rosnące zapotrzebowanie na zasoby naturalne oraz niepewność związana z sytuacjami kryzysowymi - takimi jak konflikty zbrojne, kryzysy energetyczne, przerwy w łańcuchach dostaw czy katastrofy klimatyczne - wymagają podjęcia działań ukierunkowanych na rozwój nowoczesnych materiałów, odpornych i zrównoważonych łańcuchów dostaw. Ważnym elementem tej strategii jest również rozwój i wdrożenie rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, umożliwiających szybsze projektowanie materiałów kompozytowych, prognozowanie ich zachowania w warunkach eksploatacyjnych oraz monitorowanie bezpieczeństwa i efektywności łańcuchów dostaw.

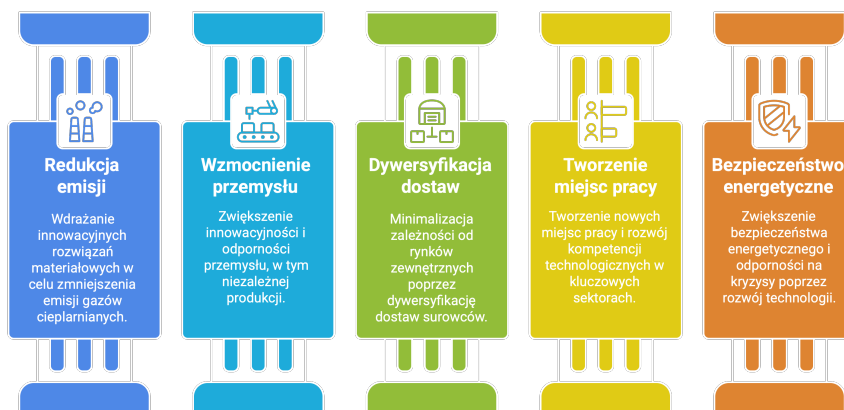
W tym kontekście, zaawansowane materiały i technologie kompozytowe stają się kluczowym narzędziem budowy nowoczesnej, bezpiecznej i odpornej gospodarki. W odpowiedzi na te wyzwania, Polski Klaster Technologii Kompozytowych we współpracy z

wiodącymi uczelniami technicznymi, w tym Politechniką Warszawską, Siecią Badawczą Łukasiewicz, Politechniką Białostocką, AGH w Krakowie oraz Politechniką Śląską, opracował kompleksową strategię, której nadrzędnym celem jest wspieranie transformacji gospodarczej oraz wzmocnienie odporności gospodarki na sytuacje kryzysowe.

Polska stoi przed wyzwaniem połączenia wzrostu gospodarczego z ochroną środowiska. Zaawansowane materiały kompozytowe mogą przyczynić się do:

- Redukcji emisji gazów cieplarnianych i ograniczenia zużycia surowców poprzez wdrażanie innowacyjnych rozwiązań materiałowych w kluczowych sektorach gospodarki: budownictwie, transporcie, energetyce, medycynie, przemyśle chemicznym, rolnictwie oraz logistyce.
- Wzmocnienia innowacyjności i odporności polskiego przemysłu, w tym zwiększenia zdolności do niezależnej produkcji strategicznych komponentów i materiałów.
- Dywersyfikacji dostaw surowców oraz minimalizacji zależności od rynków zewnętrznych, co ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia ciągłości produkcji i bezpieczeństwa gospodarczego.
- Tworzenia nowych miejsc pracy w kluczowych sektorach, budowy kompetencji technologicznych oraz rozwoju kapitału ludzkiego.
- Podniesienia poziomu bezpieczeństwa energetycznego i strategicznego Polski, obejmującego odporność na sytuacje kryzysowe — w tym zakłócenia w dostawach surowców, kryzysy klimatyczne, konflikty geopolityczne czy kryzysy energetyczne — poprzez rozwój technologii umożliwiających m.in. magazynowanie i transport wodoru w lekkich, kompozytowych zbiornikach oraz zwiększenie autonomii technologicznej kraju.

Strategiczne cele rozwoju Polski



3. Cele Strategii

Strategia Rozwoju Zaawansowanych Materiałów i Technologii Kompozytowych w Polsce opiera się na kompleksowym podejściu, które łączy cele ekologiczne, gospodarcze i społeczne. Jej nadrzędnym zadaniem jest zwiększenie odporności i konkurencyjności polskiej gospodarki poprzez rozwój innowacyjnych rozwiązań materiałowych. W obliczu dynamicznych zmian klimatycznych, geopolitycznych i technologicznych, konieczne jest wyznaczenie priorytetów, które pozwolą nie tylko sprostać aktualnym wyzwaniom, ale również wykorzystać szanse rozwojowe. Strategia koncentruje się na czterech głównych obszarach: ekologii, gospodarce, społeczeństwie oraz synergicznych korzyściach środowiskowo-ekonomicznych.

3.1 Ekologia

W dobie rosnącej presji klimatycznej i konieczności osiągnięcia neutralności emisyjnej, transformacja ekologiczna staje się jednym z głównych priorytetów rozwoju technologicznego. Strategia zakłada wspieranie innowacji sprzyjających redukcji śladu węglowego, m.in. poprzez projektowanie lżejszych produktów, rozwój recyklingu i wykorzystanie biokompozytów. Takie podejście pozwoli ograniczyć zużycie zasobów i zmniejszyć wpływ przemysłu na środowisko.

- Promowanie neutralności klimatycznej poprzez redukcję masy i efektywne projektowanie produktów.
- Rozwój recyklingu kompozytów oraz zastosowania biokompozytów.

