

Załącznik nr 2 do Uchwały nr 5713/2026
Zarządu Województwa Opolskiego
z dnia 30 czerwca 2026 r.



Fundusze Europejskie
dla Opolskiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



OPOLSKIE

ZAŁĄCZNIK NR 2

**Wniosek o wydanie opinii dla przedsięwzięcia z zakresu infrastruktury
badawczej, zgodnie z postanowieniami Kontraktu Programowego dla
Województwa Opolskiego – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Chemii
Surowców Odnawialnych**

Opole, czerwiec 2026 r.

Wniosek o wydanie opinii dla przedsięwzięcia z zakresu infrastruktury badawczej, zgodnie z postanowieniami Kontraktu Programowego dla Województwa Opolskiego

I. TYTUŁ PRZEDSIĘWZIĘCIA:	Zintegrowana infrastruktura B+R do wytwarzania, charakterystyki i recyklingu kompozytów o osnowie wityrmerów epoksydowych.
----------------------------------	---

II. DANE WNIOSKODAWCY, w tym: - nazwa wnioskodawcy wraz z NIP/REGON, - skład konsorcjum¹, - imię, nazwisko, adres, telefon, e-mail koordynatora podmiotu odpowiedzialnego za składanie wniosku.	Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Chemii Surowców Odnawialnych 749-210-92-60 /000041631 dr inż. Daria Frączak-Dyrektor Instytutu Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Chemii Surowców Odnawialnych, ul. Energetyków 9, 47-225 Kędzierzyn-Koźle daria.fraczak@icso.lukasiewicz.gov.pl +48 77 487 35 70
---	--

II. OPIS PRZEDSIĘWZIĘCIA (w każdym punkcie maks. 6000 znaków)
A. Uzasadnienie dla realizacji infrastruktury badawczej planowanej do wsparcia w ramach programu Fundusze Europejskie dla Opolskiego na lata 2021-2027 Badania prowadzone z wykorzystaniem infrastruktury obejmą dyscyplinę inżynierii materiałowej, w szczególności chemię polimerów, inżynierię kompozytów, technologie przetwórstwa materiałów polimerowych oraz recykling materiałowy zgodny z GOZ. Obejmą syntezę żywic, przygotowanie kompozycji, procesy formowania, analizę strukturalną oraz badania starzeniowe. Celem inwestycji jest uruchomienie zintegrowanej infrastruktury pilotażowej do wytwarzania, charakterystyki i recyklingu chemicznego kompozytów SMC, w tym opartych na wityrmerach epoksydowych oraz innych systemach żywic reaktywnych. Wityrмеры epoks. to nowa grupa polimerów konstrukcyjnych, łączących stabilność term. i wytrż. mech. duroplastów z możliwością re-przetwórstwa i recyklingu chem. Wynika to z obecności w ich strukturze kowalencyjnej sieci adaptacyjnej (Covalent Adaptable Network-CAN). Obserwuje się rosnące zainteresowanie kompozytami o osnowie wityrmerów, nadających się do recyklingu z możliwością odzysku włókien oraz osnowy żywicznej. Potwierdzeniem jest firma Mallinda (USA), która wprowadziła komercyjny system żywiczny VITRIMAX™, przeznaczony do produkcji materiałów z możliwością recyklingu. <u>Dynamiczny wzrost rynku kompozytów SMC w sektorach automotive, OZE i magazynowania energii generuje rosnącą ilość odpadów. Zachodzi więc potrzeba opracowania technologii umożliwiających projektowanie nowych, bardziej zrównoważonych materiałów z możliwością recyklingu i GOZ.</u> W Polsce brakuje infrastruktury badawczej umożliwiającej prowadzenie badań procesowych w technologii SMC. Istniejące linie mają charakter produkcyjny i nie pozwalają na zmianę parametrów ani walidację nowych receptur, gdyż zakłócałoby to wytwarzanie. Brak jest także instalacji do solwolizy wspomaganej ultradźwiękami w skali technologicznej, niezbędnej do odzysku nieuszkodzonych włókien i walidacji recyklingu chemicznego kompozytów nowej generacji.

¹ Jeśli dotyczy.

Projekt nie powiela więc istniejących zasobów regionalnych ani krajowych, lecz uzupełnia lukę infrastrukturalną, co jest zgodne z wymogami FEOP 01.03 oraz warunkami określonymi w Umowie Partnerstwa.

Inwestycja ma znaczenie strategiczne dla województwa opolskiego, którego gospodarka opiera się na sektorach chemicznym, materiałowym i energetycznym. Przedsiębiorstwa regionu m.in. Grupa Azoty ZAK S.A., Silekol, Chespa, ICSO Chemical Production, ANPLAST, Warter oraz MEXEO – zgłaszają rosnące zapotrzebowanie na technologie zgodne z GOZ. Infrastruktura umożliwi prowadzenie pełnego łańcucha prac: synteza i przygotowanie kompozycji, procesy formowania kompozytu, pełna charakterystyka właściwości i recykling chemiczny zgodny z GOZ.

