



Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w budynkach zlokalizowanych na terenie Euro-Centrum oraz innych zlokalizowanych w regionie powstałych ze wsparciem finansowym ze środków publicznych

## Raport Końcowy

Autorzy:  
Szymon Liszka,  
Łukasz Polakowski  
Łukasz Rajek  
Krzysztof Wilk  
Małgorzata Strzępa  
Jerzy Piszczek  
Jerzy Wojtulewicz  
Mariusz Bogacki

Katowice  
kwiecień 2010

<b>SKRÓTY I OZNACZENIA .....</b>	<b>4</b>
<b>1. WPROWADZENIE .....</b>	<b>5</b>
1.1. Podstawa formalna pracy.....	5
1.2. Zakres pracy.....	5
1.3. Zrealizowany zakres pracy.....	5
<b>2. WYBÓR OBIEKTÓW DO BADAŃ SZCZEGÓŁOWYCH.....</b>	<b>7</b>
2.1. W zakresie obiektów realizowanych ze wsparciem WFOŚiGW w Katowicach....	7
2.2. W zakresie obiektów EuroCentrum .....	11
2.3. W zakresie obiektów realizowanych ze wsparciem Fundacji Ekofundusz .....	11
<b>3. WYNIKI BADAŃ.....</b>	<b>11</b>
3.1. Analiza zrealizowanych inwestycji, projektów, studiów wykonalności, raportów zastosowania OZE w celu zaopatrzenia budynków w energię, w tym dofinansowanych z funduszy ekologicznych .....	12
3.1.1. Wprowadzenie.....	12
3.1.2. WFOŚiGW w Katowicach.....	14
3.1.3. Fundacja EkoFundusz .....	15
<b>REDUKCJA EMISJI ORAZ JEJ JEDNOSTKOWY KOSZT .....</b>	<b>17</b>
<b>INSTALACJE KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH W RÓŻNYCH GRUPACH BUDYNKÓW .....</b>	<b>17</b>
Źródło: Fundacja EkoFundusz w liczbach, Warszawa 2010.....	18
3.1.4. NFOŚiGW.....	18
<b>LICZBA WNIOSKÓW NA WSPARCIE FINANSOWANIA KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH DLA OSÓB I WSPÓLNOT MIESZKANIOWYCH ORAZ KWOTY KREDYTÓW I DOTACJI .....</b>	<b>19</b>
3.1.5. Prognoza udziału OZE wg „Krajowego planu działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” .....	20
3.2. Dane WFOŚiGW w Katowicach.....	22
3.3. Obiekty EuroCentrum.....	27

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

3.3.1.	Charakterystyka budynku niskoenergetycznego zlokalizowanego na terenie EuroCentrum w Katowicach przy ul. Ligockiej 103.....	27
3.3.2.	Porównanie stanu istniejącego oraz alternatywnych wariantów zasilania budynku w ciepło .....	32
3.3.3.	Charakterystyka wszystkich budynków wchodzących w skład kompleksu EuroCentrum .....	33
3.4.	Dane Ekofundusz.....	34
3.5.	Badania symulacyjne dla wybranej technologii OZE .....	38
3.5.1.	1. Opis wariantu wyjściowego .....	38
3.5.2.	Wyniki symulacji .....	38
3.5.3.	dobór liczby kolektorów .....	39
3.5.4.	Optymalne usytuowanie kolektora .....	39
3.5.5.	2.4 Dobór zasobnika cwu .....	39
3.5.6.	Wpływ jakości wykonania instalacji .....	40
3.5.7.	Modele finansowania .....	40
4.	<b>PROPOZYCJA METODYKI OCENY PRZEDSIĘWZIĘĆ OZE W BUDOWNICTWIE .....</b>	<b>41</b>
4.1.	Definicje pojęć stosowanych w dalszej części opracowania.....	41
4.2.	Ogólne zasady oceny efektywności energetycznej przedsięwzięć.....	42
4.2.1.	Podstawowe założenia dotyczące oceny efektywności wg IPMVP .....	42
4.2.2.	Pomiar/ocena efektywności (M&V) dla projektów z OZE .....	46
4.2.2.1.	Opcje prowadzenie pomiarów i weryfikacji (M&V).....	46
4.2.2.2.	Identyfikacja stanu odniesienia dla M&V.....	48
4.2.2.3.	Sposób wyznaczania stanu odniesienia dla oceny efektu usprawnienia ...	48
4.3.	Sposób oceny wybranych przedsięwzięć .....	50
5.	<b>WNIOSKI.....</b>	<b>62</b>
6.	<b>LITERATURA .....</b>	<b>63</b>

## Skróty i oznaczenia

DGC CO<sub>2</sub> – dynamiczny koszt jednostkowy ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>

$$DGC = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{KI_t + KE_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{EE_t}{(1+i)^t}}$$

KI<sub>t</sub> - nakłady inwestycyjne w roku t,

KE<sub>t</sub> – koszty eksploatacyjne w roku t,

EE<sub>t</sub> – efekt ekologiczny w roku t,

i – stopa dyskonta (w analizach 6% jeśli nie podano inaczej),

n – czas życia inwestycji,

CCE – koszt zaoszczędzonej energii

$$CCE = \frac{KI \cdot \frac{i}{1 - (1+i)^{-t}} + KE}{\Delta E}$$

ΔE – roczna oszczędność energii

IRR – wewnętrzna stopa zwrotu

NPV – wartość bieżąca netto

$$NPV = \sum_{t=0}^n (1+i)^{-t} CF_t$$

CF<sub>t</sub> – przepływ pieniężny w roku t

OZE - odnawialne źródła energii,

WFOŚIGW – Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,

M&V – pomiar/ocena efektywności,

ECM – środki oszczędności energii,

IPMVP – Międzynarodowy protokół oceny i weryfikacji efektywności.

## 1. Wprowadzenie

### 1.1. Podstawa formalna pracy

Opracowanie pt. Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w budynkach zlokalizowanych na terenie Euro-Centrum oraz innych zlokalizowanych w regionie powstałych ze wsparciem finansowym ze środków publicznych

Zadanie zostało zrealizowane na podstawie umowy Nr 42/X/10 zawartej w dniu 27/10/2010 w Katowicach pomiędzy Parkiem Naukowo-Technologicznym „Euro-Centrum” Sp. Z o.o., a Fundacją na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii.

### 1.2. Zakres pracy

Zakres pracy obejmuje następujące elementy:

- **przeprowadzenie badania** efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w budynkach zlokalizowanych na terenie Euro-Centrum oraz innych zlokalizowanych w regionie powstałych ze wsparciem finansowym ze środków publicznych w zakresie:
  - analizy zrealizowanych inwestycji, projektów, studiów wykonalności, raportów dotyczących zastosowania OZE w celu zaopatrzenia budynków w energię, w tym dofinansowanych z funduszy ekologicznych;
  - wyboru reprezentatywnej grupy projektów zastosowania OZE w budownictwie według następujących kryteriów:
    - zastosowana technologia,
    - parametry techniczne i ekonomiczne zastosowania OZE,
    - lokalizacja przedsięwzięcia,
    - sposób potwierdzenia efektu ekologicznego,
    - okres realizacji.
- **sporządzenie analizy** zawierającej wnioski z ww. badań, w szczególności w zakresie:
  - opracowania metodyki oceny przedsięwzięć wykorzystania OZE w budownictwie,
  - ujednocionej oceny inwestycji w oparciu o opracowaną metodykę.

### 1.3. Zrealizowany zakres pracy

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii (OZE), zostały przeprowadzone na podstawie badań obiektów:

1. Parku Technologicznego obiektów EuroCentrum
2. projektów zrealizowanych ze wsparciem Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach
3. projektów zrealizowanych ze wsparciem fundacji Ekofundusz
4. dodatkowo przeanalizowano projekty realizowane ze wsparciem Funduszu termomodernizacji i remontów, dla których audyty energetyczne były weryfikowane przez FEWE.

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Planowana metodyka badań przewidywała

- przegląd projektów zrealizowanych na terenie województwa, wybór grupy projektów do dalszych szczegółowych analiz,
- zebranie szczegółowych danych dotyczących zakresów zrealizowanych przedsięwzięć, poniesionych kosztów, planowanych i osiągniętych efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla wybranych projektów,
- wyznaczenie na tej podstawie wskaźników dla oceny efektywności ekonomicznej i środowiskowej zrealizowanych przedsięwzięć,
- porównanie tak uzyskanych wskaźników i opracowanie wniosków na tej podstawie
- dla uzyskania porównywalności wyników w zakresie planowanych efektów energetycznych, środowiskowych i ekonomicznych dla różnych typów projektów planowano przeprowadzenie dodatkowych analiz dla wszystkich wybranych przypadków przy pomocy ujednoliconej metodyki. Do tego celu wybrano narzędzie – program komputerowy RETScreen.

W praktyce okazało się, że dostęp do danych dotyczących projektów jest bardziej ograniczony niż pierwotnie zakładano, równocześnie zakres dostępnych danych z poszczególnych źródeł był różny co spowodowało konieczność adaptacji planowanej metodyki badań zakresu pozyskanych danych.