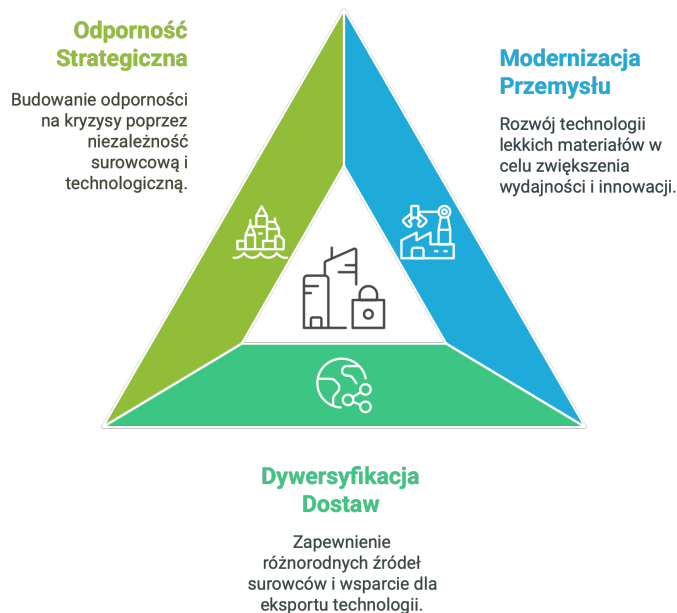


3.2 Gospodarka

Aby utrzymać konkurencyjność polskiej gospodarki w warunkach globalnych zmian, niezbędna jest modernizacja przemysłu w oparciu o nowoczesne technologie materiałowe. Wdrażanie lekkich, zaawansowanych materiałów pozwoli nie tylko zwiększyć efektywność produkcji, ale także uniezależnić się od zewnętrznych dostawców surowców. Kluczowym aspektem strategii jest także budowa krajowej odporności gospodarczej poprzez rozwój własnych kompetencji i infrastruktury technologicznej.

- Modernizacja przemysłu poprzez rozwój technologii lekkich materiałów.
- Dywersyfikacja dostaw surowców i wsparcie dla eksportu technologii.
- Podniesienie poziomu bezpieczeństwa strategicznego kraju, obejmującego nie tylko niezależność surowcową i technologiczną, lecz również odporność na sytuacje kryzysowe, takie jak przerwy w dostawach surowców, konflikty geopolityczne, kryzysy energetyczne oraz zmiany klimatyczne, poprzez rozwój własnych kompetencji produkcyjnych, technologicznych i logistycznych w sektorze zaawansowanych materiałów kompozytowych.

Strategia Bezpieczeństwa Przemysłowego

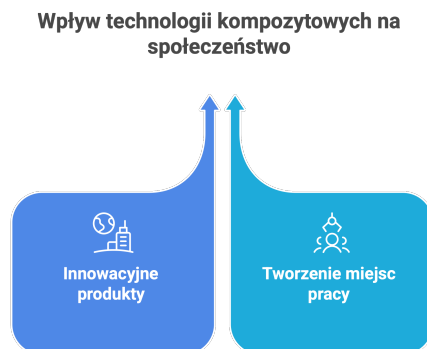


3.3 Społeczeństwo

Rozwój technologii kompozytowych to nie tylko korzyści dla przemysłu, ale również bezpośredni wpływ na poprawę jakości życia społeczeństwa. Innowacyjne rozwiązania

mogą przyczynić się do zwiększenia komfortu i bezpieczeństwa codziennego funkcjonowania. Ponadto, rozwój sektora zaawansowanych materiałów kompozytowych tworzy nowe, atrakcyjne miejsca pracy, zwłaszcza dla wysoko wykwalifikowanych specjalistów, przyczyniając się do budowy społeczeństwa opartego na wiedzy.

- Poprawa jakości życia dzięki innowacyjnym produktom.
- Tworzenie miejsc pracy w zaawansowanych sektorach technologicznych.



3.4 Korzyści ekologiczne i ekonomiczne

Zrównoważony rozwój wymaga jednoczesnego uwzględnienia aspektów środowiskowych i gospodarczych. Strategia zakłada zwiększenie wykorzystania surowców wtórnych i odnawialnych, co przekłada się na mniejsze obciążenie środowiska oraz niższe koszty produkcji. W efekcie Polska może umocnić swoją pozycję jako dostawca nowoczesnych technologii, wspierając jednocześnie cele klimatyczne poprzez redukcję emisji gazów cieplarnianych.

- Zmniejszenie zużycia surowców pierwotnych dzięki zwiększeniu udziału materiałów pochodzących z recyklingu i zasobów odnawialnych.
- Wzmocnienie pozycji Polski na globalnym rynku technologii.
- Redukcja emisji gazów cieplarnianych.

Zrównoważony Rozwój Polski



4. Pakiety działań

Realizacja celów strategii wymaga konkretnych narzędzi i mechanizmów wdrożeniowych, które umożliwią efektywne przełożenie założeń na praktykę. Zaproponowane pakiety działań obejmują wsparcie finansowe, rozwój infrastruktury badawczej, zmiany regulacyjne, budowanie współpracy międzynarodowej oraz działania edukacyjne i promocyjne. Każdy z obszarów został zaprojektowany tak, aby wspierać rozwój technologii kompozytowych w Polsce na wszystkich etapach – od badań po komercjalizację.



4.1 Kompleksowe finansowanie innowacji

Bez stabilnego i łatwo dostępnego finansowania innowacje technologiczne nie mają szans na szerokie wdrożenie. Kluczowe jest zatem stworzenie instrumentów, które umożliwią rozwój projektów badawczo-rozwojowych, szczególnie w sektorze MŚP i startupów, gdzie potencjał innowacyjny często spotyka się z barierami finansowymi.

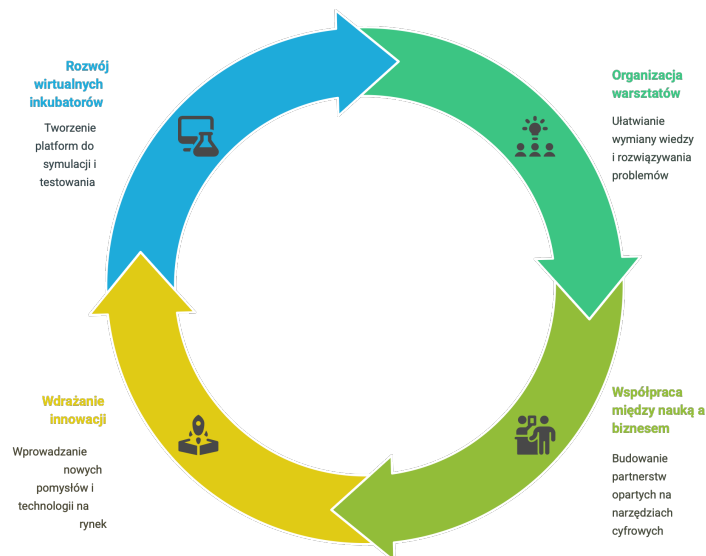
- *Projekt flagowy: Narodowy Fundusz Rozwoju Technologii Kompozytowych* – Inicjatywa ta ma na celu zapewnienie długofalowego, dedykowanego wsparcia finansowego dla przedsięwzięć związanych z technologiami kompozytowymi, obejmując zarówno badania, jak i wdrożenia przemysłowe.
- *Stworzenie programów wsparcia dla MŚP i startupów* – Małe i średnie przedsiębiorstwa oraz młode firmy technologiczne potrzebują szybkiego dostępu do kapitału początkowego i grantów badawczych. Dostosowane instrumenty wsparcia umożliwią im rozwój innowacyjnych produktów i skalowanie działalności.

