



**STRATEGICZNY PROJEKT BADAWCZY
FINANSOWANY PRZEZ
NARODOWE CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU**

**TEMAT PROJEKTU
„ZINTEGROWANY SYSTEM ZMNIEJSZENIA
EKSPLOATACYJNEJ ENERGOCHŁONNOŚCI
BUDYNKÓW”**

**ZADANIE BADAWCZE NR 4
„ROZWÓJ DIAGNOSTYKI CIEPLNEJ BUDYNKÓW”**

KONSORCJUM:

LIDER: Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,
Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania, Gliwice

PARTNER 1: Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, Katedra
Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, Gliwice

PARTNER 2: Śląska, Wydział Elektryczny, Instytut Metrologii, Elektroniki
i Automatyki, Gliwice

PARTNER 3: Górnośląski Park Przemysłowy Sp. z o.o., Katowice

OPIS ZADANIA BADAWCZEGO

Realizację zadania zaplanowano na okres od 10 maja 2010 do 31 maja 2013 według przedstawionego poniżej podziału na 7 części zadania, oznaczonych literami od A do G i 17 etapów.

CZĘŚCI I ETAPY ZADANIA:

Część A. Diagnostyka *in-situ* izolacyjności cieplnej budynków – Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, kierownik części zadania: dr inż. Tomasz STEIDL

Etap 1: Opracowanie i testowanie metodyki diagnostyki izolacyjności cieplnej budynków

Etap 2: Opracowanie poradnika diagnostyki cieplnej struktury budowlanej budynków, prezentacja wyników

Część B. Diagnostyka *in-situ* źródeł ciepła, instalacji grzewczych i ciepłej wody użytkowej – Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania, kierownik części zadania: dr hab. inż. Henryk FOIT, prof. nzw. w Pol. Śl.

Etap 3: Opracowanie i testowanie metodyki diagnostyki *in-situ* źródeł ciepła, instalacji grzewczych i ciepłej wody użytkowej

Etap 4: Opracowanie poradnika diagnostyki *in-situ* instalacji grzewczych i ciepłej wody użytkowej, prezentacja wyników badań

Część C. Diagnostyka *in-situ* instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych – Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania, kierownik części zadania: dr hab. inż. Zbigniew TRZECIAKIEWICZ

Etap 5: Opracowanie i testowanie metodyki diagnostyki *in-situ* źródeł chłodu, i instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

Etap 6: Opracowanie poradnika diagnostyki *in-situ* i instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, prezentacja wyników badań

Część D. Diagnostyka *in-situ* środowiska wewnętrznego w budynkach – Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania, kierownik części zadania: dr inż. Jan KACZMARCZYK

Etap 7: Opracowanie i testowanie metodyki diagnostyki *in-situ* środowiska wewnętrznego w budynkach

Etap 8: Opracowanie poradnika diagnostyki *in-situ* środowiska wewnętrznego w budynkach, prezentacja wyników badań

Część E. Opracowanie i wykonanie bezprzewodowego systemu pomiarowego do diagnostyki cieplnej *in-situ* budynków – Wydział Elektryczny Politechniki Śląskiej, Instytut Metrologii, Elektroniki i Automatyki, kierownik części zadania: prof. dr hab. inż. Jerzy JAKUBIEC

Etap 9: Opracowanie założeń, projektowanie, wykonanie i oprogramowanie systemu 1 12

Etap 10: Testowanie systemu pomiarowego, analiza metrologiczna wyników pomiarów *in-situ*

Etap 11: Opracowanie wdrożeniowej dokumentacji systemu, prezentacja wyników 25 36

Część F. Kompleksowa diagnostyka cieplna budynków w praktyce i przygotowanie planu wdrożenia oraz komercjalizacji wyników badań – Górnośląski Park Przemysłowy, kierownik części zadania: mgr Mirosław Czarnik

Etap 12: Przykładowa kompleksowa diagnostyka cieplna budynków mieszkalnych, biurowych i użyteczności publicznej w praktyce oraz opracowanie poradnika takiej diagnostyki

Etap 13: Przygotowanie planu wdrożenia i komercjalizacji wyników badań, **kierownik etapu 13: mgr Bartłomiej Leśniowski**

Część G. Część ogólna – Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania, kierownik części zadania: prof. dr hab. inż. Zbigniew POPIOŁEK

Etap 14: Opracowanie oprogramowania pozwalającego na interpretację uzyskanych wyników i wskazującego na możliwe działania zmniejszające zużycie energii w budynkach

