

Załącznik nr 2 – Opis Wyzwania Badawczego – dokument zawierający szczegółowy opis Wyzwania Badawczego na potrzeby Konkursu

DRIM-SZI.081.10.2026

1. Opis przedsięwzięcia badawczego

Przedsięwzięcie ukierunkowane jest na opracowanie nowej generacji systemu grzewczo-chłodzącego przeznaczonego do zastosowań w budynkach niepodłączonych do sieci ciepłowniczej, w szczególności w obiektach użyteczności publicznej. Punkt wyjścia dla realizacji projektu stanowi zidentyfikowana potrzeba technologiczna związana z brakiem rozwiązań, które w sposób kompleksowy, skalowalny i możliwy do szybkiego wdrożenia łączyłyby wysoką efektywność energetyczną, niską emisyjność, integrację wielu funkcji instalacyjnych oraz możliwość modernizacji istniejących obiektów bez istotnych zakłóceń ich funkcjonowania. Przedsięwzięcie odpowiada na te wyzwania poprzez prowadzenie prac badawczo-rozwojowych skoncentrowanych na integracji technologii pomp ciepła, systemów akumulacji i zarządzania energią oraz zaawansowanej automatyki w jednolitej, modułowej architekturze systemowej.

Zakres przedsięwzięcia obejmuje kompleksowe prace badawcze i rozwojowe, od analiz koncepcyjnych i badań wstępnych, przez opracowanie i testowanie prototypów kluczowych komponentów, aż po integrację systemową i przygotowanie rozwiązania do demonstracji w skali rzeczywistej. We wstępnym etapie prowadzone będą analizy symulacyjne, których celem jest m.in. optymalna konfiguracja pracy pomp ciepła z wykorzystaniem naturalnych czynników chłodniczych lub innych o niskim GWP. Prace te pozwolą na zdefiniowanie kluczowych parametrów projektowych oraz ograniczeń technologicznych stanowiących podstawę dalszych działań badawczo-rozwojowych.

W kolejnych etapach przedsięwzięcia realizowane będą prace projektowe oraz budowa i badania prototypów pomp ciepła, których celem jest weryfikacja przyjętych założeń technicznych oraz ocena przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych. Etap ten ma charakter walidacyjny i pozwala na zminimalizowanie ryzyk technologicznych poprzez selekcję rozwiązań do dalszej integracji systemowej.

Istotnym elementem przedsięwzięcia jest rozwój koncepcji systemowej opartej na prefabrykacji i modułowości. W ramach tych prac analizowane będą zagadnienia związane z rozmieszczeniem komponentów, minimalizacją strat energetycznych, optymalizacją obiegów roboczych oraz uproszczeniem procesów montażu i uruchomienia systemu w obiekcie docelowym. Równolegle prowadzone będą prace rozwojowe w obszarze automatyki i sterowania, obejmujące opracowanie algorytmów regulacji umożliwiających adaptacyjną pracę systemu w zależności od zapotrzebowania cieplnego i chłodniczego, dostępności energii z OZE oraz zmiennych warunków zewnętrznych.

Przedsięwzięcie zakłada również prowadzenie badań integracyjnych, których celem jest połączenie opracowanych komponentów i podsystemów w spójny układ technologiczny o przewidywalnych parametrach pracy. Badania te obejmować będą zarówno aspekty czysto techniczne, jak i zagadnienia związane z interakcją systemu z istniejącą infrastrukturą budynkową, w tym z instalacjami o zróżnicowanych parametrach temperaturowych i hydraulicznych. Szczególna uwaga poświęcona zostanie analizie elastyczności systemu oraz możliwości jego adaptacji do różnych

scenariuszy modernizacyjnych, co ma kluczowe znaczenie w kontekście przyszłego zastosowania rozwiązania w zasobie budynków publicznych.

Całość prac badawczo-rozwojowych prowadzona będzie z uwzględnieniem stopniowego wzrostu poziomu gotowości technologicznej, przy jednoczesnym zachowaniu spójności pomiędzy działaniami badawczymi, rozwojowymi i demonstracyjnymi. Metodyka realizacji przedsięwzięcia zakłada systematyczne sprzężenie zwrotne pomiędzy wynikami badań, testów i analiz, co umożliwia ciągłe doskonalenie opracowywanych rozwiązań oraz elastyczne reagowanie na zidentyfikowane bariery techniczne. Tak zaplanowany charakter prac pozwala na efektywne przejście od etapu koncepcyjnego do poziomu rozwiązań gotowych do walidacji w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, przy jednoczesnym zachowaniu naukowego i aplikacyjnego charakteru przedsięwzięcia.