Projekt wspiera kierunki rozwoju wskazane w **SRWO**, przyczyniając się do wzrostu innowacyjności, konkurencyjności przedsiębiorstw i rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. Jednocześnie wpisuje się w **RIS WO 2030**, zwłaszcza w obszary: „chemia i materiały zaawansowane”, „zielona i niskoemisyjna gospodarka” oraz „technologie dla energetyki i transportu”. **RIS WO 2030 identyfikuje obszary wymagające rozwoju infrastruktury badawczej, szczególnie tam, gdzie region ma potencjał (chemia, materiały, GOZ), ale brak mu narzędzi do przejścia od TRL 3–4 do TRL 6–7.**

Planowana infrastruktura eliminuje tę barierę, zapewniając pierwszą w województwie możliwość prowadzenia badań pilotażowych i walidacji procesów w skali zbliżonej do przemysłowej

Inwestycja umożliwi Ł- ICSO:

- realizację projektów, usług oraz zleceń B+R dla przemysłu,
- walidację technologii kompozytów SMC dla różnych osnów,
- rozwój nowych receptur, ścieżek recyklingu i metod oceny trwałości materiałów (w tym bad. starzeniowych),
- pełna char. materiałów – chem., term., mech. i środowiskowa - w pełnym cyklu życia produktu,
- budowania przewagi w obszarach RIS i GOZ.

Przeprowadzona analiza popytu (rozmowy z przedsiębiorstwami, analiza zamówień, przegląd stosowanych rozwiązań, obejmujący technologie dostępne na rynku oraz potrzeby przedsiębiorstw wynikające z aktualnych trendów materiałowych i środowiskowych) potwierdziła zapotrzebowanie na:

- pilotażowe serie komp. SMC z nowymi systemami żywic (w tym witrymerami),
- parametryzację procesów formowania i dojrzewania,
- recykling chem. z odzyskiem włókien, osnowy oraz rozpuszczalnika,
- mat. z recyklatów zgodnymi z GOZ.

Największe potrzeby zgłaszają sektory: transport, energetyka/OZE, budownictwo i producenci żywic. Realizacja inwestycji umożliwi wdrażanie nowoczesnych rozwiązań kompozytowych w powyższych sektorach stawiając na transformację w kierunku GOZ i niskoemisyjności. Oczekiwane efekty: zmniejszenie wpływu odpadów kompozytowych na środowisko, skrócenie ścieżki od laboratorium do skali pilotażowej, wzrost ilości wdrożeń, przychody z usług oraz wzrost aktywności projektowej, patentowej i publikacyjnej. Współpraca z przedsiębiorstwami będzie realizowana zarówno w formie usług B+R, jak i wspólnych projektów z podziałem praw własności intelektualnej.

Projekt jest zgodny z zasadą **DNSH (Do No Significant Harm)**: obejmuje odzysk osnowy, włókien i rozpuszczalników, minimalizację emisji LZO i gospodarkę odpadami.

Nowa infrastruktura umożliwi prowadzenie kompleksowych badań od TRL 3–4 do TRL 6–7, co pozwoli skrócić czas przejścia od etapu koncepcji do walidacji pilotażowej z kilku lat do kilkunastu m-cy. Pierwsze pełne serie demonstracyjne planowane są w ciągu 12 m-cy od uruchomienia, natomiast pierwsze rezultaty wdrożeniowe i umowy komercyjne przewidywane są w okresie 24 m-cy.

Infrastruktura SMC i instalacja recyklingu chemicznego będą mogły być wykorzystywane w dydaktyce do:

- szkoleń specjalistycznych,
- warsztatów praktycznych,
- staży inż./mgr,
- prowadzenia zajęć laboratoryjnych dla studentów kierunków chemicznych, materiałowych, technologicznych,
- doktoratów wdrożeniowych oraz staży przemysłowych.

Inwestycja umożliwi Ł- ICSO pełnienie funkcji:

- **partnera dydaktycznego** uczelni z regionu (Uniwersytet Opolski, Politechnika Opolska),

- **miejsca realizacji projektów studenckich**, prac dyplomowych, doktoratów wdrożeniowych.

B. Opis zakresu rzeczowego przedsięwzięcia, wykazanie związku z posiadanymi zasobami infrastrukturalnymi

Zasoby Ł-ICSO:

- **zestaw RTM (40×40 cm)** – przeznaczony do wytwarzania niewielkich próbek kompozytowych metodą niskociśnieniową; technologia ta nie jest porównywalna ani zastępowalna względem procesów SMC.
- **Wanna ultradźwiękowa 50×50 cm** – odpowiednia jedynie do badań laboratoryjnych; brak możliwości prowadzenia procesów recyklingu chemicznego w większej skali.
- **Wyparki obrotowe** pozwalające na skuteczne wydzielenie recyklatu i odzysk rozpuszczalników - praca wyłącznie w systemie periodycznym
- **Prasa hydrauliczna** – do utwardzania i prasowania kompozytów oraz przeprowadzania testów recyklingu termo-mechanicznego uzyskanych mat. witymerowych.

Przedstawione zasoby nie są substytucyjne względem projektowanej infrastruktury – różnią się skalą, reżimami procesowymi oraz zakresem walidacji. Pozwalają jedynie na wstępne prace koncepcyjno-laboratoryjne i nie zapewniają pełnego łańcucha technologicznego oraz skalowania wymaganego do realizacji projektów powyżej TRL 5 ani prowadzenia współpracy z przemysłem. Ponadto w krajowej infrastrukturze B+R nie ma instalacji do solwolizy kompozytów wspomaganych ultradźwiękami w skali technologicznej, pozwalającej na nieniszczący odzysk włókien wzmacniających.

