

Załącznik nr 2 – Szczegółowy opis Przedsięwzięcia B+R**DRIM-SZI.081.17.2026****Numer Wstępnych Konsultacji Rynkowych: 10/26/KR****1. Opis przedsięwzięcia badawczego**

Przedsięwzięcie badawcze dotyczy opracowania budynku użyteczności publicznej „ECO-GOV” – nowoczesnego biurowego obiektu administracji publicznej. Głównym celem przedsięwzięcia jest zaprojektowanie, budowa i przetestowanie w warunkach rzeczywistych budynku wraz z zintegrowanym systemem grzewczo-chłodzącym opartym na odnawialnych źródłach energii, umożliwiającego osiągnięcie jak najniższego zapotrzebowania na energię w skali rocznej oraz jak największej niezależności energetycznej, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego komfortu użytkownika, skalowalności i możliwości replikacji rozwiązania w innych lokalizacjach.

Projekt odpowiada na zidentyfikowaną lukę rynkową, polegającą na braku kompleksowego, referencyjnego modelu technologicznego dla wznoszenia nowych budynków publicznych, który integrowałby odnawialne źródła energii, magazynowanie oraz inteligentne zarządzanie energią, przy jednoczesnym uwzględnieniu wpływu środowiskowego budynku w całym jego cyklu życia.

Opracowywane rozwiązanie będzie obejmowało zarówno rozwiązania architektoniczno-budowlane, jak i zaawansowane technologie energetyczne. Budynek „ECO-GOV” zaprojektowany zostanie jako obiekt modułowy, realizowany w technologii prefabrykowanej, co umożliwi skrócenie czasu realizacji, zwiększenie kontroli jakości oraz łatwą adaptację i powielanie projektu na terenie innych jednostek administracji publicznej. Konstrukcja modułowa pozwoli na elastyczne kształtowanie układu funkcjonalnego oraz etapowanie inwestycji, przy zachowaniu spójnych i porównywalnych parametrów energetycznych i środowiskowych.

Istotnym elementem przedsięwzięcia będzie analiza i minimalizacja śladu węglowego budynku, obejmująca zarówno:

- ślad węglowy zaszyty (embodied carbon), związany z produkcją materiałów budowlanych, prefabrykacją modułów, transportem oraz procesem wznoszenia obiektu;
- ślad węglowy operacyjny (operational carbon), wynikający z eksploatacji budynku, w tym zużycia energii na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, oświetlenia i zasilania urządzeń.

W tym celu przeprowadzona zostanie kompleksowa analiza cyklu życia budynku (LCA – Life Cycle Assessment), obejmująca wszystkie etapy jego istnienia: projektowanie, realizację, eksploatację oraz potencjalny demontaż i recykling. Wyniki analizy LCA posłużą do optymalizacji rozwiązań materiałowych, konstrukcyjnych i instalacyjnych oraz do porównania opracowanego modelu „ECO-GOV” z konwencjonalnymi budynkami administracji publicznej.

Kluczowym elementem opracowywanego systemu będzie zintegrowany układ energetyczny, oparty na instalacji fotowoltaicznej, wysokotemperaturowym magazynie ciepła oraz systemach

grzewczo-chłodzących wykorzystujących odnawialne źródła energii. Wysokotemperaturowy magazyn ciepła umożliwi co najmniej kilkudniowe magazynowanie energii odnawialnej, co pozwoli na ograniczenie zależności od zewnętrznych źródeł oraz zmiennych cen energii. Systemy grzewczo-chłodzące wykorzystujące OZE, w połączeniu z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła, zapewnią wysoką efektywność energetyczną budynku w całorocznej eksploatacji oraz kontrolowany mikroklimat pomieszczeń.

Integralną częścią rozwiązania będzie cyfrowy bliźniak budynku (digital twin), tworzony i rozwijany na wszystkich etapach cyklu życia projektu. Cyfrowy model będzie wykorzystywany:

- na etapie projektowania – do symulacji energetycznych, środowiskowych i kosztowych;
- na etapie budowy – do kontroli jakości, zgodności realizacji z projektem oraz aktualizacji danych LCA;
- na etapie eksploatacji – jako narzędzie zarządzania budynkiem, integrujące dane z systemów EMS/BMS. Cyfrowy bliźniak, wspierany przez inteligentny system zarządzania energią EMS/BMS wykorzystujący algorytmy predykcyjne, będzie optymalizował pracę instalacji w czasie rzeczywistym, uwzględniając prognozy pogodowe, produkcję energii z OZE, zapotrzebowanie budynku, ceny energii oraz rzeczywiste zachowania użytkowników. Pozwoli to nie tylko na minimalizację wskaźników energii użytkowej i emisji CO₂, lecz także na bieżącą aktualizację bilansu energetycznego i środowiskowego budynku w całym okresie jego użytkowania.