4.2 Transfer wiedzy i technologii

Aby innowacje trafiały z laboratoriów do przemysłu, konieczne jest stworzenie efektywnych mechanizmów wsparcia w zakresie transferu wiedzy. Współpraca między nauką a biznesem powinna opierać się na nowoczesnych narzędziach cyfrowych i regularnej wymianie doświadczeń.

- Rozwój wirtualnych inkubatorów i laboratoriów badawczych – platformy te umożliwią symulacje, testy i współdzielenie zasobów badawczych bez konieczności fizycznej obecności, co znacząco przyspieszy rozwój projektów.
- Organizacja warsztatów wspierających wdrażanie innowacji – spotkania i szkolenia skierowane do przedsiębiorców i inżynierów będą stanowić przestrzeń do wymiany praktycznej wiedzy i wspólnego rozwiązywania problemów technologicznych.
- Wsparcie rozwoju i promocji polskich czasopism naukowych związanych z branżą kompozytową – poprzez stworzenie mechanizmów finansowych i infrastrukturalnych, takich jak dedykowane fundusze na publikacje otwartego dostępu (Open Access) w krajowych czasopismach o wysokiej punktacji oraz rozwój platform cyfrowych dla ich dystrybucji, wzmocnimy ich pozycję konkurencyjną wobec wydawnictw międzynarodowych. Działanie to ma na celu zmniejszenie zależności od kosztownych subskrypcji zagranicznych oraz zapewnienie szerszego, swobodnego dostępu do polskiej wiedzy naukowej i technologicznej dla środowiska akademickiego, przemysłu i społeczeństwa, przeciwdziałając jednocześnie drenażowi intelektualnemu i finansowemu

Cykl współpracy w innowacjach



4.3 Promowanie zaawansowanych materiałów przez regulacje

Odpowiednie regulacje prawne i normy techniczne są niezbędne do upowszechnienia zaawansowanych materiałów na rynku. Przepisy muszą nadążać za rozwojem technologii i wspierać ich wdrażanie w sposób przewidywalny i transparentny.

- *Wprowadzenie norm wspierających stosowanie kompozytów w budownictwie, energetyce i transporcie* – normy te stworzą bezpieczne i jednoznaczne ramy prawne, które ułatwią dopuszczenie nowych materiałów do obrotu.
- *Uwzględnienie materiałów kompozytowych w regulacjach dotyczących ekoprojektowania* – zmiana podejścia do projektowania w kierunku uwzględniania materiałów zrównoważonych środowiskowo pozwoli na rozwój innowacyjnych produktów przyjaznych środowisku.

Przepisy dotyczące zaawansowanych materiałów

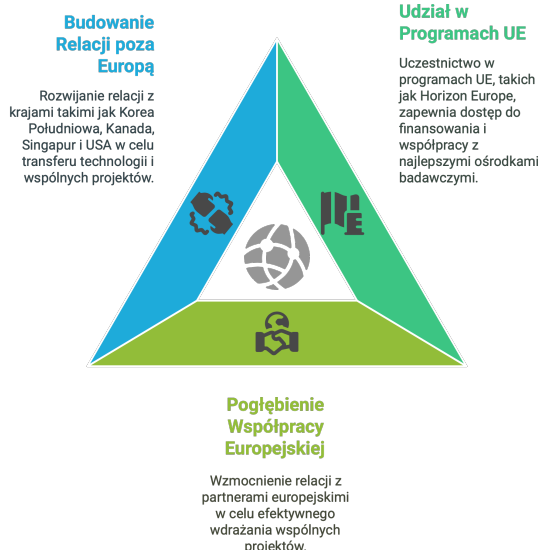


4.4 Wzmocnienie współpracy międzynarodowej

Międzynarodowe partnerstwa są kluczowe dla pozyskiwania wiedzy, technologii i rynków zbytu. Polska musi aktywnie uczestniczyć w programach badawczo-rozwojowych oraz budować relacje z globalnymi liderami innowacji.

- *Udział w programach UE, takich jak Horizon Europe i EUREKA* – obecność w tych programach umożliwi dostęp do finansowania oraz współpracę z najlepszymi europejskimi ośrodkami badawczymi.
- *Pogłębienie istniejącej współpracy z partnerami europejskimi* – stała koordynacja z liderami regionu pozwoli na efektywne wdrażanie wspólnych projektów i wzmacnianie pozycji Polski.
- *Budowanie relacji z Koreą Południową, Kanadą, Singapurem i USA* – otwarcie na rynki pozaeuropejskie umożliwi transfer technologii i wspólne projekty w obszarach strategicznych.

Wzmocnienie Współpracy Międzynarodowej

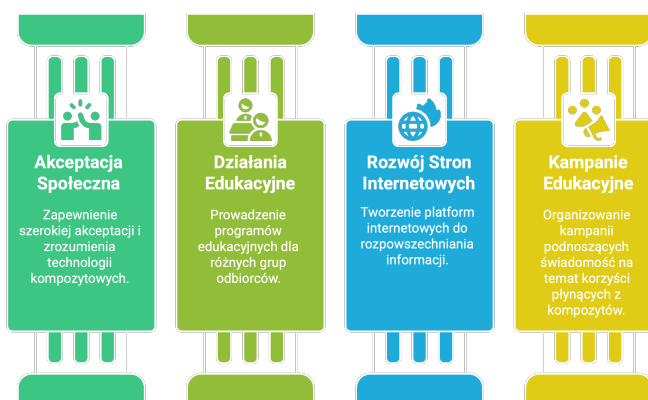


4.5 Budowanie świadomości społecznej

Akceptacja społeczna i wiedza o technologiach kompozytowych są niezbędne dla ich rozwoju. Działania edukacyjne i informacyjne powinny dotrzeć do szerokiego grona odbiorców – od uczniów i studentów po decydentów i konsumentów.