PLANOWANA INFRASTRUKTURA

1. Linia do SMC (skala pilotażowa) złożona z:

- **Sekcja przygotowania mieszaniny** pozwalająca na produkcję ciągłej maty kompozytowej o szerokości 40 cm, obejmująca układ zbiorników, dozowników i mieszalników, systemów podawania folii nośnej oraz dozowników kompozycji żywicznej i włókien (osnowa witymerowa, napełniacze, włókna, dodatki).
- **Sekcja formowania SMC** (impregnacja i kalandrowanie).
- **Sekcja dojrzewania** (wstępne reakcje sieciowania, uzyskiwanie odpowiedniej konsystencji i lepkości).
- **Sekcja utwardzania** (posiadana prasa hydrauliczna).
- **System monitoringu parametrów.**

KOSZT – 2 000 000 zł

2. Instalacja do recyklingu chemicznego z wspomaganie ultradźwiękowym złożona z:

- **Wanna ultradźwiękowa technologiczna** (wielkość 150x50 cm, regulacja częstotliwości/mocy, możliwość pracy z odpowiednimi rozpuszczalnikami/środkami reakcyjnymi).
- **Układ obiegu i kondycjonowania** (T, przepływ, separacja faz).
- **System wydzielenia i odzysku recyklatu oraz rozpuszczalników** - wyparka cienkowarstwowa o natężeniu przepływu ok. 10 l/h, temperaturze roboczej do 300 °C i próżni 1 mm Hg absolutne, pozwalająca na skuteczne usunięcie rozpuszczalnika po procesie solwolizy. Krótki czas przebywania w wysokiej temp. ogranicza niepożądane procesy polimeryzacji recyklatów.

KOSZT – 1 000 000 zł

3. Aparatura analityczna

- **Komora starzeniowa** - testy starzeniowe mat. w kontrolowanych warunkach.

KOSZT - 250 000 zł

- **DMTA** - MCR 703 MULTIDRIVE RHEOMETER/DYNAMIC MECHANICAL ANALYZER – Anton Paar- pomiar wł. mech. i lepkośćprężystych.

KOSZT - 700 000 zł

Projekt obejmuje roboty instalacyjne niezbędne do montażu infrastruktury, w szczególności: wykonanie przyłączy mediów procesowych, modernizację infrastruktury elektrycznej, montaż systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej a także system zasilania awaryjnego.

KOSZT – 500 000 zł.

W ramach **programu rozwoju kompetencji** (80–120 h/os.) planuje się realizację specjalistycznych szkoleń ukierunkowanych na zwiększenie skuteczności transferu technologii kompozytowych do przemysłu. Dobór tematów odpowiada kluczowym potrzebom kadry technicznej i badawczej w zakresie przetwórstwa kompozytów, analiz materiałowych, zrównoważonego projektowania oraz komercjalizacji usług B+R.

KOSZT– 20 000zł.

Przykład szkoleń:

- Kompozyty polimerowe i ich przetwórstwo – EMT Systems", koszt: 3950 zł. Szkolenie obejmuje m.in. metody wytwarzania struktur kompozytowych oraz badania jakości materiałów.
- DOE – Design of Experiments. Techniki projektowania eksperymentów" – Progress Project, koszt: 1790 zł
- „Ocena cyklu życia (LCA) – kurs ISO 14040 i ISO 14044" – Bureau Veritas, koszt: 1700 zł.

SPÓJNOŚĆ AGENDY Z NOWĄ INFRASTRUKTURĄ: Nowa infrastruktura umożliwi prowadzenie badań w zakresie TRL 4-7, walidację materiałów kompozytowych w warunkach zbliżonych do przemysłowych oraz pełny cykl recyklingowy - czego dotychczasowa infrastruktura Ł-ICSO ani regionalne ośrodki B+R nie są w stanie zapewnić.

1. **Linia SMC** umożliwi:

- przygotowanie kompozycji w sposób ciągły w warunkach zbliżonych do przemysłowych,
- walidację skalowalności,
- prowadzenie badań z zakresu TRL 4-7,
- wykonanie mat. pilotażowych dla partnerów przemysłowych,
- produkcję małotonażową dedykowanych materiałów SMC dla partnerów przemysłowych, w ramach m.in. prac rozwojowych.

2. **Instalacja do recyklingu chemicznego** umożliwi:

- badanie procesów solwolizy z kontrolą parametrów
- nieniszczący odzysk komponentów do ponownej syntezy (włókna, osnowa),
- porównanie efektywności różnych ścieżek recyklingu (mechanicznego i chem.).

3. **Badania DMTA** umożliwią pełną char. wł. dynamicznomechanicznych kompozytów SMC, w tym ocenę stopnia sieciowania, Tg, sztywności, tłumienia (współczynnik strat) oraz zmian strukturalnych wynikających z obciążeń termicznych, eksploatacyjnych i cykli recyklingu. Dzięki temu możliwa będzie walidacja stabilności wł. i efektywności wymiany wiązań dynamicznych w witymerach.

4. **Komora starzeniowa** umożliwi:

- prowadzenie testów przyspieszonego starzenia materiałów w kontrolowanych war. temp., wilgotności i ekspozycji środowiskowej,
- weryfikację stabilności wł. kompozytów witymerowych SMC po długotrwałej eksploatacji symulowanej w skróconym czasie
- ocenę wpływu środowiska na wielokrotny recykling - porównanie próbek „zerowych" i po bad. starzeniowych pod kątem możliwości do ponownego przetwarzania i zachowania wł. użytkowych,
- dostarczenie danych niezbędnych do modeli **LCA/LCC** oraz do określenia rzeczywistej żywotności mat. w warunkach pracy (automotive/OZE/budownictwo).