Etap 15: Opracowanie i testowanie metodyki wyznaczania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku na podstawie pomiarów, **kierownik etapu 15: dr inż. Aleksandra Specjał**

Etap 16: Przygotowanie programów i materiałów: kursów i szkoleń oraz studiów podyplomowych z zakresu nowo opracowanej metodyki diagnostyki cieplnej budynku. Przeprowadzenie pierwszej edycji kursów, **kierownik etapu 16: dr inż. Przemysław Kateusz**

Etap 17: Zarządzanie projektem

CELE ZADANIA BADAWCZEGO ORAZ PLANOWANE REZULTATY

Ogólnym celem zadania jest opracowanie, przetestowanie i wdrożenie nowych metod i narzędzi na potrzeby diagnostyki cieplnej budynków mieszkaniowych, biurowych i użyteczności publicznej. Jako główny rezultat zadania zostanie opracowany **Poradnik Diagnostyki Ciepłej Budynków**.

Jako podstawowy cel **części A** zadania badawczego przyjęto rozwinięcie ogólnie znanych metod diagnostyki *in situ* izolacyjności przegród cieplnych budynków, tak aby były one możliwe do wykorzystania przez audytorów i osoby sporządzające świadectwa charakterystyki energetycznej budynków po krótkim przeszkoleniu i przy wykorzystaniu taniego zestawu urządzeń pomiarowych, oraz prace nad opracowaniem metody z uwzględnieniem zdalnego pomiaru.

Pierwszym rezultatem tej części zadania będzie dopracowanie i przetestowanie trzech metod diagnostyki polowej, ocena ich przydatności dla osób sporządzających świadectwa charakterystyki energetycznej, audyty energetyczne, oraz projektantów instalacji c.o. w budynkach istniejących. Drugim planowanym rezultatem będzie opracowanie poradnika diagnostyki *in-situ* izolacyjności przegród cieplnych budynków z przykładami oceny, a także szeroka prezentacja wyników badań w środowisku. Całość pozwoli na dokładną analizę strat ciepła przez obudowę w budynkach istniejących.

Celem **części B** zadania w zakresie diagnostyki źródeł ciepła jest opracowanie metodyki szybkiej diagnostyki indywidualnego źródła ciepła głównie ze względu na jego efektywność energetyczną.

Celem w zakresie diagnostyki instalacji ogrzewania i ciepłej wody jest opracowanie metodyki szybkiej diagnostyki technicznej *in-situ* instalacji ogrzewania i ciepłej wody w zakresie obejmującym zgromadzenie danych dla potrzeb procedury określania charakterystyki energetycznej budynku w oparciu o pomiary.

Rezultatem tej części zadania będzie opracowanie i przetestowanie metodyki diagnostyki *in-situ* źródeł ciepła, instalacji grzewczych i ciepłej wody użytkowej a także szeroka prezentacja wyników badań w środowisku osób sporządzających świadectwa charakterystyki energetycznej budynków i audyty energetyczne w budownictwie. Rezultatem będzie także drugi tom poradnika diagnostyki cieplnej budynków pt.: *Poradnik Diagnostyki Ciepłej Budynków – Diagnostyka in-situ Instalacji Grzewczych i Ciepłej Wody Użytkowej*.

Celem **części C** zadania badawczego będzie opracowanie metodyki szybkiego diagnozowania systemów wentylacji i klimatyzacji, w tym opracowanie metodyki badań *in-situ*. Metodyka ta zostanie zweryfikowana w wybranych obiektach rzeczywistych (mieszkalne, wielorodzinne i jednorodzinne, biurowe, użyteczności publicznej).

W oparciu o szybkie diagnozowanie, jako rezultat zadania, zostanie opracowana metoda określania zużycia energii przez urządzenia wchodzące w skład systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, w oparciu o pomiary prowadzone w okresie zimowym - dla instalacji wentylacyjnych, oraz w okresie ciepłym i chłodnym - dla systemów klimatyzacyjnych.

Rezultatem tej części zadania będzie opracowanie i przetestowanie metodyki diagnostyki *in-situ* instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych a także szeroka prezentacja wyników badań w środowisku osób sporządzających świadectwa charakterystyki energetycznej budynków i audyty energetyczne w budownictwie. Rezultatem będzie także trzeci tom poradnika diagnostyki cieplnej budynków pt.: *Poradnik Diagnostyki Ciepłej Budynków – Diagnostyka in-situ Instalacji Wentylacyjnych i Klimatyzacyjnych*.