- *Rozwój stron internetowych (np. Kompozyty.net) i magazynów branżowych oraz wsparcie dla polskich recenzowanych czasopism naukowych – nowoczesne kanały komunikacji branżowej umożliwią dotarcie z informacjami do różnych grup interesariuszy.*
- *Organizacja kampanii edukacyjnych promujących technologie kompozytowe – kampanie skierowane do społeczeństwa i środowisk biznesowych podniosą świadomość korzyści płynących z zastosowania kompozytów.*

Strategia Rozwoju Technologii Kompozytowych



4.6 Rozwój współpracy międzynarodowej i wspieranie ekspansji rynkowej

Dostęp do rynków zagranicznych i obecność na międzynarodowej scenie technologicznej mają kluczowe znaczenie dla rozwoju sektora kompozytów. Promocja polskich rozwiązań i udział w globalnych inicjatywach zwiększają szansę na wdrożenia i inwestycje.

- *Organizacja stoisk na międzynarodowych targach technologicznych* – Aktywna obecność na targach branżowych pozwala promować polskie technologie i budować relacje z partnerami zagranicznymi.
- *Aktywne uczestnictwo w europejskich sieciach i programach badawczych* – Dzięki zaangażowaniu w międzynarodowe konsorcja Polska może zyskać dostęp do najnowszych trendów i wspólnych projektów badawczo-rozwojowych.

Rozwój współpracy międzynarodowej



5. Wdrożenie

Aby strategia mogła przynieść realne i trwałe efekty, konieczne jest staranne zaplanowanie i skoordynowanie jej wdrożenia. Proces ten wymaga udziału wielu interesariuszy, wyznaczenia realistycznych ram czasowych oraz wprowadzenia narzędzi umożliwiających bieżące monitorowanie postępów. Poniżej przedstawiono kluczowe elementy skutecznego wdrożenia strategii.

5.1 Koordynacja działań

Skuteczne zarządzanie wdrażaniem strategii wymaga współpracy między różnymi sektorami – nauką, przemysłem i administracją. Konieczne jest powołanie ciała

koordynującego działania, które będzie odpowiedzialne za integrację wysiłków wszystkich partnerów oraz zapewnienie spójności realizacji celów.

- *Powołanie grupy roboczej złożonej z przedstawicieli nauki, przemysłu i administracji publicznej* – taki zespół będzie platformą wymiany wiedzy i decyzji, pozwalającą na szybkie reagowanie na pojawiające się wyzwania i szanse rozwojowe.
- *Regularne raportowanie wskaźników efektywności* – przejrzystość i systematyczna ocena działań wdrożeniowych umożliwią bieżącą korektę kierunków oraz zapewnią odpowiedzialność uczestników procesu.



5.2 Harmonogram wdrożenia

Aby osiągnąć ambitne cele strategii, należy przyjąć etapowe podejście do jej realizacji. Podział na krótko-, średnio- i długoterminowe działania pozwala na sukcesywne wdrażanie inicjatyw i dostosowywanie do zmieniających się uwarunkowań rynkowych i technologicznych.

Krótki termin (1–2 lata):

- *Utworzenie funduszu wspierającego rozwój technologii kompozytowych* – zapewnienie szybkiego wsparcia finansowego umożliwi uruchomienie kluczowych projektów badawczo-rozwojowych oraz wdrożeniowych i ułatwi start nowym podmiotom.
- *Przygotowanie regulacji wspierających recykling i wykorzystanie kompozytów* – odpowiednie przepisy stworzą ramy prawne zachęcające do inwestowania w zrównoważone technologie i rozwój sektora recyklingu.

Średni termin (3–5 lat):

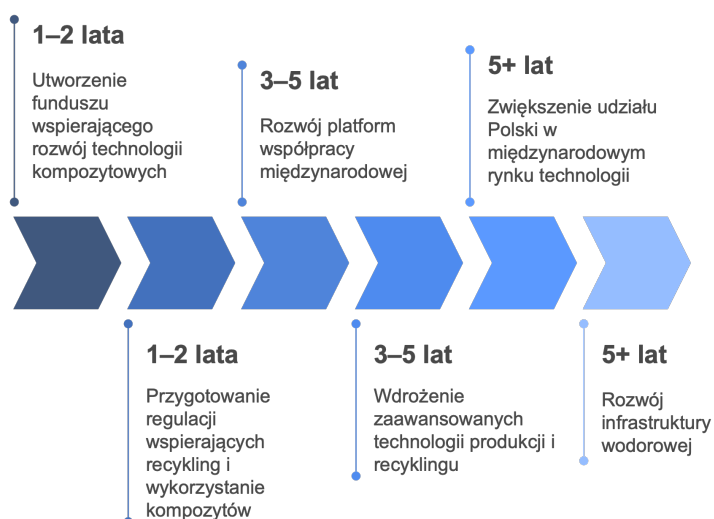
- *Rozwój platform współpracy międzynarodowej* – tworzenie międzynarodowych sieci współpracy ułatwi wymianę wiedzy, transfer technologii i wspólne projekty badawcze.

- *Wdrożenie zaawansowanych technologii produkcji i recyklingu* – upowszechnienie nowoczesnych rozwiązań w zakładach przemysłowych podniesie konkurencyjność polskich firm i wzmocni ich odporność.

Długi termin (5+ lat):

- *Zwiększenie udziału Polski na międzynarodowym rynku technologii* – dzięki konsekwentnym działaniom, Polska może stać się ważnym graczem w sektorze zaawansowanych materiałów kompozytowych na arenie globalnej.
- *Rozwój infrastruktury wodorowej* – rozbudowa krajowej sieci produkcji, magazynowania i transportu wodoru z wykorzystaniem kompozytów pozwoli na realizację celów klimatycznych i energetycznych.