Projekt pozwoli na rozwinięcie wyników prac zakończonych i realizowanych w Ł - ICSO projektów m.in. ESTELLA (Horyzont Europa), ReDesign (CORNET) a tym samym pełne wykorzystanie rezultatów projektów w praktyce przemysłowej.

C. Harmonogram rzeczowo-finansowy projektu, trwałość przedsięwzięcia, założenia dotyczące przychodów wykorzystania infrastruktury do celów gospodarczych

Projekt obejmuje cztery główne kategorie wydatków:

1. **Infrastruktura badawcza** – zakup zintegrowanej linii pilotażowej SMC, instalacja do recyklingu chemicznego wspomaganym UD, komorą starzeniową oraz DMTA, odpowiadający specyfikacji technicznej i zakresowi funkcjonalnemu określonymu w sekcji B.
2. **Roboty instalacyjne** – wykonanie przyłączy mediów i modernizacji instalacji elektrycznej pod zabudowę powyższej infrastruktury.
3. **Rozwój kompetencji personelu** – działania szkoleniowe dla kluczowego zespołu, będą prowadzone w trakcie wdrażania infrastruktury oraz na początku jej funkcjonowania.
4. **Koszty pośrednie** – koszty ogólne związane z realizacją i funkcjonowaniem projektu (energia, media, ubezpieczenie, admin., BHP).

Harmonogram rzeczowo-finansowy obejmuje całkowitą wartość projektu na poziomie 5 740 tys. zł, w tym koszty kwalifikowane 4 716 tys. zł. Wnioskowane dofinansowanie z EFRR wynosi 3 675 tys. zł, natomiast wkład własny 1 041 tys. zł. Największą część budżetu stanowią wydatki na infrastrukturę badawczą 3 950 tys. zł kosztów kwalifikowanych. Pozostałe pozycje obejmują infrastrukturę budowlano-instalacyjną 500 tys. zł oraz rozwój kompetencji personelu 20 tys. zł. Koszty pośrednie (7%) wynoszą ok 246 tys. zł.

Planowane jest wykorzystanie instalacji w działalności gospodarczej w zakresie odpowiadającym 21% rocznego czasu jej pracy, co wynika z dostępnego potencjału kadrowego oraz analizy zapotrzebowania rynku. Pozostały czas pracy instalacji będzie przeznaczony na działalność statutową, realizację projektów B+R oraz prace rozwojowe.

Zakłada się finansowanie wkładu własnego ze środków własnych jednostki, w tym pochodzących z prowadzonej działalności statutowej oraz działalności komercyjnej. Wkład własny zostanie zapewniony w następujący sposób:

- w części projektu dot. działalności niegospodarczej

- wkład własny pieniężny ze środków własnych jednostki

- w części projektu dot. działalności gospodarczej

- środków własnych jednostki, pochodzących z działalności komercyjnej, w szczególności z:
 - a) świadczenia usług dla przedsiębiorstw,
 - b) prowadzenie badań na zlecenie podmiotów,
 - c) wynajem infrastruktury naukowej na rzecz przedsiębiorstw.

Planowany harmonogram przedsięwzięcia obejmuje koszty realizacji w podziale na dwie fazy:

1. **Faza przygotowawcza** obejmuje przygotowanie dokumentacji technicznej i przetargowej, przeprowadzenie procedur zakupowych oraz przygotowanie projektu adaptacji wraz z uzgodnieniami instalacyjnymi.
2. **Faza implementacyjna** obejmuje zakup, dostawę, montaż i walidację infrastruktury badawczej, adaptację hali technologicznej oraz realizację szkoleń.

Szacowane, przewidywane roczne koszty funkcjonowania infrastruktury w okresie funkcjonowania i po okresie zakończenia projektu będą wynosić ok. 120 tys. zł rocznie (ok. 3% wartości infrastruktury) i obejmują:

- koszty związane z utrzymaniem i eksploatacją instalacji, w tym zużycie energii elektrycznej, ogrzewania oraz innych mediów niezbędnych do pracy urządzeń,
- koszty osobowe związane z obsługą infrastruktury,
- koszty materiałów eksploatacyjnych i odczynników,
- koszty dotyczące serwisu instalacji, przeglądów technicznych, kalibracji aparatury,
- koszty ogólne, takie jak ubezpieczenie infrastruktury, gospodarka odpadami, koszty administracyjne itp.

Koszty te oszacowano na podstawie parametrów technicznych aparatury, przewidywanej intensywności użytkowania oraz warunków serwisowych dostawców.

Plany finansowania utrzymania infrastruktury w okresie użytkowania po zakończeniu projektu przewidują korzystanie z kilku źródeł, co zapewni stabilność funkcjonowania zaplecza badawczego, w tym:

- przychody z realizacji usług badawczych dla przedsiębiorstw,
- pozyskiwanie grantów na projekty B+R,
- środki własne jednostki.

Zakładany stopień wykorzystania infrastruktury do działalności gospodarczej kształtuje się na poziomie 21%. Zakłada się świadczenie usług B+R w ramach kilku obszarów, na obecnym etapie nie jest możliwe pełne określenie wszystkich usług realizowanych z wykorzystaniem infrastruktury, dlatego

wskazano przykładowe obszary m.in. analiza DMTA i testy starzeniowe materiałów, usługi realizowane z wykorzystaniem linii SMC, usługi na wyparce oraz procesów recyklingu chemicznego. W pierwszych latach przewiduje się stopniowy wzrost liczby realizowanych usług wynikający z rosnącej współpracy z przedsiębiorstwami.