W budynkach EuroCentrum zastosowanie OZE, które kwalifikowało się do analiz dotyczyło tylko budynku niskoenergetycznego (nr 7.1) oddanego do użytkowania w 2008 roku. W budynku tym źródłem ciepła i chłodu jest pompa ciepła Thermalia firmy Hoval współpracująca z pionowym wymiennikiem gruntowym jako dolnym źródłem ciepła, współpracująca z systemem BKT (system grzewczo chłodniczy „rdzeń betonowy” firmy Rehau). Dla obiektu dostępna jest kompletna dokumentacja projektowa, natomiast zastosowany system pomiarowy nie pozwala na rzeczywistą ocenę ilości energii dostarczanej do obiektu ze źródła odnawialnego jakim jest pompa ciepła. W trakcie realizacji raportowanego projektu trwały równoległe prace dla właściwego opomiarowania budynku i źródła ciepła – niemniej prac tych na chwilę obecną nie zakończono. Z powyższych względów, przy braku możliwości uzyskania informacji o rzeczywistej efektywności pracy układów OZE w budynku analizy przeprowadzono w oparciu symulację obiektu – w oparciu metodologię dla świadectw energetycznych budynku. Dodatkowo sporządzono rekomendacje w zakresie właściwego opomiarowania obiektu i niezbędnych analiz dla wiarygodnej identyfikacji uzyskiwanych efektów stosowania oze w przyszłości. Analiza przypadku była wykorzystana dla przygotowania propozycji metodyki oceny przedsięwzięć wykorzystania OZE w budownictwie.

Dane dotyczące szerokiego spektrum projektów, w których zastosowano odnawialne źródła energii pochodziły z instytucji finansowych finansujących przedsięwzięcia ekologiczne, występując o dane do tych instytucji zakładano, że ze względu na fakt, że dopłaty do inwestycji ekologicznych są realizowane ze środków publicznych projekty, które uzyskiwały takie dofinansowanie będą dobrze udokumentowane a ich efekty potwierdzone.

W praktyce okazało się, że przy pełnej woli współpracy ze stronie instytucji finansowych, że dane są dostępne w ograniczonym zakresie i w niejednolitej formie.

Ważnym problemem były elementy opisu stanu bazowego (odniesienia) szczególnie w zakresie informacji o rzeczywistym zużyciu/ zapotrzebowaniu na nośniki energii oraz cenach tych nośników. Inny problem stanowiły dane o kosztach realizacji przedsięwzięć – nie uzyskano dostępu do danych o kosztach poniesionych (jako informacji poufnej) analizy przeprowadzono w oparciu o informacje kosztach planowanych.

Duża liczba analizowanych przypadków dotyczyła zastosowania odnawialnych źródeł energii w połączeniu z przedsięwzięciami energooszczędnymi. Z jednej strony świadczyć to może o prawidłowym podejściu do planowania i realizacji inwestycji – ograniczenie zapotrzebowania na energię i zastosowanie energii odnawialnej do zaspokojenia zredukowanego

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

zapotrzebowania, jednakże w praktyce analizowanych przedsięwzięć działania w zakresie poprawy efektywności energetycznej prowadzone były najczęściej „równolegle” (ograniczały zapotrzebowanie na energię ale nie w obszarach w których równocześnie stosowano OZE – przykładem mogą być „popularne” projekty polegające na termomodernizacji obiektów i zastosowaniu OZE do przygotowania ciepłej wody użytkowej, przy braku działań ograniczających zużycie ciepłej wody lub straty systemów przygotowania tejże). Z drugiej jednak strony w przypadku takich projektów odpowiednie przypisanie kosztów i efektów do działań w zakresie OZE było trudne a często niemożliwe.

Informacje przekazane przez Fundację EKOFUNDUSZ miały charakter syntetyczny dostarczony opis nie pozwalał na poprawne zamodelowanie systemów w przyjętym narzędziu analitycznym. Jednakże podstawowe wskaźniki techniczne i energetyczne zostały wyznaczone. I stanowią, materiał do dalszych analiz.

W przypadku EkoFunduszu liczba projektów zrealizowanych na terenie województwa śląskiego była ograniczona w związku z czym podjęto decyzję o rozszerzeniu zakresu terytorialnego analiz na cały kraj.

Najszerzy zakres przeanalizowanych projektów pochodził z WFOŚiGW w Katowicach Fundusz udostępnił dane o projektach z lat 2009-2010. Przeanalizowano wszystkie projekty przedsięwzięć współfinansowanych (zrealizowanych) przez WFOŚiGW zawierających komponent OZE w latach 2009-2010 na podstawie indywidualnych umów. Wybrano obiekty, dla których dostępna jest kompletna dokumentacja pozwalająca wyodrębnić komponent OZE. Łącznie 76 obiektów. Dla uzupełnienia danych o projektach typów nie mających wystarczającej reprezentacji w latach 2009-2010 z listy projektów współfinansowanych (zrealizowanych) przez WFOŚiGW w 2008 roku wybrano dodatkowo 8 obiektów.

Analizowane projekty obejmowały przedsięwzięcia wykorzystanie biogazu i biomasy do produkcji energii elektrycznej i/lub ciepła zastosowanie pompy ciepła, wodnych kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, gruntowych wymienników ciepła oraz odzysku ciepła z wentylacji.

Oprócz inwestycji realizowanych na podstawie indywidualnych wniosków Fundusz finansuje realizację tego typu inwestycji w ramach tzw. lokalnych programów ograniczenia niskiej emisji (PONE) realizowanych przez samorządy terytorialne na indywidualnych zasadach, projekty realizowane w ramach programów PONE dotyczą budynków mieszkalnych w zdecydowanej większości jednorodzinnych, jednak danych o tych inwestycjach nie uzyskano.

Dodatkowo, poszukując informacji o projektach zastosowania OZE w budownictwie przeanalizowano projekty realizowane ze wsparciem Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów, dla których audyty energetyczne były weryfikowane przez FEWE. Wśród ponad dwóch i pół tysiąca wniosków zidentyfikowano trzy przypadki w których audyty energetyczne i proponowany zakres inwestycji obejmowały zastosowanie odnawialnych źródeł energii.

## **2. Wybór obiektów do badań szczegółowych**

### **2.1. W zakresie obiektów realizowanych ze wsparciem WFOŚiGW w Katowicach**

*Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii*

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach, udziela dofinansowania na realizację inwestycji związanych z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008r., Nr 25, poz. 150 z późn. zm.), oraz z:

- a. „Listą przedsięwzięć priorytetowych planowanych do dofinansowania ze środków WFOŚiGW w Katowicach”;
- b. „Kryteriami wyboru przedsięwzięć finansowanych ze środków WFOŚiGW w Katowicach”;
- c. „Planem finansowym Funduszu” i zasadami udzielania dofinansowania ze źródeł WFOŚiGW.

Lista przedsięwzięć priorytetowych planowanych do dofinansowania ze środków WFOŚiGW na każdy rok zostaje uchwalana przez Radę Nadzorczą WFOŚiGW po uzgodnieniu z odpowiednimi regionalnymi zarządami gospodarki wodnej oraz po zasięgnięciu opinii Narodowego Funduszu w zakresie finansowania przedsięwzięć z udziałem środków pomocowych Unii Europejskiej.

Lista odzwierciedlała cele krótkookresowe i długookresowe Funduszu, określone w „Programie ochrony środowiska dla województwa śląskiego” oraz cele długoterminowe do roku 2015, odnoszące się do następujących ośmiu podstawowych priorytetów:

- ochrona zasobów wodnych,
- gospodarka odpadami i ochrona powierzchni ziemi,
- ochrona powietrza i ochrona przed hałasem,
- ochrona przyrody i krajobrazu,
- edukacja ekologiczna,
- zapobieganie poważnym awariom,
- zarządzanie środowiskowe w regionie,
- profilaktyka zdrowotna.

Zadania związane z zastosowaniem OZE wpisują się w priorytet: „ochrona powietrza i ochrona przed hałasem”.

Zakres, formy oraz warunki dofinansowania zadań w latach objętych analizą określone zostały w Zasadach udzielania i umarzania pożyczek, udzielania dotacji oraz dopłat do oprocentowania preferencyjnych kredytów i pożyczek.

Zgodnie z Zasadami pomoc finansowa Funduszu mogła przyjmować jedną z następujących form:

- preferencyjnej pożyczki, w tym pożyczki pomostowej,
- dotacji (w tym przekazania środków jednostkom budżetowym),
- umorzenia części udzielonej pożyczki,
- dopłaty do oprocentowania kredytów bankowych,
- kredytu w ramach bankowych linii kredytowych.

W latach 2008-2010 przewidziano następujące preferencje dla wnioskodawców:

- preferencyjne oprocentowanie o charakterze zmiennym, którego podstawą była stopa redyskonta weksli - 0,6 s.r.w. lecz nie mniej niż 3% w stosunku rocznym,
- udział środków Funduszu do 80% kosztów kwalifikowanych w przypadku udzielania pożyczek,
- okres spłaty pożyczek do 10 lat od daty zakończenia zadania, w tym okres karencji (do 12 miesięcy po wynikającym z umowy terminie zakończenia zadania),
- umorzenie części pożyczki - do wysokości 50% wykorzystanej kwoty pożyczki,
- preferencje dotyczące terminu składania wniosku o umorzenie dla jednostek samorządu terytorialnego, jeśli nowe zadanie ekologiczne, na które zostanie przeznaczona umorzona kwota wiąże się z absorpcją środków Unii Europejskiej,



*Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii*

Zgodnie z Zasadami wysokość dotacji dla zadań inwestycyjnych wynosiła do 50% kosztów kwalifikowanych.