System będzie składał się z następujących elementów:

- **prefabrykowany, modułowy budynek użyteczności publicznej** – konstrukcja modułowa umożliwi elastyczne kształtowanie funkcji obiektu, skrócenie czasu realizacji oraz standaryzację rozwiązań, przy zachowaniu wysokiej efektywności energetycznej i pełnej dostępności dla użytkowników;
- **instalacja odnawialnych źródeł energii** – instalacja fotowoltaiczna zintegrowana z dachem oraz potencjalnie z elewacją budynku. Instalacja PV stanowi podstawowe źródło energii elektrycznej, wykorzystywanej zarówno bezpośrednio na potrzeby obiektu, jak i do zasilania systemów magazynowania energii;
- **wysokotemperaturowy magazyn energii cieplnej** – oparty na powszechnie dostępnych, materiałach umożliwiających proces wysokotemperaturowego magazynowania energii (np. piasek, szamot itd.). Magazyn umożliwia co najmniej kilkudniowe magazynowanie energii cieplnej, co pozwala na bilansowanie nadwyżek energii z OZE i zapewnienie stabilnego zasilania budynku w okresach niedoboru produkcji energii odnawialnej;
- **system grzewczo-chłodzący oparty na odnawialnych źródłach energii wraz instalacjami budynkowymi** – służący do utrzymania wymaganych warunków komfortu cieplnego w ciągu całego roku. Podstawę systemu stanowi źródło ciepła i chłodu. System współpracuje z instalacjami dystrybucji energii w budynku. Energia cieplna i chłodnicza przekazywana jest do pomieszczeń za pomocą systemów niskotemperaturowych. Proponowany system

obejmuje również instalacje przygotowania ciepłej wody użytkowej, automatykę regulacyjną oraz układy sterowania umożliwiające dostosowanie pracy instalacji do aktualnego zapotrzebowania energetycznego budynku. Zastosowanie nowoczesnych systemów regulacji pozwala na wysoką efektywność energetyczną, ograniczenie strat przesyłowych oraz optymalizację kosztów eksploatacyjnych. dopełnieniem rozwiązania jest wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła, która zapewni wymianę powietrza w budynku przy jednoczesnym ograniczeniu strat energii. Zastosowanie rekuperacji umożliwi odzysk energii z powietrza usuwanego i podgrzewanie lub schładzanie powietrza nawiewanego. Rozwiązanie to poprawia efektywność energetyczną budynku, komfort użytkowników oraz redukuje koszty eksploatacyjne i emisję CO₂;

- **inteligentny system zarządzania energią EMS/BMS** – system zarządzania energią, który będzie monitorował i sterował produkcją, magazynowaniem i zużyciem energii w czasie rzeczywistym, uwzględniając algorytmy predykcyjne, ceny energii, prognozy pogodowe, zapotrzebowanie budynku, obciążenie obiektu oraz zachowania użytkowników. EMS/BMS stanowi kluczowy element umożliwiający osiągnięcie jak najniższego zużycia energii (budynek niemal zero energetyczny) i optymalizacji kosztów eksploatacyjnych.

2. Instytucja publiczna

Wyzwanie badawcze pn. „Zeroemisyjny budynek publiczny „ECO-GOV” integrowany z fotowoltaiką, wysokotemperaturowym magazynem piaskowym i modułem innowacyjnego źródła konwersji energii cieplnej dla celów grzewczo-chłodniczych” zostało zgłoszone w ramach naboru na wyzwania badawcze przez Łódzki Urząd Wojewódzki w Łodzi w obszarze Krajowej Inteligentnej Specjalności nr 5 - INTELIGENTNE I ENERGOOSZCZĘDNE BUDOWNICTWO.