Przyjęto orientacyjne stawki jednostkowe dla wybranych usług:

- analiza DMTA / badania starzeniowe ok. 2 000 zł/usługę,
- usługa realizowana na linii SMC ok. 5 000 zł/dzień pracy aparatury,
- usługa z wykorzystaniem wyparki ok. 2 000 zł/dzień pracy,
- usługa związana z recyklingiem ok. 3 000 zł/usługę.

Kwoty usług obejmują kompleksową realizację analiz i usług B+R, w tym przygotowanie materiału, realizację procesu technologicznego, wykonanie badań, interpretację wyników oraz opracowanie raportu dla klienta. W kalkulacji uwzględniono koszty materiałów i odczynników, pracy personelu, wykorzystania aparatury badawczej oraz opracowania wyników.

Szacuje się, że średnie roczne przychody z działalności gospodarczej z wykorzystaniem infrastruktury, w tym linii SMC, będą kształtować się na poziomie ok. 100 tys. zł rocznie.

Planowany okres użytkowania infrastruktury badawczej wynosi co najmniej 10 lat. Po okresie ok. 6 lat przewiduje się inwestycje odtworzeniowe obejmujące wymianę elementów eksploatacyjnych oraz modernizację instalacji. Szacowany koszt tych działań wynosi ok. 8% wartości instalacji, tj. ok. 316 tys. zł. Modernizacja będzie realizowana etapowo w zależności od stopnia zużycia instalacji. Finansowanie planowane jest z nadwyżek z działalności komercyjnej, środków własnych jednostki oraz projektów wspierających rozwój i modernizację infrastruktury badawczej.

Stopień zaawansowania przygotowania przedsięwzięcia został określony na podstawie przeprowadzonego rozeznania rynku i uzyskanych wstępnych ofert cenowych. Inwestycja obejmuje wyłącznie adaptację istniejącego pomieszczenia (hali technologicznej) i nie wymaga pozwolenia na budowę ani decyzji środowiskowej.

D. Opis celów badawczych oraz programu badań realizowanych w oparciu o wnioskowaną infrastrukturę wraz z opisem koncepcji realizacji programu badawczego

Cel główny

Opracowanie i walidacja **skalowalnych technologii** wytwarzania **oraz recyklingu kompozytów SMC na bazie witymerów epoksydowych**, z wykorzystaniem nowo wytworzonej infrastruktury: **linii pilotażowej SMC** oraz **instalacji recyklingu chemicznego wspomaganego ultradźwiękami (UD)**. Badania obejmą pełny łańcuch technologiczny - syntezę i przygotowanie kompozycji, formowanie i charakterystykę oraz opracowanie ścieżek recyklingu zgodnych z założeniami GOZ.

Cele szczegółowe

1. Opracowanie i modyfikacja osnowy witymerowej kompatybilnej z technologią SMC, umożliwiającej wielokrotne przetwarzanie, samonaprawę struktury i recykling chem.
2. Zaprojektowanie i optymalizacja receptur kompozytów SMC (żywica, katalizatory CAN/latentne, napelniacze mineralne, włókna szklane/węglowe, dodatki funkcjonalne).
3. Parametryzacja procesu wytwarzania SMC na linii pilotażowej: mieszanie, dojrzewanie, formowanie, kontrola reologii i jednorodności mat SMC.
4. Walidacja procesów prasowania i utwardzania w war. zbliżonych do przemysłowych, umożliwiających przejście z TRL 3–4 do TRL 6–7.
5. Charakterystyka materiałowa kompozytów z użyciem DMTA i maszyny wytrzymałościowej, celem określenia zależności pomiędzy strukturą, stopniem sieciowania a wł. użytkowymi.
6. Opracowanie i optymalizacja procesu recyklingu chem.(solwoliza) z wykorzystaniem specjalnie zaprojektowanych wanien UD o regulowanej mocy i częstotliwości, pozwalająca na odzysk osnowy, włókien i rozpuszczalników.
7. Ocena trwałości, powtarzalności i możliwości wielokrotnego recyklingu kompozytów witymerowych, w tym zachowania CAN po kolejnych cyklach przetwarzania.
8. Wpływ zawrotu rozpuszczalnika do kolejnych procesów solwolizy.
9. Opracowanie modeli LCA i LCC oraz scenariuszy środowiskowo-ekonomicznych dla technologii wytwarzania mat. kompozytowych o osnowie witymerów epoksydowych metodą SMC, porównanych z konwencjonalnymi kompozytami SMC opartymi na żywicach konwencjonalnych, nie podlegających recyklingowi.

10. Przygotowanie technologii do wdrożenia do praktyki przemysłowej, w tym: przygotowanie dokumentacji projektowej i technicznej, określenie parametrów produkcji partii pilotażowych oraz rekomendacje wdrożeniowe dla sektorów: automotive, budownictwo, OZE.

Powstała infrastruktura badawcza będzie wykorzystywana poprzez integrację istniejących w Instytucie technik analitycznych z planowaną aparaturą, w tym: spektrometrem FTIR, maszyną wytrzymałościową, aparaturą TG/DSC oraz reometrem oscylacyjnym.