Dotacje udzielane były na następujące zadania inwestycyjne:

- zakupy inwestycyjne realizowane w ramach zadań związanych z edukacją ekologiczną, ochroną przyrody, zarządzaniem środowiskowym, zapobieganiem i likwidacją skutków poważnych awarii,
- budowę, modernizację zbiorników małej retencji wodnej wpisanych do Programu małej retencji dla Województwa Śląskiego,
- budowę i modernizację urządzeń wodnych zwiększających bezpieczeństwo przeciwpowodziowe,
- udział w usuwaniu skutków powodzi w urządzeniach wodnych, brzegach rzek i potoków oraz urządzeniach ochrony środowiska,
- uzupełnianie w sprzęt wojewódzkich magazynów przeciwpowodziowych,
- usuwanie szkód w środowisku spowodowanych działaniem żywiołu,
- likwidację zagrożeń środowiskowych powodowanych zdeponowaniem niebezpiecznych odpadów przez zakłady postawione w stan likwidacji,
- usuwanie skutków zanieczyszczeń powierzchni ziemi, w przypadku nieustalenia podmiotu za nie odpowiedzialnego,
- likwidację mogilników i magazynów przeterminowanych środków ochrony roślin,
- usuwanie i unieszkodliwianie azbestu z obiektów służby zdrowia, oświaty i opieki społecznej,
- wspieranie wykorzystania źródeł energii odnawialnej, za wyjątkiem produkcji energii cieplnej dla nowowytbudowanych obiektów,
- wspieranie wykorzystania źródeł energii odnawialnej dla nowowytbudowanych obiektów użyteczności publicznej jednostek sektora finansów publicznych,
- z zakresu ochrony atmosfery i ochrony wód (za wyjątkiem budynków mieszkalnych), realizowane przez jednostki sektora finansów publicznych w obiektach użyteczności publicznej oraz przez pozostałe jednostki w obiektach użyteczności publicznej wpisanych do rejestru zabytków.

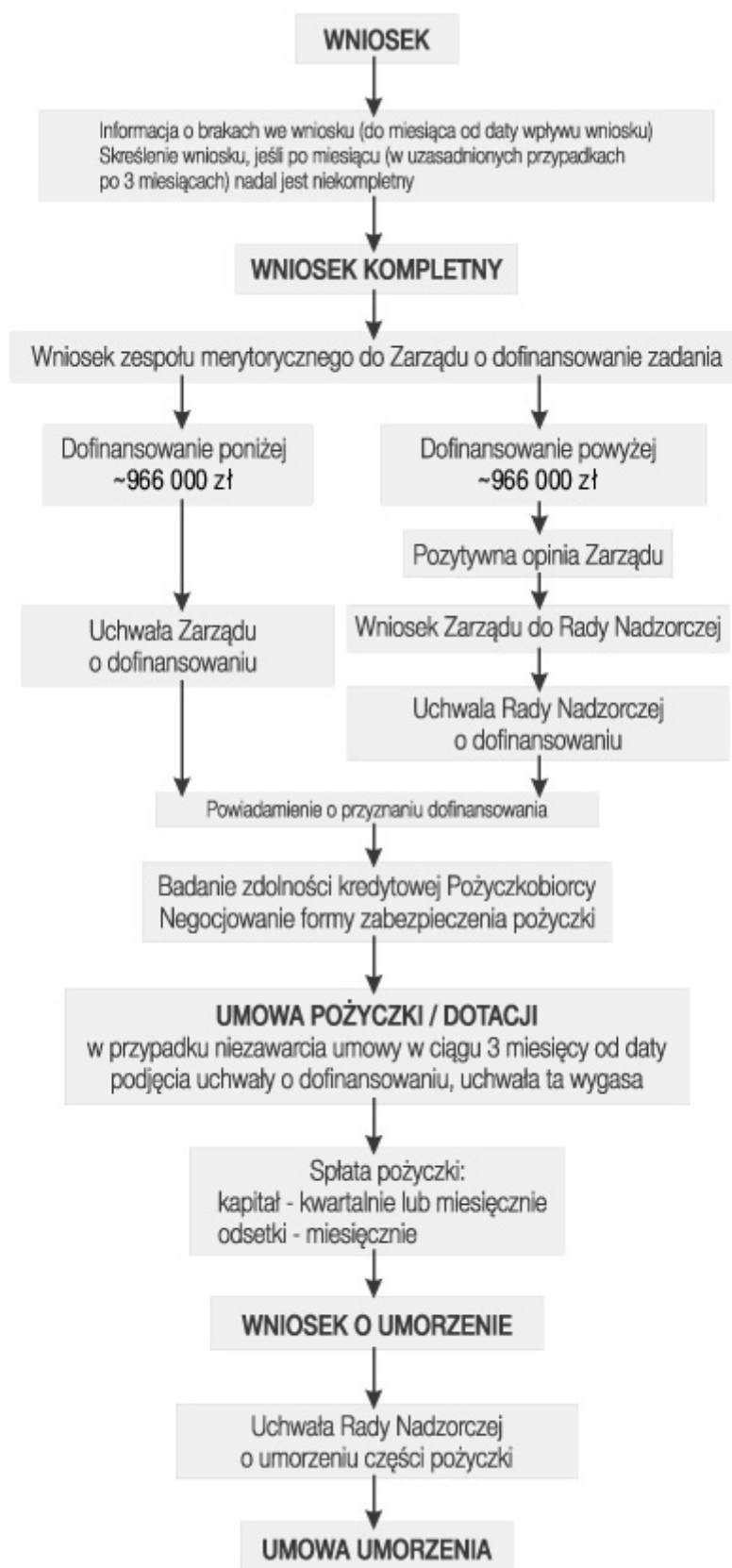
Fundusz udzielał również dopłat do oprocentowania kredytów bankowych. Kredyt mógł być udzielany do 80% kosztów kwalifikowanych. Oprocentowanie kredytu wynosiło 0,8 s.r.w. Wysokość dopłat Funduszu do oprocentowania kredytu wynosiła maksymalnie 0,6 s.r.w.

Zgodnie z zasadami udzielania pożyczek i dotacji potwierdzeniem realizacji inwestycji związanych z wykorzystaniem OZE jest uzyskanie efektu ekologicznego, które jest weryfikowane jako:

- fizyczna likwidacja istniejących źródeł konwencjonalnych, potwierdzona protokołem, w przypadku zadań polegających na zastąpieniu źródeł konwencjonalnych źródłem energii odnawialnej,
- w przypadku innych zadań, dla których nie nałożono obowiązku pomiarów emisji zanieczyszczeń - wykonanie zadania zgodnie z przyjętymi założeniami, dostarczenie dokumentów wymaganych Prawem budowlanym do przystąpienia do użytkowania,
- w przypadku zadań, dla których nałożono obowiązek pomiarów emisji zanieczyszczeń – dostarczenie wyników pomiarów, potwierdzających osiągnięcie założonego efektu ekologicznego.

Procedurę rozpatrywania wniosku o dofinansowanie przedsięwzięcia inwestycyjnego w WFOŚiGW przedstawiono na poniższym schemacie.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii



W ramach niniejszej pracy analizą planowano objąć obiekty zrealizowane ze wsparciem WFOŚiGW w Katowicach w zakresie:

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

- wszystkie przedsięwzięcia zawierające komponent OZE zrealizowane w latach 2008-2010 realizowane na podstawie indywidualnych umów
- dodatkowo wybrane 1-2 lokalne programy likwidacji niskiej emisji w ramach, których realizowane były przedsięwzięcia OZE

Ostatecznie do szczegółowych analiz WFOŚiGW w Katowicach udostępnił dane o projektach z lat 2009-2010. Przeanalizowano wszystkie projekty przedsięwzięć współfinansowanych (zrealizowanych) przez WFOŚiGW zawierających komponent OZE zrealizowane w latach 2009-2010 na podstawie indywidualnych umów. Wybrano obiekty, dla których dostępna jest kompletna dokumentacja pozwalająca wyodrębnić komponent OZE łącznie 76 obiektów. Dla uzupełnienia danych o projektach dla ich typów, nie mających wystarczającej reprezentacji w latach 2009-2010 z listy projektów współfinansowanych (zrealizowanych) przez WFOŚiGW w 2008 roku wybrano dodatkowo 9 obiektów.