Łódzki Urząd Wojewódzki w Łodzi dysponuje zasobami niezbędnymi do przygotowania i współpracy przy realizacji przedsięwzięcia, a także do przeprowadzenia walidacji opracowanego rozwiązania. Instytucja posiada zespół techniczny, który ma doświadczenie przy realizacji projektów użyteczności publicznej. Planowanym miejscem budowy demonstratora jest teren należący do Łódzkiego Urzędu Wojewódzkiego przy ul. Ferdynanda Ossendowskiego 1 w Łodzi – który zgłoszono jako miejsce budowy demonstratora. Instytucja publiczna zobowiązała się do wyburzenia istniejącego na działce budynku i przygotowania terenu do realizacji przedsięwzięcia.

3. Harmonogram

Tabela 1. przedstawia proponowany harmonogram realizacji projektu, obejmujący trzy główne etapy, które – jako element dokumentacji konsultacyjnej – mają charakter wstępny i mogą zostać doprecyzowane przed uruchomieniem prac.

Etap I, trwający ok. 3 miesiące, koncentruje się na opracowaniu koncepcji systemu i analizach technicznych w zasobie udostępnionym przez Instytucję Publiczną.

Etap II, zaplanowany na 18 miesięcy, obejmuje projektowanie, modelowanie, budowę prototypów modułu budowlanego, wysokotemperaturowego magazynu ciepła, wykonanie cyfrowego bliźniaka i/lub elementów systemu grzewczo-chłodzącego oraz ich kompleksowe testy.

Z kolei Etap III, przewidziany na 15 miesięcy, dotyczy optymalizacji cyfrowego bliźniaka, wersji komercyjnej, certyfikacji oraz uruchomienia demonstratora technologii w lokalizacji wskazanej przez Instytucję Publiczną wraz z jego optymalizacją.

Harmonogram ten ma na celu zapewnienie przejrzystej ścieżki dojścia od fazy koncepcyjnej do w pełni zweryfikowanego rozwiązania.

Tabela 1. Etapy Przedsięwzięcia pn. „Zeroemisyjny budynek publiczny “ECO-GOV” zintegrowany z fotowoltaiką, wysokotemperaturowym magazynem piaskowym i modułem innowacyjnego źródła konwersji energii cieplnej dla celów grzewczo-chłodniczych”.

Etap	Działanie	Oczekiwane rezultaty prac B+R	Proponowany czas realizacji
Etap I – Koncepcja systemu/ projekt koncepcyjny	Ocena funkcjonalno-energetyczna budynku publicznego	Analiza funkcjonalno-energetyczna budynku publicznego	3 miesięcy
	Projekt koncepcji prefabrykacji oraz układ konstrukcyjny budynku	Koncepcja prefabrykacji i układu konstrukcyjnego	
	Projekt koncepcji architektonicznej budynku modułowego	Koncepcja architektoniczna budynku o najniższym zapotrzebowaniu na energię	
	Projekt koncepcji zintegrowanego systemu: PV, wysokotemperaturowy magazyn ciepła, systemu grzewczo-chłodzącego opartego o odnawialne źródła energii	Koncepcja systemu grzewczo-chłodzącego opartego o odnawialne źródła energii	
	Wstępne bilanse energetyczne	Określone kierunki redukcji zużycia energii końcowej: bilans energetyczny.	
	Cyfrowy bliźniak, ślad węglowy i LCA	Wstępne założenia do wykonania bliźniaka cyfrowego, wstępne obliczenia śladu węglowego i LCA	
	Koncepcja technologiczna systemów EMS/BMS i	Założenia technologiczne dla systemu sterowania obiektem	

	sterowania	wraz z EMS/BMS.	
Ocena i odbiór prac Etapu I			
Etap II – Projektowanie, prototypy, testy,	Moduł budowlany	Projekt modułu budowlanego	18 miesięcy
	Budynek modułowy	Projekt budynku modułowego	
	System energetyczny budynku i innych instalacji niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania obiektu (obliczenia, dokumentacja)	Projekt systemu energetycznego i innych instalacji niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania obiektu	
	Projektowanie i wykonanie prototypu modułu budowlanego	Projekt i prototyp modułu budowlanego	
	Projektowanie i wykonanie prototypu wysokotemperaturowego magazynu ciepła	Projekt i prototyp wysokotemperaturowego magazynu ciepła	
	Cyfrowy bliźniak, ślad węglowy i LCA, Modelowanie systemu	Zweryfikowanie w modelu cyfrowego bliźniaka obniżonego zapotrzebowania na energię użytkową i końcową oraz śladu węglowego i LCA	
Testy i ocena prac Etapu II			
Etap III – Produkcja, certyfikacja i budowa demonstratora	Projektowanie demonstratora	Projekt wykonawczy demonstratora	15 miesięcy
	Certyfikacja (badania i ocena zgodności)	Deklaracja zgodności i inne wymagane dokumenty	
	Budowa i uruchomienie demonstratora	Budynek modułowy wraz z niezbędnymi instalacjami oraz systemem zarządzającym energią	
	Testy eksploatacyjne,	Analiza danych z testów eksploatacyjnych, optymalizacje,	