2. Oczekiwane rezultaty przedsięwzięcia

Rezultatem realizacji przedsięwzięcia będzie opracowanie i walidacja innowacyjnego, standaryzowanego systemu kontenerowego przeznaczonego do realizacji funkcji ogrzewania, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach niepodłączonych do sieci ciepłowniczej. Rozwiązanie to adresuje istotną lukę technologiczną i rynkową w zakresie modernizacji energetycznej obiektów eksploatowanych przez jednostki samorządu terytorialnego oraz inne instytucje publiczne, w szczególności w lokalizacjach, w których dotychczas stosowane źródła ciepła są wysokoemisyjne, nieefektywne lub kosztowne w utrzymaniu. Opracowany system umożliwi zastąpienie tych źródeł technologią zero- lub niskoemisyjną, opartą na pompach ciepła wykorzystujących naturalne czynniki chłodnicze lub czynniki o niskim współczynniku GWP (<150), przy jednoczesnym osiągnięciu wysokiej sezonowej efektywności energetycznej.

Kluczowym rezultatem końcowym projektu będzie demonstrator technologii, odpowiadający poziomowi gotowości technologicznej umożliwiającemu przejście z etapu B+R do fazy wdrożeniowej. Demonstrator będzie pełnoskalowym, funkcjonalnym systemem, zaprojektowanym w architekturze kontenerowej, umożliwiającej prefabrykację, standaryzację oraz szybkie wdrożenie w obiekcie użytkownika końcowego bez konieczności przerywania jego bieżącej działalności. System będzie skalowalny i konfigurowalny, co pozwoli na jego zastosowanie zarówno w małych, jak i dużych budynkach, a także przygotowany do integracji z odnawialnymi źródłami energii oraz systemami zarządzania energią.

Istotnym elementem przedsięwzięcia będzie demonstracja technologii w warunkach rzeczywistych, umożliwiająca weryfikację funkcjonalności, efektywności energetycznej oraz niezawodności systemu w długookresowej eksploatacji. Testy prowadzone w rzeczywistym środowisku użytkowym pozwolą na pozyskanie reprezentatywnych danych operacyjnych, obejmujących różne profile obciążenia oraz zmienne warunki klimatyczne, co umożliwi rzetelną ocenę sezonowej efektywności energetycznej, stabilności pracy oraz kompatybilności systemu z istniejącą infrastrukturą techniczną budynków. Etap ten będzie także wykorzystywany do iteracyjnej optymalizacji rozwiązania, obejmującej dostosowanie parametrów pracy, algorytmów sterowania oraz elementów konstrukcyjnych systemu, w celu osiągnięcia maksymalnej dojrzałości technologicznej przed komercjalizacją.

Czas realizacji etapu demonstracyjnego stworzy warunki do ograniczenia ryzyk technologicznych i wdrożeniowych, co ma szczególne znaczenie w kontekście projektów modernizacyjnych realizowanych przez sektor publiczny, gdzie kluczowe są niezawodność, przewidywalność kosztów

całkowitych oraz łatwość integracji nowego rozwiązania z istniejącymi obiektami. Wyniki demonstracji posłużą również jako podstawa do opracowania modeli eksploatacyjnych i ekonomicznych, wspierających przyszłe decyzje inwestycyjne potencjalnych użytkowników końcowych.

Finalnym rezultatem przedsięwzięcia będzie przygotowanie produktu gotowego do wprowadzenia na rynek, w postaci standaryzowanego systemu kontenerowego o wysokim stopniu prefabrykacji i powtarzalności technicznej. Produkt ten będzie charakteryzował się uproszczonym procesem projektowania, montażu i serwisowania, co przełoży się na obniżenie całkowitych kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych oraz zwiększenie dostępności technologii dla JST i instytucji publicznych. Opracowane rozwiązanie wpisze się w krajowe i unijne cele transformacji energetycznej, oferując praktyczne narzędzie dekarbonizacji budynków poza zasięgiem sieci ciepłowniczej.

Dodatkowym rezultatem projektu, wynikającym z realizacji wcześniejszych etapów konkursu, będzie opracowanie prototypowych pomp ciepła o zróżnicowanej konstrukcji i parametrach pracy. Pomimo iż nie wszystkie z nich zostaną wykorzystane w demonstratorze końcowym, stanowią one będą istotną wartość dodaną przedsięwzięcia, przyczyniając się do rozwoju kompetencji badawczo-rozwojowych oraz powstania innowacji technologicznych możliwych do dalszego rozwoju i komercjalizacji. Opracowane prototypy mogą w przyszłości zasilić portfolio produktowe podmiotów uczestniczących w projekcie lub znaleźć zastosowanie w innych konfiguracjach systemowych, wzmacniając trwałe efekty realizacji przedsięwzięcia.