### **2.2. W zakresie obiektów EuroCentrum**

W zakresie obiektów EuroCentrum analizą objęto, w zakresie uproszczonym wszystkie obiekty w zakresie szczegółowym budynek niskoenergetyczny. Na podstawie zebranych danych od właściciela obiektu i wizji lokalnej stwierdzono konieczność przeprowadzenia prac pomiarowych. Prace przygotowawcze są w toku. Prac pomiarowych nie wykonano

Wśród obiektów EuroCentrum analizą objęto - w zakresie uproszczonym - wszystkie obiekty, natomiast w zakresie szczegółowym budynek niskoenergetyczny. Na podstawie zebranych danych od właściciela obiektu i wizji lokalnej stwierdzono konieczność przeprowadzenia prac pomiarowych w budynku niskoenergetycznym. Pomiarów nie udało się przeprowadzić z powodu braku niezbędnej infrastruktury pomiarowej. Na potrzeby badania opracowano więc świadectwo charakterystyki energetycznej niskoenergetycznego obiektu EuroCentrum. Na tej podstawie przeprowadzono wariantową analizę wykorzystania odnawialnych źródeł energii w budynku. Obliczenia porównano z rzeczywistym zużyciem wybranych mediów w budynku (dostępne dane o zużyciu energii elektrycznej).

### **2.3. W zakresie obiektów realizowanych ze wsparciem Fundacji Ekofundusz**

Ekofundusz udostępnił dane dotyczące projektów biomasowych zrealizowanych po roku 2000 oraz wszystkie dane dotyczące projektów zrealizowanych w ramach konkursu ciepłowniczego. Zestawienie udostępnionych danych w załącznikach 1 i 2. Dodatkowo otrzymano 48 ankiety badania przedsięwzięć zrealizowanych. Z powodu likwidacji fundacji Ekofundusz i przekazania dokumentów źródłowych do archiwum państwowego dostęp do kompletnych danych projektowych nie był możliwy. Na podstawie otrzymanych danych wybrano reprezentatywne projekty z zastosowaniem OZE z pośród kompleksowych projektów realizowanych w ramach tzw. „konkursu ciepłowniczego” – kompleksowa termomodernizacja budynków, sieci przesyłowych i źródeł ciepła.

## **3. Wyniki badań**

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

### 3.1. Analiza zrealizowanych inwestycji, projektów, studiów wykonalności, raportów zastosowania OZE w celu zaopatrzenia budynków w energię, w tym dofinansowanych z funduszy ekologicznych

#### 3.1.1. Wprowadzenie

W 2009 roku z Polsce zużyto prawie 4 000 PJ energii pierwotnej, z tego prawie 14 PJ energii wody, wiatru, słonecznej, geotermalnej i pomp ciepła.

Zużycie ogółem nośników energii pierwotnej w gospodarce narodowej

WYSZCZEGÓLNIENIE	1988 <sup>a</sup>	2000	2005	2007	2008	2009	SPECIFICATION
	w teradzulach		in terajoules				
<b>OGÓLEM</b> .....	<b>5353466</b>	<b>3847603</b>	<b>3970438</b>	<b>4152725</b>	<b>4208838</b>	<b>3978907</b>	<b>TOTAL</b>
Węgiel kamienny.....	3628603	1940687	1907363	2015571	1960986	1772583	Hard coal
Węgiel brunatny.....	592337	507526	532820	499591	532682	509762	Lignite
Ropa naftowa.....	618685	768502	772833	851014	894157	861845	Crude oil
Gaz ziemny.....	436920	452713	551007	553600	563172	552567	Natural gas
Torf i drewno opałowe.....	35231	123405	131474	129013	152628	167220	Peat and fuel wood
Energia wody, wiatru, słoneczna, geotermalna, pompy ciepła.....	6455	7723	8888	10867	11950	13869	Hydro, wind, solar, geothermal energy and heat pumps
Paliwa odpadowe stałe i inne surowce <sup>b</sup> .....	35235	47047	66053	87011	93263	101061	Solid waste fuels and other sources <sup>b</sup>

a Rok bazowy do oceny zobowiązań Polski wynikających z Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu.  
b Półprodukty rafineryjne niebędące produktami przerobu ropy naftowej (alkohole, dodatki uszlachetniające itp.), gaz gnilny (biogaz), paliwa odpadowe stałe przemysłowe i komunalne oraz pozostała biomasa.

a The base year for evaluation of Poland's commitments resulting from the United Nations Framework Convention on Climate Change.  
b Refinery non-oil semi-products (alcohols, fuel additives, etc.), sewage gas (biogas), solid waste fuels and other biomass.

**Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii**

**Produkcja i zużycie energii odnawialnej według źródeł wytwarzania**

LATA YEARS	Produkcja energii ogółem Total production of energy	Zużycie energii ogółem Total consumption of energy	Produkcja energii odnawialnej Production of renewable energy					Udział produkcji energii odnawialnej Share of production of renewable energy	
			razem total	w tym of which				w produkcji energii ogółem w % in total production of energy in %	w zużyciu energii ogółem w % in total consumption of energy in %
				geo- termalnej geothermal	biomasy biomass	wiatrowej wind	wodnej hydro		
w tysiącach toe <sup>a</sup>			in thousand toe <sup>a</sup>						
2000.....	80070	91898	3801	3	3587	0,46	181	4,75	4,22
2005.....	78447	94832	4432	11	4166	12	189	5,43	4,50
2007.....	72615	99186	5034	10	4710	45	202	6,93	5,08
2008.....	71304	100526	5156	13	4739	72	185	7,23	5,13
<b>2009.....</b>	<b>67280</b>	<b>95035</b>	<b>5735</b>	<b>14</b>	<b>5305</b>	<b>93</b>	<b>204</b>	<b>8,52</b>	<b>6,03</b>

a Toe – tona oleju ekwiwalentnego (umownego) – ton of oil equivalent – stosowana w bilansach międzynarodowych jednostka miary energii. Oznacza ilość energii, jaka może zostać wyprodukowana ze spalania jednej metrycznej tony ropy naftowej. Jedna tona oleju umownego równa jest 41.868 GJ lub 11,63 MWh.

a Toe – tone of oil equivalent – a unit of measure of energy used in international balances. It indicates the amount of energy that can be produced from combustion of one metric tone of crude oil. One tone of oil equivalent amounts to 41.868 GJ or 11,63 MWh.

Struktura produkcji energii odnawialnej w 2009 roku była następująca:

- energia z biomasy 94,5%,
- energia wodna 3,6%,
- energia wiatrowa 1,7%,
- geotermia 0,2%.

Źródło: Ochrona Środowiska 2010, GUS Warszawa 2010.

Główny Urząd Statystyczny do 2008 roku podawał liczbę pracujących kolektorów słonecznych i ilość pozyskanej energii. Ostatnio publikowane zestawienie pochodzi z Ochrona Środowiska 2008:

Liczba zainstalowanych kolektorów słonecznych oraz moc zainstalowana w systemach fotowoltaicznych w latach 2000-2007

WYSZCZEGÓLNIENIE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Liczba zainstalowanych kolektorów słonecznych w ciągu roku (m<sup>2</sup>).....</b>	7400	9094	10980	26500	28897	27653	41590	68147 <sup>b</sup>
kolektory płaskie.....	7330	8994	10820	25340	26697	23803	35150	47032
kolektory próżniowe.....	70	100	160	640	2200	3850	6290	21115
<b>Moc elektryczna zainstalowana w ciągu roku w systemach fotowoltaicznych (kW).....</b>	27	30	20	18	127	83	114	200 <sup>c</sup>

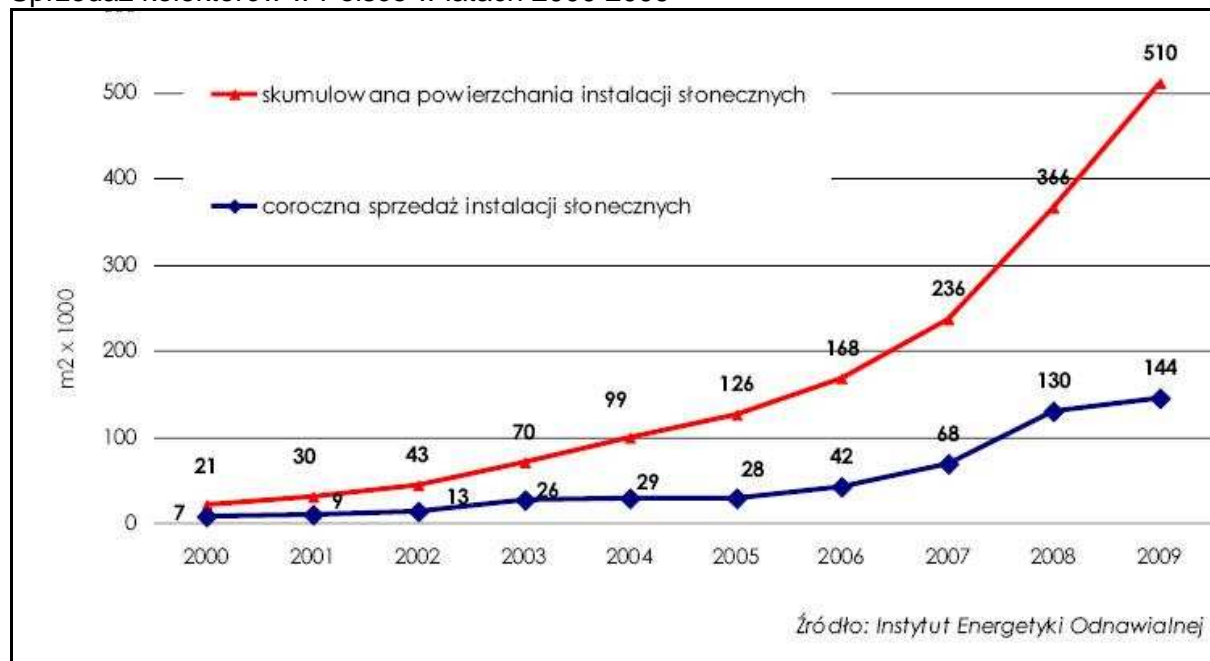
a Uwzględniono tylko kolektory termiczne – patrz Uwagi metodyczne. b. Łączna ilość pow. zainstalowanej kolektorów słonecznych wynosi 235897 m<sup>2</sup> (ekw. 165128 kW). c. Łączna ilość mocy zainstalowanej wynosi 638 kW.