Głównym celem **części D** zadania jest opracowanie i przetestowanie metodyki oraz opracowanie poradnika przedstawiającego sposób oceny jakości środowiska wewnętrznego dla potrzeb oceny energochłonności budynków. Poradnik będzie zawierał szczegółowe praktyczne wskazówki dotyczące procedur pomiarów oraz uściślenie założeń, które nie zostały dostatecznie jednoznacznie sformułowane w normach.

Rezultatem tej części zadania będzie opracowanie i przetestowanie metodyki diagnostyki *in-situ* środowiska wewnętrznego w budynkach a także szeroka prezentacja wyników badań w środowisku osób sporządzających świadectwa charakterystyki energetycznej i audyty energetyczne w budownictwie. Rezultatem będzie także czwarty tom poradnika diagnostyki cieplnej budynków pt.: *Poradnik Diagnostyki Ciepłej Budynków – Diagnostyka in-situ Środowiska Wewnętrznego w Budynkach*.

Głównym celem **części E** zadania jest opracowanie założeń, zaprojektowanie, wykonanie i oprogramowanie bezprzewodowego systemu pomiarowego do diagnostyki cieplnej *in-situ* budynków, przetestowanie tego systemu oraz analiza metrologiczna wyników pomiarów *in-situ*. Wykonana zostanie seria 30 modułów pomiarowo-transmisyjnych, które będą stosowane do pomiaru, przetwarzania, rejestracji i transmisji sygnałów pochodzących z aparatury pomiarowej wykorzystywanej przy cząstkowej i kompleksowej diagnostyce cieplnej budynków. Moduły zostaną zintegrowane w bezprzewodowy system pomiarowy, zarządzanie systemem możliwe będzie za pomocą każdego komputera dołączonego do Internetu. Ponadto częścią celem zadania E jest opracowanie wdrożeniowej dokumentacji systemu oraz prezentacja wyników badań.

Rezultatem tej części zadania będzie opracowany, przetestowany i przygotowany do wdrożenia bezprzewodowy system pomiarowy do diagnostyki cieplnej *in-situ* budynków.

Rezultatem tej części zadania będzie także szeroka prezentacja bezprzewodowego systemu pomiarowego do diagnostyki cieplnej *in-situ* budynków w środowisku osób sporządzających świadectwa charakterystyki energetycznej lub audyty energetyczne.

Celem **etapu 12 części F** zadania badawczego będzie wykorzystanie opracowanej metodyki i narzędzi do kompleksowej diagnostyki cieplnej budynku w praktyce. Do badań wybrane zostaną budynki mieszkalne, budynki biurowe i budynki użyteczności publicznej różniące się konstrukcją, wyposażeniem i sposobem użytkowania.

Rezultatem tej części zadania będą pełne charakterystyki energetyczne budynków, będące przykładem możliwości zastosowania opracowanej metody w praktyce. W ramach zadania wykonane zostaną także świadectwa charakterystyki energetycznej budynków metodą dokładną na podstawie pomiarów oraz uproszczoną wg obowiązującej obecnie metodyki.

Rezultatem etapu 12 będzie piąty tom poradnika diagnostyki cieplnej budynków pt.: *Poradnik Diagnostyki Ciepłej Budynków – Przykłady Kompleksowej Diagnostyki Ciepłej Budynków Mieszkalnych, Biurowych i Użyteczności Publicznej*

Celem **etapu 13 części F** zadania jest przygotowanie takiego planu wdrożenia i komercjalizacji wyników badań, aby osiągnięte rezultaty były w przyszłości praktycznie wykorzystywane i rozwijane. W pierwszej kolejności będzie rozważana możliwość utworzenia na bazie Laboratorium Diagnostyki Ciepłej Górnośląskiego Parku Przemysłowego oraz zespołów badawczych Politechniki Śląskiej firmy spin-off (*ang. efekt uboczny*).

Rezultatem etapu 13 będzie plan wdrożenia i komercjalizacji wyników. Zostanie on przedstawiony władzom partnerów realizujących projekt, które podejmą decyzję o sposobie dalszego wykorzystania wyników projektu.

Część G zadania badawczego obejmuje etapy, których rezultaty będą służyć innym, wcześniej lub równolegle realizowanym, etapom lub wykorzystywać będą wyniki innych etapów zadania badawczego.