Harmonogram wdrożenia technologii kompozytowych

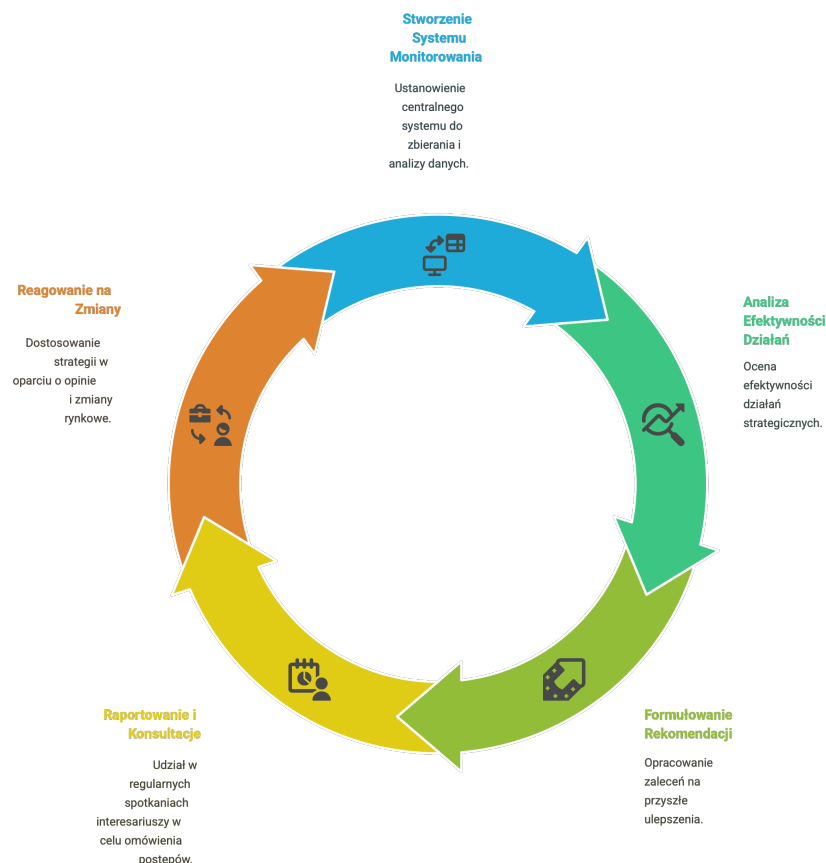


5.3 Monitorowanie i ewaluacja postępów

Stałe monitorowanie realizacji strategii jest niezbędne do zapewnienia jej skuteczności i elastyczności. System oceny powinien być przejrzysty, oparty na mierzalnych wskaźnikach i uwzględniać głos wszystkich zainteresowanych stron.

- *Stworzenie centralnego systemu monitorowania realizacji strategii* – system ten umożliwi zbieranie danych, analizę efektywności działań oraz formułowanie rekomendacji na przyszłość.
- *Coroczne raporty i spotkania interesariuszy oceniające postępy działań* – regularne konsultacje zapewnią dialog między uczestnikami wdrożenia i umożliwią dynamiczne reagowanie na pojawiające się potrzeby rynku i technologii.

Cykl Monitorowania i Ewaluacji Strategii



6. Analiza rynku materiałów kompozytowych w Polsce

Zrozumienie aktualnej kondycji oraz potencjału rozwojowego rynku materiałów kompozytowych w Polsce stanowi fundament skutecznej realizacji strategii. Analiza ta pozwala określić zarówno obszary największego wzrostu, jak i wyzwania, którym należy sprostać, by wykorzystać szanse płynące z globalnych trendów technologicznych i przemysłowych.

6.1 Obecny stan rynku

Polska odnotowuje wyraźny wzrost zainteresowania materiałami kompozytowymi, co znajduje odzwierciedlenie w rosnącej liczbie zastosowań przemysłowych oraz zwiększonej aktywności firm w tym sektorze. Dzięki korzystnym właściwościom, takim jak wysoka wytrzymałość przy niskiej masie, materiały te znajdują zastosowanie w wielu kluczowych gałęziach przemysłu. Obecna dynamika rynku wskazuje na jego dojrzałość i gotowość do dalszej ekspansji.

6.2 Perspektywy rozwoju

W najbliższych latach oczekiwany jest dalszy rozwój rynku materiałów kompozytowych, napędzany rosnącym popytem na lekkie i trwałe rozwiązania konstrukcyjne. Inwestycje w zaplecze badawczo-produkcyjne, jak również rosnące znaczenie zrównoważonych technologii, stwarzają dogodne warunki dla zwiększenia konkurencyjności polskich firm. Szczególnie obiecujące są sektory transportu, obronności i budownictwa, w których kompozyty mogą odgrywać kluczową rolę w transformacji technologicznej.

7. Współpraca międzynarodowa

W dobie globalnych wyzwań gospodarczych i środowiskowych, współpraca międzynarodowa stanowi nieodzowny element skutecznej polityki rozwoju zaawansowanych technologii materiałowych. Działania na poziomie międzynarodowym umożliwiają dostęp do wiedzy, rynków, partnerstw badawczych oraz transferu technologii, co wzmacnia pozycję Polski na arenie globalnej. Strategia zakłada ukierunkowaną współpracę z kluczowymi regionami świata i instytucjami wspierającymi innowacje.

7.1 Kluczowe kierunki współpracy

Aby efektywnie rozwijać sektor kompozytów, niezbędne jest zaangażowanie w międzynarodowe programy badawcze i partnerskie, szczególnie z podmiotami, które dysponują doświadczeniem, technologią oraz możliwościami rynkowymi. Poniższe kierunki wskazują najbardziej obiecujące obszary rozwoju współpracy międzynarodowej:

Unia Europejska:

Współpraca z krajami UE odgrywa kluczową rolę w integracji polskich podmiotów z europejską przestrzenią badawczo-rozwojową i przemysłową.

- *Intensyfikacja współpracy w ramach programów badawczo-rozwojowych* – udział w programach takich jak Horizon Europe czy EUREKA daje dostęp do finansowania, wiedzy i partnerstw z najlepszymi ośrodkami w Europie.
- *Promowanie polskich technologii na poziomie europejskim* – wspólne prezentowanie osiągnięć na targach i konferencjach zwiększa rozpoznawalność polskich rozwiązań i ułatwia nawiązywanie kontaktów biznesowych.

Korea Południowa, Kanada, Singapur, USA:

Partnerstwa z krajami o wysokim poziomie innowacyjności pozwalają na szybszy transfer technologii i rozwój wspólnych projektów.

- *Nawiązanie bilateralnych porozumień dotyczących transferu technologii i wspólnych badań* – takie porozumienia mogą stanowić podstawę do tworzenia długoterminowych programów współpracy naukowej i przemysłowej.
- *Organizacja delegacji handlowych i warsztatów dla przedsiębiorców z obu stron* – spotkania bezpośrednie pozwalają lepiej zrozumieć potrzeby i możliwości partnerów, co przekłada się na skuteczniejsze wdrożenia.
- *Udział w targach* – obecność na prestiżowych wydarzeniach branżowych w tych krajach umożliwia promocję technologii i zdobywanie kontraktów.

Afryka i Ameryka Południowa:

Rynki wschodzące oferują nowe możliwości wdrożeniowe i eksportowe, szczególnie w sektorach infrastrukturalnych i energetycznych.