Źródło: dane Instytutu Energetyki Odnawialnej.

Według informacji z Instytutu Energetyki Odnawialnej rośnie sprzedaż kolektorów słonecznych:

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Sprzedż kolektorów w Polsce w latach 2000-2009



Wg publikacji IEO „Opłacalność inwestycji w kolektory słoneczne” oraz „Efektywność ekonomiczna słonecznych systemów grzewczych” wydajność kolektorów słonecznych wynosi: dla kolektorów płaskich 405 kWh/m<sup>2</sup> rok dla próżniowych 435 kWh/m<sup>2</sup> rok. Wg bilansu energetycznego kraju cytowanego w Krajowym planie działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (Ministerstwo Gospodarki – Warszawa 2010) w 2006 roku pozyskano 3,6 ktoe energii (41,9 GWh) z zainstalowanych kolektorów o powierzchni 168 tys. m<sup>2</sup>. Odpowiada to jednostkowemu pozyskaniu energii ok. 250 kWh/m<sup>2</sup> rok.

### **3.1.2. WFOŚiGW w Katowicach**

Wsparcie Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach dla działań na rzecz zastosowania odnawialnych źródeł energii odbywa się w ramach zrównoważonego rozwoju regionu zgodnie z polityką ekologiczną państwa i województwa, poprzez preferencyjne dofinansowanie przedsięwzięć realizujących cele długookresowe i krótkookresowe zapisane w wojewódzkim programie ochrony środowiska oraz zapewniających absorpcję środków unijnych dla osiągnięcia w województwie śląskim stanu środowiska wynikającego z ustaleń akcesji Polski do Unii Europejskiej.

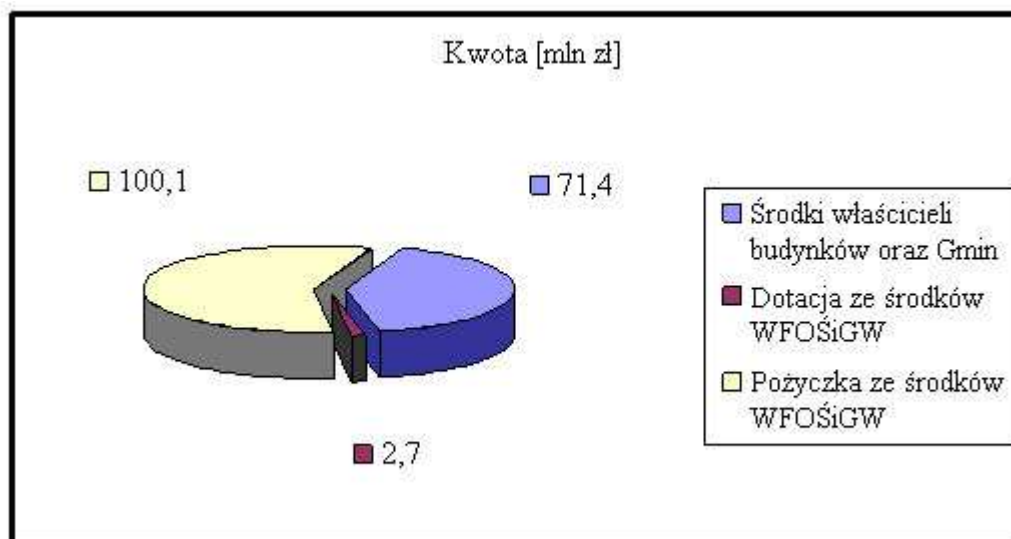
W ramach celu na lata 2001-2015 dla województwa śląskiego „polepszenie jakości powietrza atmosferycznego” przewidziane jest finansowanie zadań polegających m.in. na zmniejszeniu niskiej emisji z procesów spalania paliw, ograniczeniu emisji z pozostałych źródeł przemysłowych i komunalnych, zastosowaniu odnawialnych i alternatywnych źródeł energii oraz ograniczeniu strat energetycznych obiektów budowlanych. Priorytet nadano planowi ograniczenia niskiej emisji. Głównie wymieniano stare, niskosprawne kotły węglowe głównie na wysokosprawne kotły węglowe, rzadziej gazowe lub sporadycznie olejowe. Niektóre z tych przedsięwzięć związane są z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii. Sporadycznie stosowane są kotły na biomasę, pompy ciepła. Ponadto znaczna część programów przewiduje możliwość instalacji systemów solarnych wspomagających przygotowanie ciepłej wody użytkowej w okresie poza sezonem grzewczym.

Obecnie jest w trakcie realizacji lub zrealizowano programy ograniczenia niskiej emisji, obejmujące budynki jednorodzinne w 48 gminach. Wojewódzki Fundusz udzielił

### Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

dofinansowania na realizację programów w łącznej kwocie 102,8 mln zł (w tym 2,7 mln zł w formie dotacji i 100,1 mln zł w formie preferencyjnej pożyczki z możliwością częściowego umorzenia).

#### **Źródła finansowania programów ograniczenia niskiej emisji w budynkach jednorodzinnych:**



Łączny efekt ekologiczny dla już zakończonych bądź obecnie realizowanych etapów programów, wynosi:

pył	-	2.616 ton/rok
SO <sub>2</sub>	-	958 ton/rok
NO <sub>x</sub>	-	57 ton/rok
CO	-	2.697 ton/rok
CO <sub>2</sub>	-	116.186 ton/rok
b-□-p	-	850 kg/rok

Efektom rzeczowym tych programów jest modernizacja ponad 11 tys. lokalnych kotłowni w jednorodzinnych budynkach mieszkalnych (w ponad połowie obiektów połączona z zabudową instalacji solarnych, w części budynków także z termoizolacją oraz sporadycznie z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania).

Niestety WFOŚiGW w opublikowanym materiale nie podaje nakładów, wielkości udzielonego wsparcia i efektów dla przedsięwzięć zawierających składnik zastosowania OZE.

Źródło: [http://www.wfosigw.katowice.pl/artukul-48-informacja\\_o\\_pone.htm](http://www.wfosigw.katowice.pl/artukul-48-informacja_o_pone.htm)

#### **3.1.3. Fundacja EkoFundusz**

Fundacja EkoFundusz udzielała wsparcia dla różnych programów ochrony powietrza i klimatu.

Wyszczególnione w poniższym zestawieniu grupy projektów stanowią zbiory zadań inwestycyjnych, podobne pod względem zastosowanych technologii oraz rodzaju uzyskiwanego efektu.

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Średnia wysokość dofinansowania projektów służących ochronie powietrza i klimatu była bardzo zróżnicowana. Najwyższy udział dotacji w kosztach projektów dotyczył instalacji pomp ciepła, które były często wspomagane kolektorami słonecznymi. Były one z reguły instalowane przez organizacje charytatywne, samorządy i służbę zdrowia. Z kolei projekty o bardzo wysokich kosztach inwestycyjnych, takie jak odsiarczanie spalin i węgla, mogły otrzymać dotację stanowiącą stosunkowo niski udział w koszcie całkowitym. Także w przypadku projektów geotermalnych, w których EkoFundusz uczestniczył tylko w finansowaniu naziemnej części instalacji, poziomdotacji był relatywnie niski.

### Liczba projektów w poszczególnych grupach, ich koszt i przyznana dotacja

Grupy projektów	Liczba projektów	Koszt projektów (mln zł)	Dotacje przyznane (mln zł)	Udział dotacji w kosztach projektów (%)
pompy ciepła z solarami	9	8,19	3,41	41,6
pompy ciepła	15	18,71	7,74	41,4
biomasa	63	298,71	117,61	39,4
biogaz	17	50,85	17,85	35,1
solary	145	134,59	46,31	34,4
oszczędność energii w systemach grzewczych	87	584,21	195,22	33,4
oszczędność energii z solarami	32	226,42	74,88	33,1
oszczędność energii z biomasą	24	110,16	35,99	32,7
biomasa z solarami	20	30,81	10,03	32,5
zagospodarowanie metanu	4	31,83	9,01	28,3
inne	52	161,16	44,64	27,7
zamiana węgla na gaz	15	56,59	15,40	27,2
likwidacja niskiej emisji	84	382,10	89,12	23,3
zmniejszanie emisji tlenków azotu	2	12,79	2,81	22,0
ograniczenie emisji freonów	4	20,97	4,11	19,6
turbiny parowo-gazowe	7	456,50	82,04	18,0
małe elektrownie wodne	6	6,55	1,11	16,9
odsiarczanie węgla	2	236,50	32,75	13,8
geotermia	4	77,39	8,59	11,1
turbiny wiatrowe	7	623,21	65,49	10,5
zmiana technologii	3	850,94	73,96	10,4
odsiarczanie spalin	7	1 728,00	99,83	4,8
<b>Razem</b>	<b>609</b>	<b>6 107,16</b>	<b>1 037,66</b>	<b>30</b>

Podobnie jak w przypadku opracowania WFOŚiGW w Katowicach, również EkoFundusz podaje wielkości zagregowane co do efektów wynikających z realizacji wymienionych projektów. Podaje natomiast jednostkowy koszt redukcji CO<sub>2</sub> w poszczególnych grupach projektów.