	monitoring, optymalizacja	wprowadzanie usprawnień	
	Cyfrowy bliźniak	Optymalizacja systemu na modelu wirtualnym (bazując na rzeczywistych danych z pracy demonstratora)	
	Zakończenie projektu (raport i rozliczenie)	Raport końcowy, wnioski wdrożeniowe, rekomendacje, rozliczenie projektu, plan komercjalizacji	
Testy odbiorowe i ocena prac Etapu III			

4. Kryteria

Kryteria oceny proponowanego przedsięwzięcia zostały podzielone na trzy komplementarne grupy: kryteria obligatoryjne (Tabela 2.), które stanowią warunek konieczny i muszą zostać bezwzględnie spełnione, kryteria konkursowe (Tabela 3.), pozwalające na zróżnicowanie i porównanie zgłaszanych rozwiązań w oparciu o mierzalne parametry techniczne, oraz kryteria jakościowe (Tabela 4.), odnoszące się do oceny merytorycznej Przedsięwzięcia i ich wartości dodanej. Taki podział umożliwia jednocześnie zapewnienie minimalnych standardów formalnych i technicznych, ocenę zgodności rozwiązań z celami konkursu oraz premiowanie projektów najbardziej innowacyjnych, efektywnych i perspektywicznych pod względem wdrożeniowym. Przedstawione kryteria mają charakter wstępny i stanowią podstawę do przeprowadzenia konsultacji rynkowych, których celem jest doprecyzowanie ich zakresu, jednoznaczności oraz potencjalnych progów punktowych, tak aby ostateczny system oceny był przejrzysty, obiektywny i adekwatny do realiów technologicznych i organizacyjnych uczestników konkursu.

Tabela 2. Wybrane Kryteria obligatoryjne

	Kryteria obligatoryjne	Proponowany sposób oceny
Budynek	Budynek użyteczności publicznej zaprojektowany jako obiekt modułowy i prefabrykowany	Spełnia / Nie spełnia
	Zastosowanie odnawialnych źródeł energii jako podstawowych źródeł zasilania budynku	Spełnia / Nie spełnia
	Zgodność z ustawą Prawo budowlane oraz Warunkami Technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz innymi obowiązującymi przepisami prawa i normami branżowymi	Spełnia / Nie spełnia

	Powierzchnia budynku (min. 1500 m ²)	Spełnia / Nie spełnia
	Liczba kondygnacji (min. 3)	Spełnia / Nie spełnia
Instalacje	W budynku zainstalowano system grzewczo-chłodzący oparty na odnawialnych źródłach energii wraz instalacjami budynkowymi	Spełnia / Nie spełnia
	Zastosowanie inteligentnego systemu zarządzania energią EMS/BMS wraz z algorytmem predykcyjnym	Spełnia / Nie spełnia
	Zastosowanie wysokotemperaturowego magazynu ciepła umożliwiającego kilkudniowe magazynowanie energii	Spełnia / Nie spełnia
	Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej	Spełnia / Nie spełnia
	Zastosowanie czujników jakości powietrza wewnętrznego (CO ₂ i PM2.5)	Spełnia / Nie spełnia
	Zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła	Spełnia / Nie spełnia

Tabela 3. Wybrane Kryteria konkursowe

	Kryteria konkursowe	Proponowany sposób oceny
	Zapotrzebowanie na energię użytkową (EU) [kWh/(m ² *rok)]	wartość liczbowa – im niższy, tym lepiej - na podstawie projektu
	Zapotrzebowanie na energię końcową (EK) [kWh/(m ² *rok)]	wartość liczbowa – im niższy, tym lepiej - na podstawie projektu
	Udział energii z OZE	wartość procentowa – im wyższa, tym lepiej - na podstawie projektu
	Koszt cyklu życia (LCC)	wartość liczbowa – im mniej, tym lepiej - na podstawie projektu
	Koszt energii w cyklu rocznym	dla referencyjnego budynku, jednego scenariusza (cena energii)
	Ślad węglowy budynku	wartość liczbowa – im mniej, tym lepiej - na podstawie projektu
	Recykling materiałów budowlanych	wartość procentowa – im wyższa, tym lepiej - na podstawie projektu

		powykonawczego i zestawienia użytych materiałów
	Efektywność systemów HVAC	wartość liczbowo – im wyższy, tym lepiej – na podstawie symulacji komputerowej
	Gęstość użytecznej energii magazynowanej [kWh/m ³]	wartość liczbowo – im wyższa, tym lepiej - na podstawie testu prototypu