- *Badanie potencjału wdrożenia technologii kompozytowych* – analiza potrzeb lokalnych gospodarek może ujawnić nisze, w których polskie technologie będą szczególnie konkurencyjne.
- *Rozpoczęcie projektów pilotażowych* – pilotaże umożliwiają przetestowanie rozwiązań w warunkach lokalnych i przygotowanie gruntu pod szerszą ekspansję.

Strategia Rozwoju Sektora Kompozytów

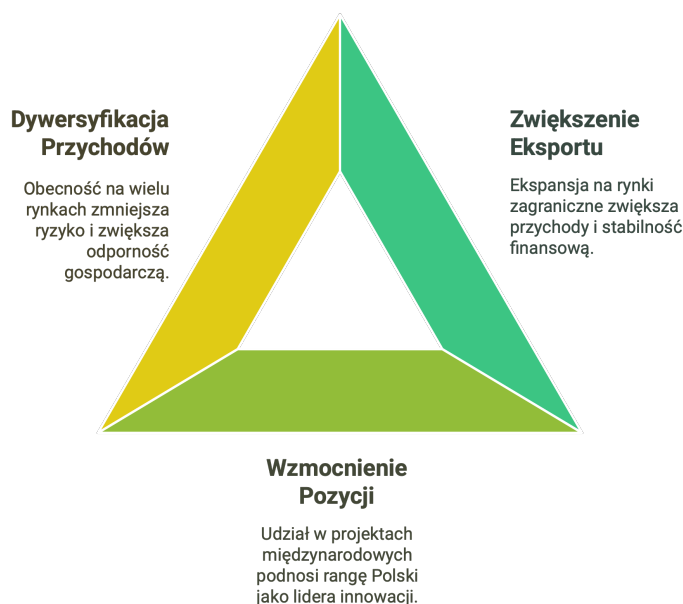


7.2 Korzyści płynące z internacjonalizacji

Rozszerzenie działalności na rynki międzynarodowe przynosi liczne korzyści – nie tylko finansowe, ale również wizerunkowe i strategiczne. Internacjonalizacja pozwala na lepsze wykorzystanie potencjału innowacyjnego polskich firm oraz wzmacnia pozycję kraju jako dostawcy nowoczesnych technologii.

- *Zwiększenie eksportu polskich technologii zaawansowanych materiałów kompozytowych* – ekspansja na rynki zagraniczne przyczynia się do wzrostu przychodów i budowy stabilnych źródeł zysków.
- *Wzmocnienie pozycji Polski jako lidera innowacji w regionie Europy Środkowo-Wschodniej* – udział w międzynarodowych projektach i wspólnych inicjatywach podnosi rangę polskich jednostek badawczych i firm.
- *Dywersyfikacja źródeł przychodów dla polskich przedsiębiorstw* – obecność na wielu rynkach ogranicza ryzyko uzależnienia od sytuacji krajowej i zwiększa odporność na kryzysy gospodarcze.

Korzyści z Internacjonalizacji



8. Zastosowania zaawansowanych materiałów kompozytowych

Materiały kompozytowe dzięki swojej lekkości, wytrzymałości i odporności na czynniki zewnętrzne znajdują coraz szersze zastosowanie w wielu sektorach gospodarki. Ich

wykorzystanie wspiera transformację technologiczną i ekologiczną w budownictwie, transporcie oraz obronności. Poniżej przedstawiono kluczowe obszary, w których innowacyjne kompozyty mają potencjał, by znacząco poprawić efektywność, bezpieczeństwo i zrównoważony rozwój.

8.1 Sektor budowlany

Budownictwo to jeden z głównych obszarów, w których materiały kompozytowe mogą wnieść istotne zmiany, zarówno w kontekście ograniczenia emisji, jak i podniesienia jakości infrastruktury. Ich zastosowanie pozwala realizować założenia niskoemisyjnych technologii budowlanych i tworzyć konstrukcje odporne na ekstremalne warunki środowiskowe.

- *Rozwój budynków niskoemisyjnych* – kompozytowe materiały konstrukcyjne umożliwiają projektowanie lekkich, energooszczędnych i trwałych budynków. Dzięki zmniejszeniu masy konstrukcji można również ograniczyć zużycie materiałów i energii w całym cyklu życia budynku.
- *Adaptacja budynków istniejących* – lekkie elementy kompozytowe znajdują zastosowanie w modernizacji istniejących obiektów, np. poprzez dobudowę dodatkowych kondygnacji, co jest szczególnie ważne w kontekście urbanizacji i braku terenów pod nowe inwestycje.
- *Materiały kompozytowe w infrastrukturze* – kompozyty stosowane w budowie mostów, turbin wiatrowych czy instalacji off-shore zwiększają trwałość infrastruktury i odporność na warunki atmosferyczne.
- *Infrastruktura wodorowa* – kompozyty odgrywają także kluczową rolę w rozwoju systemów magazynowania i przesyłu wodoru – technologii przyszłości w energetyce niskoemisyjnej.

8.2 Transport

Sektor transportowy zyskuje najwięcej na wykorzystaniu lekkich i wytrzymałych materiałów kompozytowych, które przekładają się bezpośrednio na zmniejszenie masy pojazdów, zużycia energii i emisji spalin.

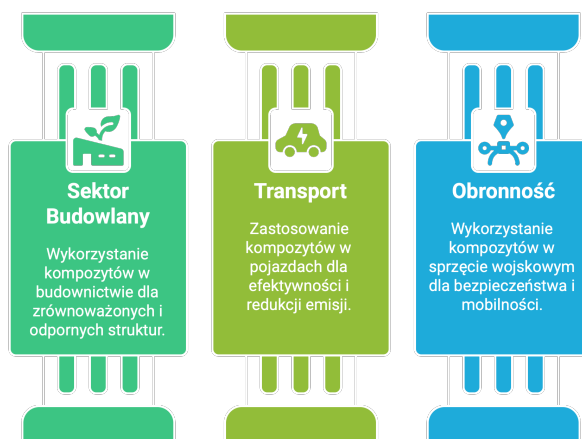
- *Motoryzacja* – kompozyty pozwalają projektować lżejsze pojazdy elektryczne o większym zasięgu i lepszej wydajności energetycznej. Są także kluczowe w ograniczaniu emisji CO₂ w transporcie drogowym poprzez zastępowanie cięższych komponentów metalowych.
- *Lotnictwo i kolej* – w sektorze lotniczym i kolejowym redukcja masy konstrukcyjnej przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz wyższe bezpieczeństwo i niezawodność. Kompozyty są również wykorzystywane do produkcji zbiorników wysokociśnieniowych, umożliwiających stosowanie wodoru jako alternatywnego źródła napędu.