PLANOWANY ZAKRES BADAŃ:

Faza 1: Synteza i dobór materiałów (TRL 3–4)

- Synteza żywic witymerowych epoksydowych z katalizatorami wymiany kowalencyjnej (CAN).
- Badania kompatybilności systemu witymerowego z napełniaczami i włóknami stosowanymi w SMC.
- Charakterystyka termiczna, termo-mechaniczna i chemiczna (DSC, TGA, DMTA, FTIR) oraz reologia mieszanin.

Faza 2: Opracowanie i skalowanie procesu SMC (TRL 4–5)

- Testy laboratoryjne przygotowania mieszaniny SMC.
- Opracowanie war. mieszania, doboru lepkości i parametrów dojrzewania.
- Przejście do linii pilotażowej: monitorowanie parametrów (T, p, siła rozprowadzania, jednorodność).
- Wytwarzanie partii testowych technologią SMC.

Faza 3: Formowanie, utwardzanie i walidacja (TRL 5–6)

- Prasowanie prototypowych elementów.
- Badania wytrzymałości, udarności, modułu sprężystości, stabilności termicznej.
- Analiza stopnia sieciowania i struktury poprzecznej (FTIR, TGA, DSC, DMTA).
- Iteracyjne korekty receptur i parametrów procesowych.

Faza 4: Recykling chemiczny (TRL 5–6)

- Opracowanie warunków solwolizy z mieszaniem UD.
- Analiza wpływu mocy i częstotliwości UD na wydajność recyklingu.
- Odzysk osnowy, włókien i rozpuszczalnika, ocena jakości odzyskanego materiału.
- Ocena możliwości ponownego wykorzystania odzyskanych recyklatów w nowych kompozycjach.

Faza 5: Wielokrotny cykl użytkowania (TRL 6–7)

- Testy starzeniowe i powtarzalności cykli przetwarzania.
- Ocena efektywności „zamkniętego obiegu” (materiał–produkt–recykling–produkt).
- Porównanie właściwości po kolejnych etapach przetwarzania.

Faza 6: LCA, LCC i przygotowanie technologii do wdrożenia

- Modele cyklu życia i kosztów.
- Scenariusze środowiskowe i ekonomiczne.
- Rekomendacje wdrożeniowe dla przemysłu.

Hipotezy/ pytania badawcze

- Jakie parametry procesu SMC (T, t, p, napełnienie, reologia) determinują jednorodność maty i właściwości gotowych kompozytów?
- Jak moc i częstotliwość UD wpływają na efektywność solwolizy i jakość odzyskanych komponentów.
- Jakie są granice wielokrotnego recyklingu z zachowaniem właściwości termo-mechanicznych (DMTA) oraz które ścieżki odzysku są najbardziej efektywne?
- Witymery zachowują właściwości użytkowe w cyklach recyklingu dzięki obecności w swojej strukturze CAN.
- Które ścieżki recyklingu (mechaniczne vs. chemiczne) są bardziej efektywne środowiskowo i kosztowo (LCA/LCC).

Agenda badawcza obejmuje zagadnienia, których realizacja jest niemożliwa przy wykorzystaniu obecnej infrastruktury Ł-ICSO. Prowadzenie badań procesowych w technologii SMC wymaga pełnej linii pilotażowej, umożliwiającej parametryzację mieszania, nasycania, dojrzewania i prasowania w warunkach zbliżonych do przemysłowych, co jest kluczowe dla przejścia z TRL 3–4 do TRL 6–7. Z kolei opracowanie i walidacja ścieżek recyklingu chem. nie mogą być przeprowadzone na dostępnej wannie laboratoryjnej – nie zapewnia ona stabilności parametrów ani możliwości operowania w skali

technologicznej. Nowa infrastruktura jest zatem warunkiem niezbędnym dla realizacji pełnej agendy badawczej, jej skalowania oraz przygotowania wyników do wdrożeń przemysłowych.

Realizacja programu badawczego wpisuje się w założenie, że realizowane będą projekty umożliwiające rozwój branż zidentyfikowanych jako inteligentne specjalizacje regionalne w RIS WO 2030, w szczególności w obszarach: chemii i materiałów zaawansowanych, zielonej i niskoemisyjnej gospodarki oraz technologii dla energetyki i transportu. Projekt bezpośrednio wspiera te kierunki poprzez rozwój zaawansowanych materiałów kompozytowych i technologii GOZ.

E. Opis potencjału wnioskodawcy oraz opis proponowanej struktury własnościowej i operacyjnej infrastruktury

Nowa infrastruktura (linia SMC, instalacja solwolizy wspomaganej ultradźwiękami, aparatura DMTA oraz komora starzeniowa) będzie stanowiła własność Ł-ICSO zostanie zainstalowana w istniejących i funkcjonujących na co dzień laboratoriach Grupy Badawczej Chemii Analitycznej a także hali technologicznej Grupy Badawczej Zaawansowanych Materiałów i GOZ. Operatorem będzie dedykowany zespół:

- **Kierownik Infrastruktury.** Plan obciążenia, koordynacja rezerwacji, nadzór SLA i zgodności z Regulaminem Dostępu.
- **Kierownik Linii SMC.** Parametryzacja, DoE, walidacje procesowe.
- **Kierownik Instalacji Solwolizy.** Bezpieczeństwo procesowe (BHP/ATEX), bilans rozpuszczalników, odzysk reagentów.
- **Kierownik badań analitycznych.** bad. starzeniowe, DMTA - kalibracje, walidacje metod, spójność pomiarowa.
- **Koordynator Komercjalizacji.** Ofertowanie i kontraktowanie usług B+R, zasady IP, cennik, rozliczenia.