Projekty realizowane w ramach sektorów ochrony powietrza i klimatu przyczyniały się do ograniczenia emisji wybranych gazów do powietrza atmosferycznego, głównie SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>.

### Efekty z realizacji projektów w latach 1992 - 2009

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Razem
liczba projektów	1	6	10	29	34	50	24	15	38	44	30	32	35	53	48	40	67	53	609
redukcja emisji CO <sub>2</sub> (tys. Mg)	5,12	32,66	91,94	395,34	168,08	190,7	614,45	229,94	901,33	304,28	119,37	1 013,35	252,49	409,6	320,53	24,39	333,73	45,55	5 452,82
redukcja emisji SO <sub>2</sub> (tys. Mg)	0	8,9	4	31,78	49,63	4,12	61,70	1,95	66,39	2,24	0,57	10,64	1,81	2,18	1,80	0,17	0,64	0,3	2 48,83
koszt projektów (mln zł)	3,8	87,0	47,2	206,2	1247	220	612	97	761,5	293	136	694,6	213,8	697,9	266,5	130,8	242,3	149,7	6 107,2
dotacje przyznane (mln zł)	1,7	14,9	11,1	54,4	53,3	49,3	77,6	18,1	139,4	79,5	45,0	83,1	47,9	111,5	75,1	44,5	79,2	52,4	1 037,9

Duże różnice w wielkości redukcji emisji i liczbie projektów w poszczególnych latach wynikały ze specyfiki i różnorodności realizowanych zadań. Przykładowo wysoki koszt projektów w 1996 roku związany był z dofinansowaniem bardzo kosztownej instalacji odsiarczania gazów w elektrowni Turów. Znaczący wzrost liczby projektów w latach 1995 – 97 wynikał natomiast z podjęcia, we współpracy z Wojewódzkim Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach, działań z zakresu likwidacji uciążliwych źródeł niskiej emisji na terenie tego województwa. Program obejmował dużą liczbę niewielkich projektów. Z kolei takie projekty jak budowa elektrociepłowni (EC Katowice i EC Zielona Góra) wpłynęły na wielkość osiągniętej redukcji emisji SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> w latach 1998 i 2003. Wyraźny wzrost wysokości dotacji w 2005 roku był wynikiem dopłat do budowy farm wiatrowych. Wzrost liczby projektów w latach 2008 – 2009 był następstwem zwiększonego zainteresowania dopłatami do instalacji kolektorów słonecznych. Jednakże osiągnięta w tej kategorii projektów wielkość redukcji emisji zanieczyszczeń powietrza była relatywnie mała, co skutkowało niskimi poziomami uzyskiwanych redukcji emisji.



*Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii*

### Redukcja emisji oraz jej jednostkowy koszt

Grupy projektów	Redukcja emisji (Mg/rok)				Koszt redukcji emisji CO <sub>2</sub> (zł/Mg/rok)	
	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	Pył	Koszt całkowity	Dotacje przyznane
pompy ciepła z solarami	1 649	13	2	18	4 967	2 068
solary	31 794	73	28	44	3 948	1 395
pompy ciepła	4 768	41	28	33	3 925	1 623
oszczędność energii z solarami	17 305	107	23	202	2 598	779
biomasa z solarami	6 040	30	3	40	2 429	749
geotermia	33 771	1 397	309	343	2 292	254
turbiny wiatrowe	351 639	2 132	1 801	178	1 772	186
oszczędność energii w systemach grzewczych	524 853	4 723	891	7 015	1 459	489
oszczędność energii z biomasą	82 186	421	83	1 399	1 340	438
małe elektrownie wodne	6 088	61	10	128	1 076	182
biomasa	406 678	2 645	322	3 009	774	303
zmiana technologii	1 760 557	126 384	4 237	13 614	733	76
likwidacja niskiej emisji	525 131	4 762	845	5 186	728	170
biogaz	83 094	141	32	170	612	215
turbiny parowo-gazowe	812 241	6 707	4 830	3 190	562	101
zamiana węgla na gaz	231 079	4 751	442	4 661	245	67
zagospodarowanie metanu	262 500	46	0	15	121	34
<b>Razem</b>	<b>4 789 734</b>	<b>154 434</b>	<b>13 886</b>	<b>39 245</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

W interesującej nas grupie projektów związanych z budynkami jednostkowy koszt całkowity redukcji emisji CO<sub>2</sub> wynosił [zł/Mg CO<sub>2</sub>/rok]:

pompa ciepła z solarami	-	4967
solary	-	3948
pompy ciepła	-	3925
oszczędność energii z solarami	-	2598
biomasa z solarami	-	2429
geotermia	-	2292
oszczędność energii z biomasą	-	1340
biomasa	-	774
biogaz	-	612.

W skali kraju zrealizowano 215 projektów związanych z budową kolektorów słonecznych wspomaganych dotacją EkoFunduszu. Powierzchnia kolektorów wynosi ponad 51 tys. m<sup>2</sup>. Średnia powierzchnia instalacji 238,8m<sup>2</sup>.

Z uwagi na brak wszystkich danych, przyjęto założenie, że udział dotacji w wartości projektu jest w kraju i dla województwa śląskiego jednakowy. Obliczono, że koszt jednego m<sup>2</sup> instalacji wynosi w kraju 2817 zł a dla województwa śląskiego 3294 zł.

### Instalacje kolektorów słonecznych w różnych grupach budynków

	Właściciele mieszkań	Sluzba zdrowia	Ośrodki sportu i rekreacji	Oświata i wychowanie	Domy pomocy społecznej	Instytucje wyznaniowe	Straz Pozarna	Inne	Razem
liczba projektów	34	45	45	33	18	24	8	8	215
powierzchnia kolektorów słonecznych (m <sup>2</sup> )	18 782	12 768	9 054	4 039	2 736	2 322	607	1 030	51 338

Realizacja projektów w poszczególnych latach okresu 1999 – 2010 była zróżnicowana. Mierzac wartością przyznanych dotacji zmieniała się ona od 180 tys. zł w 1999 roku do 12 443 tys. zł w 2010 roku.

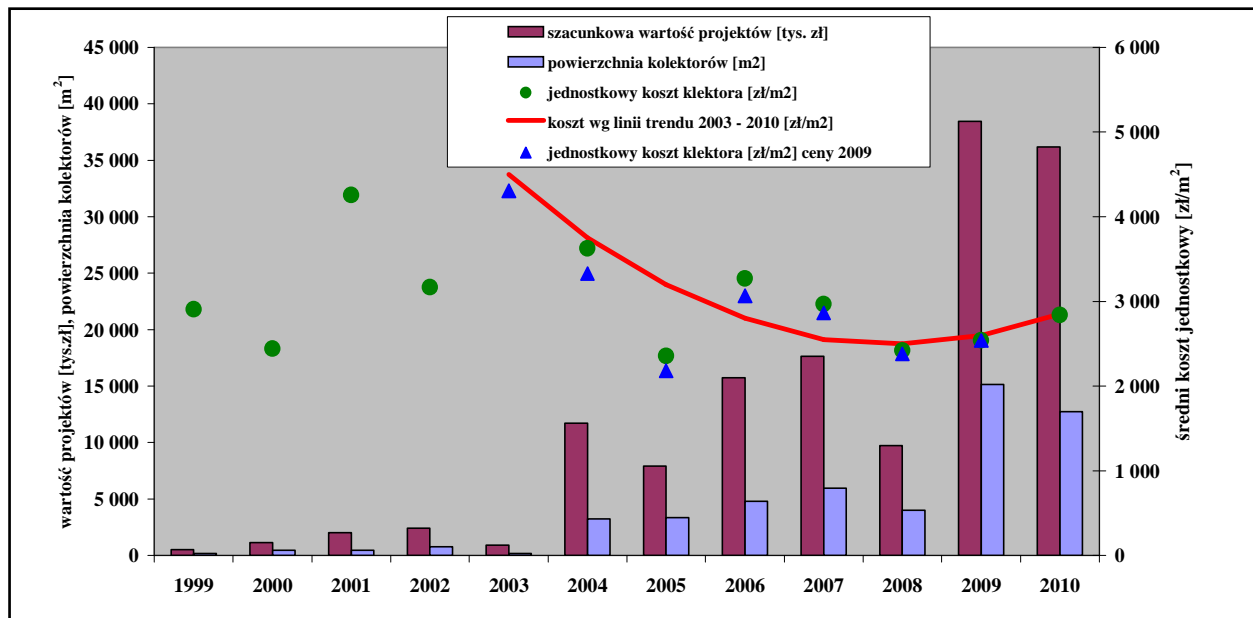
### Przyznane dotacje i powierzchnia zainstalowanych kolektorów w latach 1999 - 2010

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Razem
dotacje przyznane (tys. zł)	180	394	700	839	316	4 028	2 728	5 418	6 072	3 351	13 231	12 443	49 742
powierzchnia kolektorów (m <sup>2</sup> )	180	469	478	770	191	3 227	3 363	4 812	5 947	4 024	15 147	12 730	51 338

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Przyjmując stały udział dotacji w wartości projektów w wysokości 34,4% w okresie lat 1999 – 2010 oszacowano jednostkowy koszt m<sup>2</sup> kolektorów dla poszczególnych lat.