8.3 Obronność

W przemyśle obronnym materiały kompozytowe mają strategiczne znaczenie – umożliwiają budowę sprzętu lżejszego, bardziej mobilnego i jednocześnie bardziej odpornego na uszkodzenia. Ich zalety przekładają się na zwiększenie bezpieczeństwa i skuteczności działań operacyjnych.

- *Drony i pojazdy bojowe* – lekkie kompozyty umożliwiają budowę szybkich, trudnych do wykrycia i efektywnych energetycznie platform bojowych. Pancerze kompozytowe poprawiają ochronę przed ostrzałem i eksplozjami.
- *Ochrona żołnierza* – dzięki wykorzystaniu włókien aramidowych i polietylenowych (UHMWPE) możliwe jest tworzenie hełmów, kamizelek kuloodpornych i egzoszkieleatów, które zwiększają bezpieczeństwo bez nadmiernego obciążania użytkownika.
- *Właściwości balistyczne* – kompozyty ceramiczne i polimerowe skutecznie rozpraszają energię uderzeń, zapewniając wysoki poziom ochrony przy jednoczesnym zmniejszeniu masy.
- *Infrastruktura wojskowa* – w zastosowaniach stacjonarnych, takich jak bunkry czy bariery ochronne, kompozyty zwiększają odporność na ataki i eksplozje, a przy tym są łatwiejsze w transporcie i montażu niż tradycyjne materiały.

Zastosowania Materiałów Kompozytowych



9. Narzędzia wdrożeniowe

Skuteczna realizacja strategii rozwoju zaawansowanych materiałów i technologii kompozytowych wymaga odpowiedniego zaplecza technicznego, organizacyjnego i

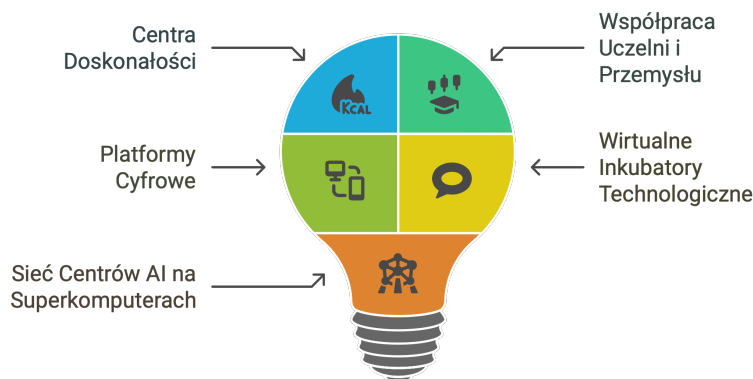
finansowego. Dlatego kluczowym elementem jest stworzenie systemu narzędzi wdrożeniowych, które będą wspierać procesy badawcze, transfer technologii oraz upowszechnianie innowacji. Obejmują one zarówno infrastrukturę badawczą, jak i mechanizmy finansowe oraz działania edukacyjne i promocyjne.

9.1 Infrastruktura badawcza

Nowoczesna infrastruktura naukowo-badawcza stanowi fundament dla rozwoju innowacyjnych technologii. Stworzenie trwałego ekosystemu współpracy pomiędzy jednostkami badawczymi a przemysłem umożliwia szybsze wdrażanie wyników badań i ich komercjalizację.

- *Centra doskonałości* – sieć wyspecjalizowanych laboratoriów zajmujących się innowacjami materiałowymi będzie pełnić rolę krajowych hubów kompetencji, wspierających m.in. certyfikację i testowanie nowych rozwiązań. Tego typu centra umożliwią także skuteczne wdrażanie standardów jakości i bezpieczeństwa.
- *Współpraca uczelni i przemysłu* – połączenie potencjału akademickiego z praktycznym doświadczeniem przedsiębiorstw stworzy warunki do szybszej komercjalizacji wyników badań i rozwoju produktów odpowiadających realnym potrzebom rynku, jak również bezpośrednie zaangażowanie uczelni w prace badawcze z firmami poprzez tworzenie i rozwój istniejących na ich terenie laboratoriów powiązanych z firmami.
- *Platformy cyfrowe* – przyszłość badań i rozwoju technologii leży w integracji cyfrowych narzędzi i współpracy zdalnej.
- *Wirtualne inkubatory technologiczne* – umożliwią projektowanie i testowanie innowacji w środowisku cyfrowym, co przyspieszy procesy wdrożeniowe i obniży koszty rozwoju produktów.
- *Sieć centrów AI na superkomputerach* – wykorzystanie sztucznej inteligencji w badaniach nad materiałami kompozytowymi pozwoli na tworzenie zaawansowanych modeli predykcyjnych, optymalizację procesów oraz standaryzację analiz materiałowych i bezpieczeństwa danych. Tego typu infrastruktura umożliwi integrację interdyscyplinarnych zespołów pracujących nad złożonymi zagadnieniami.

Wzmacnianie Innowacji poprzez Infrastrukturę Badawczą



9.2 Mechanizmy wsparcia

Aby innowacje mogły być skutecznie wdrażane i skalowane, konieczne są stabilne i elastyczne mechanizmy finansowe oraz działania informacyjno-edukacyjne, które wzmacniają świadomość rynkową i społeczną.

Programy finansowania

- *Rozszerzenie istniejących funduszy inwestycyjnych dla MŚP* – zapewnienie dedykowanego finansowania umożliwi małym i średnim przedsiębiorstwom podejmowanie ryzykownych, lecz perspektywicznych inwestycji w nowe technologie.
- *Ulgi podatkowe dla firm wdrażających zielone innowacje* – zachęty fiskalne wspierające eko-innowacje pozwolą zwiększyć atrakcyjność inwestycji w technologie kompozytowe oraz ułatwią ich wdrażanie w sektorze produkcyjnym.
- *Wprowadzenie programów finansowania publikacji naukowych w polskich czasopismach* – Utworzenie dedykowanych programów grantowych lub funduszy, które pokrywałyby koszty publikacji w polskich, recenzowanych czasopismach naukowych z zakresu technologii kompozytowych (szczególnie w modelu Open Access). Celem jest zachęcenie polskich badaczy do publikowania wyników w kraju, zwiększenie ich widoczności na arenie międzynarodowej oraz umacnianie krajowego potencjału naukowego i minimalizowanie obciążeń finansowych związanych z publikowaniem za granicą.