Zespół Ł-ICSO posiada wieloletnie, potwierdzone wdrożeniami do praktyki przemysłowej kompetencje w zakresie syntezy żywic epoksydowych (w tym witymerowych), przetwórstwa kompozytów, analiz termicznych i spektroskopowych (DSC, TGA, FTIR) oraz planowania eksperymentów (DoE); dysponuje doświadczeniem projektowym oraz we współpracy z przemysłem. Nowa infrastruktura będzie miała istotny wpływ na rozwój województwa opolskiego, którego gospodarka opiera się na sektorze chemicznym, materiałowym i energetycznym. W bezpośrednim otoczeniu Ł-ICSO funkcjonują przedsiębiorstwa kluczowe dla regionu, m.in. Grupa Azoty ZAK S.A., Silekol, Chespa, ICSO Chemical Production, ANPLAST, Warter oraz MEXEO, które korzystają z usług badawczych i analitycznych Instytutu.

Infrastruktura umożliwi rozwój w regionie nowego kierunku badań i usług B+R w obszarze inżynierii materiałowej dla zastosowań w OZE oraz automotive, sektorach o rosnącym znaczeniu dla gospodarki województwa opolskiego i kierunków RIS WO 2030.

W województwie opolskim nie istnieje infrastruktura pilotażowa umożliwiająca prowadzenie badań w technologii kompozytów SMC, co ogranicza rozwój tego typu kompetencji w regionie. Utworzenie infrastruktury w Ł-ICSO pozwoli wypełnić tę lukę, zapewniając lokalnym przedsiębiorstwom dostęp do badań i rozwoju innowacji materiałowych wspierając rozwój specjalizacji regionalnych w obszarze zaawansowanych materiałów oraz technologii GOZ.

Dorobek i własność intelektualna

Ł-ICSO posiada silny potencjał naukowo-badawczy i wdrożeniowy, co potwierdzają liczne realizacje projektów krajowych i międzynarodowych (Horyzont Europa, Eureka, POIR), 895 wdrożeń przemysłowych, 1782 patenty oraz ponad 2268 publikacji naukowych, w tym z obszaru recyklingu chemicznego, przetwórstwa polimerów i technologii kompozytowych.

Najważniejsze publikacje i patenty zespołu związane z tematyką agendy badawczej z ostatnich 4 lat:

1. Zgł. patentowe nr P.452251 „Sposób wytwarzania witymeru epoksydowego z wykorzystaniem imidazoliowej cieczy jonowej” - 05.2025
2. Zgł. patentowe nr. P.452253 „Sposób wytwarzania witymeru epoksydowego z wykorzystaniem imidazoliowej cieczy jonowej” - 05.2025
3. Zgł. patentowe nr. P.453447 „Sposób wytwarzania witymeru epoksydowego” - 10.2025
4. Zgł. patentowe nr P.453446 „Sposób wytwarzania witymeru epoksydowego z epoksydowanym olejem roślinnym” -10.2025

5. Kietkiewicz D., Chrobok A., Siewniak A.: Reprocessable non-isocyanate polyurethane vitrimers. Open Journal of Chemistry 2023, 9 (1), 016-020 (DOI: 10.17352/ojc.000032)
6. Tofani G., Blanco A., Matesanz L., Furgot S., Biernat N., Kietkiewicz D., et al.: Biocomposite manufacturing: the ESTELLA project. La Chimica e L'Industria 2025, tom 9, nr 1 (DOI: 10.17374/CI.2025.107.1.52)

Projekty badawcze związane z tematyką agendy badawczej z ostatnich 4 lat:

1. HORIZON-CL4-2021-RESILIENCE-01-11 – ESTELLA: Safe- and sustainable-by-design polymeric materials (RIA): DESign of bio-based Thermoset polymer with rEcycLing capabiLity by dynAmic bonds for bio-composite manufacturing (2022–2025).
2. Projekt CORNET ReDesign – Recyclable FRP structures and recycling strategies for vehicle applications (2025–2027).
3. Projekt realizowany w ramach środków subwencji: Witrymer epoksydowy z przeznaczeniem na powłokę ochronną i materiał kompozytowy wzmacniany włóknem aramidowym (2026–2027).
4. Projekt realizowany w ramach środków subwencji: Technologia otrzymywania tworzyw termoutwardzalnych na bazie surowców odnawialnych (2025).
5. Projekt realizowany w ramach środków subwencji: Bio-prepregi epoksydowe (2024).
6. Projekt realizowany w ramach środków subwencji: Witrimery poliolefinowe jako tworzywa sieciowane podatne na recykling materiałowy (2023).
7. Projekt realizowany w ramach środków subwencji: Tworzywa sieciowane podatne na recykling materiałowy (2022).

Doktoraty wdrożeniowe w trakcie realizacji:

- Inżynieria chemiczna – rok ukończenia 2026 - Badania metod syntez i wybranych witrymerów poliolefinowych.
- Inżynieria materiałowa – rok ukończenia 2027 - Kompozyty o osnowie witrymerów epoksydowych z kowalencyjnymi wiązaniami adaptacyjnymi, modyfikowanych cieczami jonowymi.