**Wartość projektów, powierzchnia zainstalowanych kolektorów i jednostkowy koszt m<sup>2</sup> kolektora w latach 1999 - 2010**



Jednostkowy koszt kolektorów zmieniał się; najniższy był w 2008 roku – 2421 zł/m<sup>2</sup> a najwyższy w 2003 roku – 4809 zł/m<sup>2</sup>. Od 2006 roku zaobserwowano stopniowy spadek kosztu jednostkowego i jego stabilizację, prawdopodobnie wskutek rozpowszechniania tych instalacji. Spadek jednostkowego kosztu kolektora, w cenach stałych 2009 roku, wyniósł ponad 40% (z ponad 2400 zł/m<sup>2</sup> w 2003 roku do ponad 2460 zł/m<sup>2</sup>, średniej ceny z lat 2009-2010).

**Źródło: Fundacja EkoFundusz w liczbach, Warszawa 2010**

### 3.1.4. NFOŚiGW

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska uruchomił w 2010 roku w ramach programów priorytetowych „Program priorytetowy OZE i kogeneracja cz.3 (kolektory). Przewiduje on dopłaty na częściowe spłaty kapitału kredytów bankowych przeznaczonych na zakup i montaż kolektorów słonecznych dla osób fizycznych i wspólnot mieszkaniowych. Dotychczasowe efekty wdrażania programu odnoszą się do stanu w dniu 10 maja 2011 roku.

NFOŚiGW zarezerwował 300 mln zł na wypłaty dotacji do umów kredytu zawieranych w latach 2010-2014. W ramach pierwszego naboru ogłoszonego w 2010r. podpisano umowy z 6 bankami. Pierwsze kredyty z dotacją zostały udzielone w sierpniu 2010 roku. Dotychczas beneficjenci złożyli w bankach 5 171 wniosków na kredyt z dopłatą, a 3 113 klientom wypłacono już dopłatę w łącznej wysokości 18,96 mln zł. Jednostkowy koszt dofinansowania dla 1 m<sup>2</sup> kolektorów wyniósł 2,29 tys. zł przy maksymalnym zaplanowanym 2,5 tys. zł. Najczęściej beneficjenci instalują po trzy kolektory na budynek (średnia zamawiana powierzchnia kolektorów: 6,08 m<sup>2</sup>). Na zestaw kolektorowy średnio uzyskano dotację w wysokości ponad 6,1 tys. zł (dla wspólnot mieszkaniowych: 31,6 tys. zł), przy średnim koszcie zakwalifikowanym do dofinansowania równym 13,6 tys. zł na zestaw (dla wspólnot mieszkaniowych: 70,2 tys. zł).

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

**Liczba wniosków na wsparcie finansowania kolektorów słonecznych dla osób i wspólnot mieszkaniowych oraz kwoty kredytów i dotacji**

Lp.	wyszczególnienie	liczba wniosków	kwota kredytu [tys. zł]	kwota dotacji [tys. zł]
1.	wnioski złożone w bankach przez beneficjentów	5 171	68 721	30 924
2.	zawarte umowy kredytu z dopłatą	4 512	62 189	27 989
3.	wnioski o przekazanie dotacji złożone przez banki w NFOŚiGW	4 099		25 155
4.	przekazane dotacje	3 113		18 960

**Statystyka z wniosków złożonych przez banki w NFOŚiGW**

	średnio	razem	
powierzchnia zainstalowanych kolektorów (m <sup>2</sup> )	6,08	24 937,17	
- w tym dla wspólnot mieszkaniowych	29,77	89,30	
okres kredytowania (miesiące)	36,1		
prowiza od udzielenia kredytu (%)	3,31%		
oprocentowanie kredytu (%)	9,35%		
<b>wysokość kredytu na koszty kwalifikowane (zł)</b>	13 637	55 899 372	
- w tym dla wspólnot mieszkaniowych	70 239	210 718	
wysokość dopłaty do kredytu (zł)	6 137	25 154 718	
- w tym dla wspólnot mieszkaniowych	31 608	94 823	
jednostkowy koszt kwalifikowany (zł)	2 289		

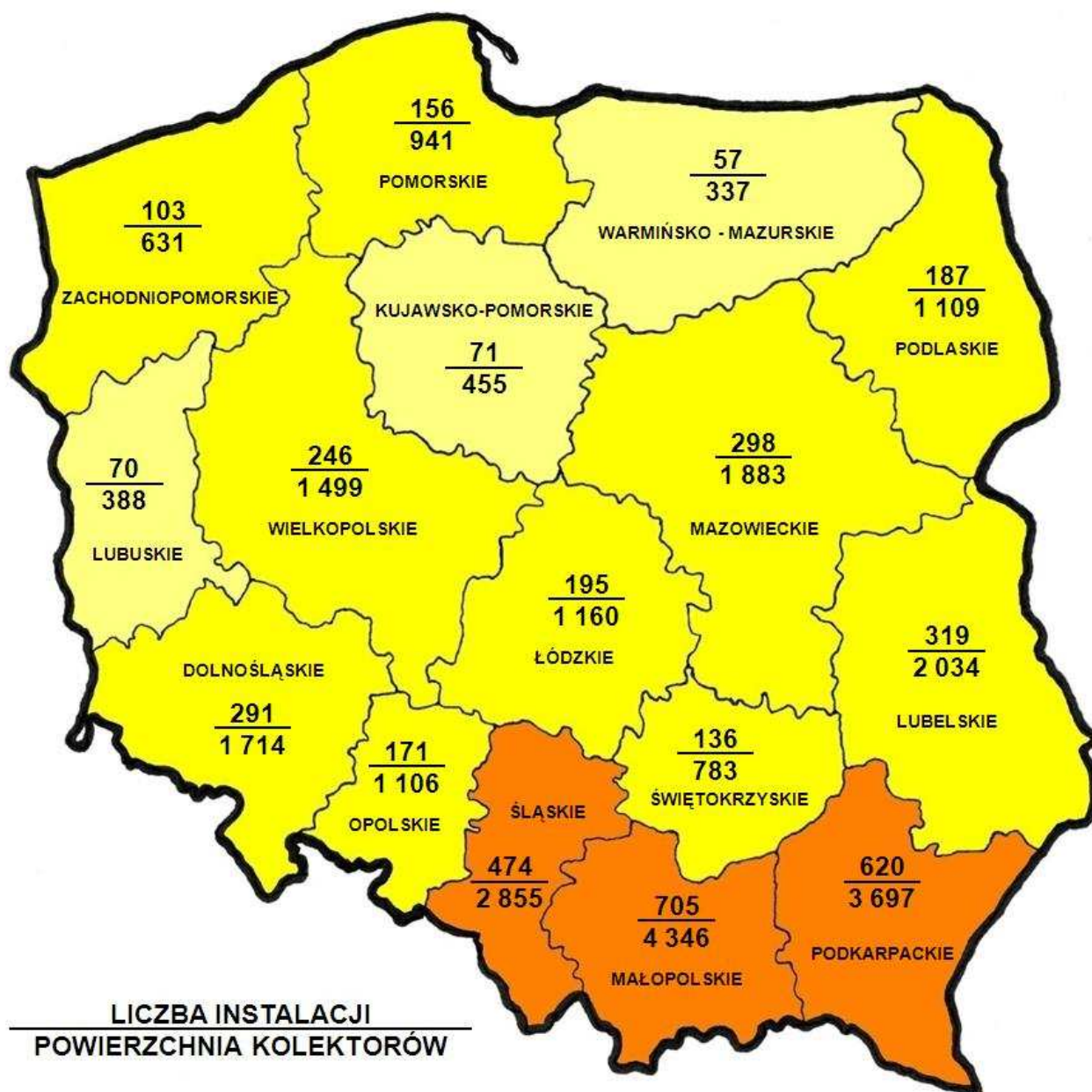
W

wyniku realizacji

powyższych wniosków struktura zaoszczędzonej energii będzie następująca:

- węgiel kamienny 41,1%
- energia elektryczna 24,5%
- gaz ziemny 24,2%
- inne 10,2%

**Rozkład zrealizowanych inwestycji na terenie kraju**



W wyniku realizacji programu w województwie śląskim realizowanych jest 474 instalacji kolektorów o łącznej powierzchni kolektorów 2 855 m<sup>2</sup>. Średnia powierzchnia kolektorów w instalacji wynosi 6m<sup>2</sup>, tzn. jest zbliżona do średniej krajowej.