Kampanie edukacyjne i promocyjne

- *Zwiększenie świadomości społecznej* – popularyzacja wiedzy o zaletach i możliwościach kompozytów to klucz do akceptacji społecznej i wzrostu popytu na nowoczesne rozwiązania.

- *Organizacja konferencji branżowych* – międzynarodowe wydarzenia, takie jak Kompozyt Expo czy JEC Central Europe, są doskonałą platformą do prezentacji polskich osiągnięć oraz budowania relacji z partnerami zagranicznymi.
- *Scalenie środowiska kompozytowego oraz proaktywne inicjowanie współpracy między członkami Klastra i innymi klastrami branżowymi szczególnie Krajowymi Klastrami Kluczowymi* – Integracja różnych grup interesariuszy – nauki, przemysłu i administracji – umożliwi wspólne wypracowywanie standardów, strategii rozwoju oraz efektywną koordynację działań w skali krajowej.
- *Stworzenie i utrzymanie centralnych baz danych wspierających współpracę i rozwój kompetencji* – W celu maksymalizacji efektywności współpracy między nauką a przemysłem oraz ciągłego podnoszenia kompetencji w sektorze, Polski Klaster Technologii Kompozytowych będzie aktywnie rozwijać i zarządzać dwoma kluczowymi bazami danych:
 - **Bazą danych ekspertów i naukowców:** Zapewni bezpośredni dostęp do kontaktów do wykładowców i badaczy z uczelni i jednostek naukowych w Polsce i za granicą, specjalizujących się w technologiach kompozytowych. Umożliwi to firmom szybkie nawiązywanie kontaktu w celu rozwiązywania konkretnych problemów naukowych i technologicznych.
 - **Bazą danych firm szkoleniowych:** Będzie zawierać informacje o podmiotach oferujących specjalistyczne szkolenia dotyczące technik produkcji kompozytów, obsługi maszyn i oprogramowania. Ta inicjatywa ma na celu budowanie kapitału ludzkiego i zapewnienie wysokiej jakości kadr dla rozwijającego się przemysłu kompozytowego, odpowiadając na zapotrzebowanie na podnoszenie kwalifikacji i świadomości społecznej.

Struktura Wsparcia Innowacji



10. Podsumowanie i wnioski

Strategia Rozwoju Zaawansowanych Materiałów i Technologii Kompozytowych w Polsce stanowi kompleksową odpowiedź na kluczowe wyzwania XXI wieku – zarówno w wymiarze środowiskowym, jak i gospodarczym, technologicznym oraz geopolitycznym. Opiera się na wizji nowoczesnej, odpornej i konkurencyjnej gospodarki, w której technologie kompozytowe pełnią rolę katalizatora innowacji i transformacji przemysłowej.

Ponadto, w celu wzmocnienia innowacyjności i odporności polskiego przemysłu, realizacja strategii wymaga spójnych działań angażujących środowisko naukowe, przedsiębiorców, administrację oraz społeczeństwo jak również rozwijanie aktywnej współpracy z innymi kluczowymi krajowymi klastrami branżowymi, które są odbiorcami lub potencjalnymi użytkownikami zaawansowanych materiałów i technologii kompozytowych (np. klastrami z branży budowlanej, transportowej, energetycznej, obronnej). Przewidziane cele w obszarze ekologii, gospodarki i rozwoju społecznego zostały uzupełnione o zestaw konkretnych pakietów działań obejmujących finansowanie, transfer technologii, współpracę międzynarodową oraz promocję innowacji. Ich wdrożenie – zarówno w krótkim, jak i długim horyzoncie czasowym – pozwoli nie tylko przyspieszyć rozwój nowych technologii, lecz także zwiększyć odporność Polski na wstrząsy zewnętrzne i wewnętrzne.

Silny nacisk położono na rozwój infrastruktury badawczej – fizycznej i cyfrowej – oraz mechanizmy wspierające wdrażanie wyników badań do praktyki przemysłowej. W szczególności zakłada się powstanie centrów doskonałości, wirtualnych inkubatorów i platform AI, które przyczynią się do cyfrowej transformacji sektora. Jednocześnie planowane są zachęty finansowe dla firm, a także kampanie edukacyjne i działania integrujące środowisko branżowe.

Ważnym elementem strategii jest umiędzynarodowienie sektora poprzez uczestnictwo w europejskich i globalnych programach badawczo-rozwojowych, targach pozwalających na promocję polskich technologii na rynkach zagranicznych oraz tworzenie nowych partnerstw strategicznych – zwłaszcza z krajami wysoko rozwiniętymi i dynamicznie rozwijającymi się regionami świata.

Zidentyfikowane zostały również najważniejsze obszary zastosowań materiałów kompozytowych: od budownictwa, przez transport i energetykę, po sektor obronny. Ich rozwój będzie napędzał popyt na innowacje oraz stymulował rozwój nowych kompetencji i miejsc pracy.

Kluczowym warunkiem sukcesu strategii będzie stworzenie sprawnego systemu koordynacji, monitorowania i ewaluacji postępów, opartego na realnych wskaźnikach oraz regularnym dialogu z interesariuszami. Dynamiczne dostosowywanie działań do zmieniającego się otoczenia rynkowego i technologicznego pozwoli na bieżąco korygować kurs i utrzymywać wysoką skuteczność wdrażania.

W kontekście budowania nowoczesnej, bezpiecznej i odpornej gospodarki, kluczowe jest nie tylko generowanie innowacyjnych technologii, ale także zapewnienie suwerenności w zakresie informacji naukowej i technologicznej. Wzmocnienie krajowego obiegu wiedzy poprzez wspieranie wysokiej jakości publikacji w polskich czasopismach naukowych jest integralnym elementem tej strategii, przyczyniającym się do budowy silniejszego społeczeństwa opartego na wiedzy oraz zwiększenia niezależności informacyjnej i technologicznej Polski.

Dzięki wdrożeniu strategii Polska ma szansę stać się liderem innowacji w Europie Środkowo-Wschodniej, budując silny sektor zaawansowanych materiałów i technologii kompozytowych. To z kolei przyczyni się do poprawy jakości życia obywateli, wzmocnienia bezpieczeństwa kraju oraz budowy zrównoważonej i nowoczesnej gospodarki przyszłości.