Tabela 4. Wybrane Kryteria jakościowe

	Kryteria jakościowe	Proponowany sposób oceny
	Stopień prefabrykacji/modułowości	Ocena spełnienia przez Wykonawcę Kryterium jakościowego biorąc pod uwagę następujące cechy zaproponowanego rozwiązania: przewagę liczby elementów technologii, która wytwarzana jest w wytwórni (poza miejscem budowy) do elementów budynku demonstratora oraz prac budowlano-montażowych, które są wykonywane na miejscu oraz inne elementy adekwatne do wymagania np. stopień standaryzacji i powtarzalności zastosowanych rozwiązań
	Skalowalność rozwiązań	Zdolność rozwiązania do zastosowania w budynkach o różnej skali i funkcji bez konieczności wprowadzania zasadniczych zmian koncepcji technologicznej budynku
	Replikowalność	Potencjał powielania rozwiązania na terenie innych jednostek sektora publicznego

5. Oczekiwane rezultaty przedsięwzięcia

Efektem końcowym realizacji przedsięwzięcia jest opracowanie i demonstracja powtarzalnego modelu zeroemisyjnego budynku użyteczności publicznej, możliwego do zastosowania przez inne instytucje administracji publicznej. Model ten będzie stanowił referencyjne, zintegrowane rozwiązanie technologiczne, zapewniające jak najniższe zużycie energii w budynku w ujęciu rocznym oraz wysoką niezależność energetyczną.

W ramach przedsięwzięcia zademonstrowany zostanie kompleksowy system energetyczny obejmujący odnawialne źródła energii, wysokotemperaturowy magazyn ciepła oparty na

powszechnie dostępnych materiałach mineralnych, systemy grzewczo-chłodzące oraz wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła, zarządzane przez inteligentny system sterowania energią.

W ramach przedsięwzięcia powstanie również cyfrowy bliźniak budynku "ECO-GOV", stanowiący spójny i dynamiczny model obiektu, integrujący dane projektowe, konstrukcyjne, instalacyjne, energetyczne oraz eksploatacyjne w całym cyklu życia budynku. Na etapie projektowania i budowy cyfrowy bliźniak będzie wykorzystywany do analizy wariantów projektowych, szacowania kosztów budowy, oceny efektywności energetycznej oraz obliczania śladu węglowego zastosowanych rozwiązań i materiałów, a także do wsparcia koordynacji branżowej i kontroli realizacji inwestycji.

W fazie eksploatacji cyfrowy bliźniak umożliwi zaawansowane zarządzanie budynkiem, w tym optymalizację pracy systemów grzewczo-chłodzących, wentylacyjnych oraz instalacji OZE, ograniczenie zużycia energii, maksymalizację autokonsumpcji energii z odnawialnych źródeł, bieżącą analizę komfortu użytkowników oraz monitorowanie i optymalizację kosztów eksploatacyjnych. Rozwiązanie zostanie zintegrowane z systemami EMS/BMS, co zapewni bieżące zasilanie modelu danymi pomiarowymi i podejmowanie decyzji zarządczych w oparciu o dane rzeczywiste i predykcyjne.

Walidacja rozwiązań w rzeczywistym budynku publicznym umożliwi potwierdzenie ich efektywności technicznej, energetycznej i eksploatacyjnej oraz ocenę możliwości skalowania i replikacji.

Projekt przyczyni się do istotnej redukcji emisji CO₂ poprzez eliminację paliw kopalnych i ograniczenie zużycia energii z systemowej sieci elektroenergetycznej. Przedsięwzięcie wspiera rozwój innowacyjnych technologii w sektorze budownictwa i energetyki, wpisuje się w cele Europejskiego Zielonego Ładu oraz tworzy podstawy do komercjalizacji i szerokiego wdrażania opracowanych rozwiązań w sektorze publicznym.