Instytut zatrudnia obecnie 107 pracowników badawczych. Zespoły naukowe są wspierane przez Dział PMO (koordynacja projektów), Rzecznika Patentowego (ochrona własności intelektualnej) oraz Dział Komercjalizacji (wdrażanie i sprzedaż wyników badań). **Infrastruktura będzie udostępniana przedsiębiorstwom na przejrzystych i niedyskryminacyjnych zasadach, zgodnie z wymaganiami FEOP.01.03, wzmacniając potencjał regionu w obszarach inteligentnych specjalizacji. Projekt zapewni firmom dostęp do badań i walidacji na poziomach TRL 6–7 oraz recyklingu chemicznego – usług niedostępnych dotąd w Polsce.**

Zostanie opracowany Regulamin Dostępu obejmujący:

- katalog usług badawczych,
- cennik usług,
- tryb składania zapytań i rezerwacji,
- zasady IP i poufności,
- warunki techniczne, bezpieczeństwa i środowiskowe.

4. Informacje dodatkowe wymagane przez Instytucję Zarządzającą (do ewentualnego doprecyzowania zakresu przez IZ – punkt nie jest przedmiotem oceny MFIPR i MEIN)

Infrastruktura adresuje zapotrzebowanie sektorów: transport/automotive, energetyka/OZE, budownictwo/infrastruktura oraz producentów systemów żywnościowych na nowoczesne, recyklowalne materiały kompozytowe. Główne potrzeby rynkowe obejmują: (i) pilotażowe serie SMC na nowych systemach żywic (witrimery), (ii) parametryzację procesu (mieszanie–nasycanie–dojrzwienie–prasowanie), (iii) recykling chemiczny z odzyskiem włókien i osnowy (solwoliza z UD), (iv) charakterystykę właściwości termo-mechanicznych oraz testy starzeniowe.

- **Transport** (automotive): elementy strukturalne, obudowy akumulatorów w samochodach elektrycznych – presja na dekarbonizację i GOZ.
- **Budownictwo/infrastruktura**: panele, elementy fasadowe, kompozyty wzmacniane włóknami.
- **Energetyka/OZE**: obudowy, recyklowalne łopaty turbin wiatraków, elementy pomocnicze.

Zidentyfikowane potrzeby rynkowe dotyczą zarówno dostępu do serii pilotażowych, jak i opracowania nowych receptur, analityki materiałowej oraz ścieżek recyklingu zgodnych z GOZ.

Na etapie przygotowawczym pozyskano deklaracje współpracy/rozmowy techniczne z firmami: **Katcon Polska** - producent modułów i komponentów do pojazdów, **Sarzyna Chemical** - producent żywic epoksydowych oraz poliestrowych, **PGE Energia Odnawialna** - inwestycje w dziedzinie energetyki wiatrowej oraz fotowoltaiki i baterijnych magazynów energii, **TAURON** - magazyny energii, **ORLEN** - obudowach baterii i systemy magazynowania, technologie recyklingu chemicznego.

Dodatkowo kontynuowana będzie współpraca z uczelniami (Politechnika Opolska, Uniwersytet Opolski) w formie staży, prac dyplomowych i doktoratów wdrożeniowych.

Aby ograniczyć ryzyko niewystarczającego wykorzystania infrastruktury, zaplanowano zestaw działań opartych na współpracy badawczej i modelach walidacji technologii.

- **Zawarcie długoterminowych porozumień o współpracy badawczorozwojowej** z przedsiębiorstwami, obejmujących wspólne prace nad recepturami, walidacją parametrów procesowych oraz testami aplikacyjnymi kompozytów SMC.

- **System planowanej alokacji czasu aparaturowego**, umożliwiający wcześniejsze rezerwowanie czasu eksperymentu przez partnerów przemysłowych, co zapewni stabilne obciążenia infrastruktury i ciągłość projektów B+R.

- **Pilotażowe badania wstępne dla MŚP**, polegające na możliwości wykonania pierwszych serii próbnych, aby ułatwić przedsiębiorstwom testowanie nowych materiałów i technologii przed pełnym wdrożeniem.

- **Ukierunkowana prezentacja wyników badań oraz możliwości infrastruktury** w środowisku naukowo-technicznym (branże: transport, energetyka, budownictwo), m.in. poprzez seminaria, demonstratory technologiczne oraz wspólne projekty aplikacyjne.

- **Opracowanie ścieżek wdrożeniowych**, obejmujących przygotowanie serii pilotażowych, ocenę stabilności materiałów i ich recyklowalności oraz iteracyjną optymalizację parametrów w celu wsparcia przedsiębiorstw na etapie skalowania technologii..

Wsparcie kompetencji pracowników zarządzających infrastrukturą B+R. W ramach projektu zaplanowano szkolenia zamknięte dla pracowników Łukasiewicz-ICSO, obejmujące: planowanie eksperymentu (DoE), planowanie i prowadzenie badań, analizę danych i analizę wariancji, zarządzanie projektami B+R oraz podstawy komercjalizacji wyników badań. Program obejmie **3 osoby** w module „Planowanie badań i DoE”, **2 osoby** w module „Zarządzanie projektami B+R” oraz **2 osoby** w module „Komercjalizacja wyników”. Miernikiem realizacji programu będzie liczba przeszkolonych osób oraz pełna realizacja zaplanowanych modułów szkoleniowych. Program rozwoju kompetencji jest ukierunkowany na zwiększenie efektywności zarządzania infrastrukturą B+R oraz komercjalizacji wyników badań. Przewidziane szkolenia obejmują obszary kluczowe dla transferu technologii, współpracy z przedsiębiorstwami oraz budowania zdolności rynkowych jednostki B+R.