Celem **etapu 14 części G** jest opracowanie oprogramowania pozwalającego na interpretację uzyskanych wyników i wskazującego na możliwe działania zmniejszające zużycie energii w budynkach. Zostanie wykonane specjalistyczne interaktywne oprogramowanie wspomagające diagnostykę cieplną budynków w postaci bazodanowej aplikacji systemu Windows - przeznaczone do gromadzenia i udostępniania poprzez wbudowane kwerendy danych zebranych w czasie diagnostyki cieplnej budynków.

Rezultatem etapu 14 będzie utworzona zostanie baza danych pomocniczych (materiałowych, urządzeń i danych klimatycznych) oraz danych pomiarowych zbieranych w trakcie diagnostyki energetycznej, oprogramowanie służące do określenia charakterystyki energetycznej budynku w oparciu o pomiary oraz przystosowanie bazy danych do komercjalizacji poprzez dodanie oprogramowania wspomagającego procesy decyzyjne w działaniach zmierzających do zmniejszenia zużycia energii w budynkach.

Celem **etapu 15 części G** jest opracowanie i testowanie metodyki wyznaczania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku na podstawie pomiarów. Na podstawie zmierzonego zużycia energii w ciągu całego roku, sezonu grzewczego lub w krótkim wybranym okresie czasu opracowana zostanie metoda określenia rocznego lub sezonowego zużycia ciepła w budynkach. Przeprowadzone zostaną analizy dotyczące wyboru odpowiedniego okresu pomiarowego, aby przeprowadzona transpozycja zmierzonego zużycia ciepła na zużycie sezonowe lub całoroczne była jak najdokładniejsza.

Rezultatem etapu 15 będzie opracowanie metodyki wyznaczania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku na podstawie pomiarów.

Celem **etapu 16 części G** jest przygotowanie programów i materiałów studiów podyplomowych, kursów i szkoleń z zakresu nowo opracowanej metodyki diagnostyki cieplnej budynku oraz przeprowadzenie pierwszej edycji kursów. Ponadto dodatkowym celem jest przygotowanie pakietu informacji o wynikach zadania 4 realizatorom zadania nr 7 „Działania promocyjne na rzecz zmniejszenia energochłonności budynków – rozpropagowanie efektów strategicznego projektu badawczego”.

Rezultatem etapu 16 będzie powszechna dostępność informacji o metodyce wykonywania diagnostyki cieplnej budynków oraz metodyce sporządzania charakterystyki energetycznej budynków na podstawie pomiarów. przygotowanie programów, materiałów szkoleniowych i metodyki szkoleń dla kadry naukowej i inżynierskiej oraz organizacja kursów i szkoleń.

Celem **etapu 17 części G** jest zagwarantowanie sprawnego zarządzania projektem, tak aby dzięki jego rezultatom osiągnięte zostały zaplanowane cele realizowanego zadania badawczego.

ZARZADZANIE PROJEKTEM

RADA PROGRAMOWA:

1. Prof. dr hab. inż. Zbigniew Popiołek, kierownik projektu
2. Prof. dr hab. inż. Jerzy Jakubiec, Wydział Elektryczny
3. Dr inż. Tomasz Steidl, Wydział Budownictwa
4. Mgr Bartłomiej Leśniowski, Górnośląski Park Przemysłowy

RADA KONSULTACYJNA:

1. Dr hab. inż. Henryk Nowak, prof. nzw. w Politechnice Wrocławskiej
2. Prof. dr hab. inż. Janusz Jeżowiecki, Politechnika Wrocławska
3. Prof. dr hab. inż. Bogdan Mizieliński, Politechnika Warszawska
4. Dr hab. inż. Krystyna Kostyro, prof. nzw. w Instytucie Techniki Budowlanej, Warszawa
5. Dr hab. inż. Wiesław Miczulski, Uniwersytet Zielonogórski,
6. Prof. dr hab. inż. Jerzy Wyrwał, Politechnika Opolska

ZESPÓŁ ODBIORU PRAC:

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Marian Nantka

Członkowie:

1. Prof. dr hab. inż. Zbigniew Popiołek
2. Prof. dr hab. inż. Jerzy Jakubiec
3. Mgr Bartłomiej Leśniowski
4. Dr inż. Tomasz Steidl
5. Dr inż. Ewa Medyńska

BIURO KOORDYNACJI PROJEKTU:

1. Dr inż. Ewa Medyńska, sekretarz naukowy
2. Dr inż. Przemysław Kateusz,, koordynator ds. organizacyjnych
3. Mgr inż. Danuta Turyk,, koordynator ds. finansowych
4. Halina Kokosińska, koordynator ds. administracyjnych