Źródło: <http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/doplaty-do-kredytow/doplaty-do-kredytow-na-kolektory-sloneczne/biezace-efekty-wdrazania/>

**3.1.5. Prognoza udziału OZE wg „Krajowego planu działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”**

Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych został przygotowany przez Ministerstwo Gospodarki jako realizacja zobowiązania wynikającego z art. 4 ust. 1 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Zgodnie z Polityką Energetyczną Polski do 2030 roku przewiduje się wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie krajowym od 9,4% w 2010 roku do 16% w 2030.

**Zapotrzebowanie na energię finalną brutto z OZE  
w podziale na rodzaje energii [ktoe]**

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Energia elektryczna</b>	370,6	715,0	1516,1	2686,6	3256,3	3396,3
<i>Biomasa stała</i>	159,2	298,5	503,2	892,3	953,0	994,9
<i>Biogaz</i>	13,8	31,4	140,7	344,5	555,6	592,6
<i>Wiatr</i>	22,0	174,0	631,9	1178,4	1470,0	1530,0
<i>Woda</i>	175,6	211,0	240,3	271,4	276,7	276,7
<i>Fotowoltaika</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	2,1
<b>Ciepło</b>	4 312,7	4 481,7	5 046,3	6 255,9	7 048,7	7 618,4
<i>Biomasa stała</i>	4 249,8	4 315,1	4 595,7	5 405,9	5 870,8	6 333,2
<i>Biogaz</i>	27,1	72,2	256,5	503,1	750,0	800,0
<i>Geotermia</i>	32,2	80,1	147,5	221,5	298,5	348,1
<i>Słoneczna</i>	3,6	14,2	46,7	125,4	129,4	137,1
<b>Biopaliwa transportowe</b>	96,9	549,0	884,1	1 444,1	1 632,6	1 881,9
<i>Bioetanol cukro-skrobiowy</i>	61,1	150,7	247,6	425,2	443,0	490,1
<i>Biodiesel z rzepaku</i>	35,8	398,3	636,5	696,8	645,9	643,5
<i>Bioetanol II generacji</i>	0,0	0,0	0,0	210,0	240,0	250,0
<i>Biodiesel II generacji</i>	0,0	0,0	0,0	112,1	213,0	250,0
<i>Biowodór</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	90,8	248,3
<b>OGÓLEM Energia finalna brutto z OZE</b>	4 780	5 746	7 447	10 387	11 938	12 897
<b>Energia finalna brutto</b>	61815	61316	63979	69203	75480	80551
<b>% udziału energii odnawialnej</b>	7,7	9,4	11,6	15,0	15,8	16,0

Źródło: Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku - MG

Dla budownictwa prognozuje się, że udział ten również będzie rosnący:

**Szacunkowy udział energii ze źródeł odnawialnych w budownictwie (%)**

	2010	2015	2020
Budynki mieszkalne	11%	14%	16%
Budynki publiczne	10%	13%	15%
Budynki handlowe i przemysłowe	9%	12%	14%
<b>OGÓLEM</b>	<b>10%</b>	<b>13%</b>	<b>15%</b>

Źródło: Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych - MG

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Brak jest przepisów krajowych, które zobowiązywałyby do instalowania i użytkowania OZE w nowobudowanych i w modernizowanych budynkach. Podstawowymi instrumentami zachęty w tym zakresie są premia termomodernizacyjna i premia remontowa, którą inwestor może uzyskać na podstawie ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459).

Ponadto, ustawodawca ułatwia możliwość instalowania OZE w budynkach uwzględniając ich równoważną rolę z konwencjonalnymi źródłami energii elektrycznej i energii cieplnej i alternatywną możliwość ich instalowania i użytkowania, np. w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690). Ustawa – Prawo budowlane nie wyznacza wprost żadnych wskaźników zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych w budownictwie, natomiast instrumenty prawne w niej wprowadzone służyć mają w swym założeniu właśnie temu celowi. Instrumentem takim jest np. korzystne dla inwestorów uregulowanie kwestii wykorzystania małych instalacji fotowoltaicznych. Zgodnie z art. 29 ust. 2 pkt. 16 i w związku z art. 30 ust. 1 ustawy – Prawo budowlane montaż wolno stojących kolektorów słonecznych nie wymaga ani uzyskania pozwolenia na budowę ani dokonania zgłoszenia do właściwego organu.

Innym instrumentem prawnym służącym promocji wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz poprawie efektywności wykorzystania źródeł odnawialnych w budownictwie jest system oceny energetycznej budynków wynikający z postanowień dyrektywy 2002/91/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, wprowadzony przez kolejne zmiany ustawy – Prawo budowlane (oraz przepisów wykonawczych do niej).

Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych w załącznikach precyzuje rozwój źródeł energii odnawialnej wg technologii, tj.:

- energetyka wodna,
- słoneczna energetyka cieplna,
- fotowoltaika,
- geotermia,
- systemy grzewcze i chłodnicze w oparciu o pompy ciepła,
- energetyka wiatrowa,
- biomasa,
- biogaz.

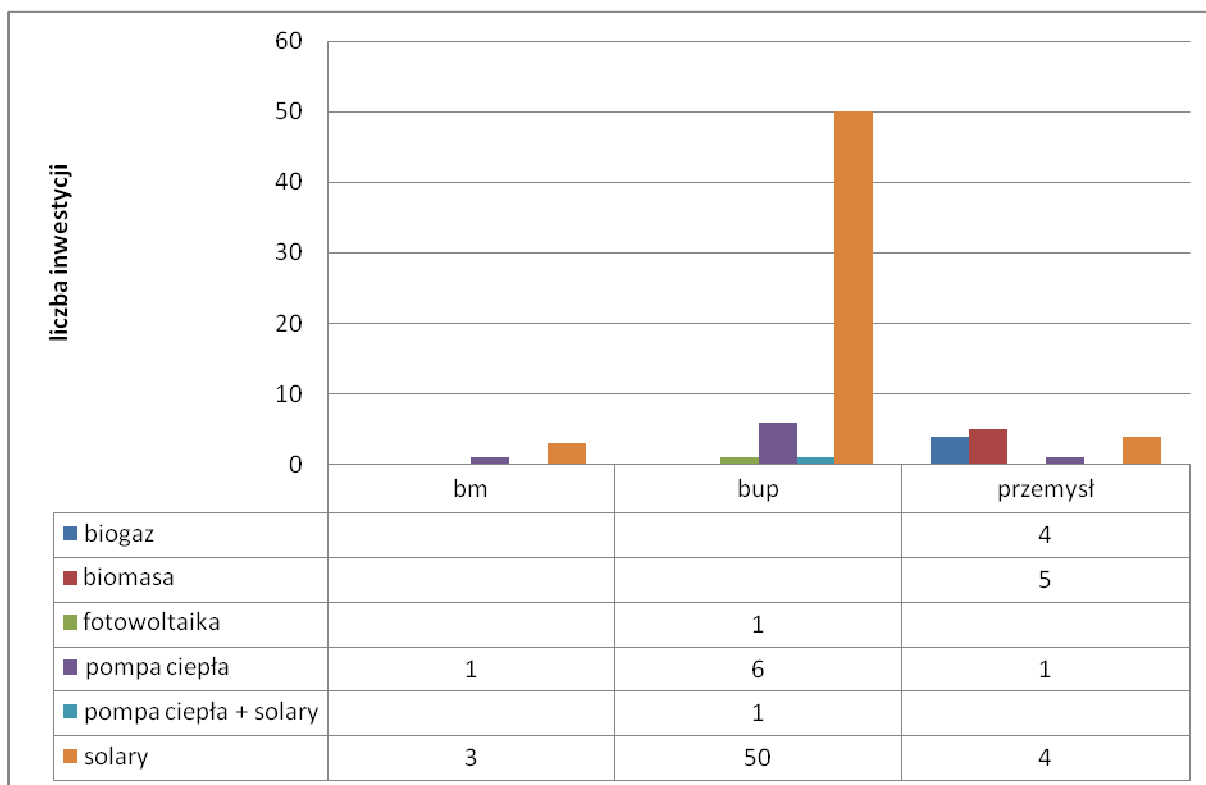
Nie wszystkie z wymienionych technologii mają zastosowanie w budownictwie.

Źródło: Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych – Ministerstwo Gospodarki – Warszawa 2010

### **3.2. Dane WFOŚiGW w Katowicach**

WFOŚiGW udostępnił dane o projektach z lat 2009-2010. Przeanalizowano wszystkie projekty przedsięwzięć współfinansowanych (zrealizowanych) przez WFOŚiGW zawierających komponent OZE w latach 2009-2010 na podstawie indywidualnych umów. Wybrano obiekty, dla których dostępna jest kompletna dokumentacja pozwalająca wyodrębnić komponent OZE. Na rys. 1 zaprezentowano graficzną analizę inwestycji wykorzystujących OZE w latach 2009-2010, obejmująca: liczbę inwestycji, rodzaj obiektów wykorzystujących poszczególne rodzaje OZE. Łącznie 76 obiektów.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii



Rys. 1. Liczba inwestycji uporządkowana wg rodzaju obiektu dla poszczególnych źródeł OZE (bm – budynek mieszkalny, wielorodzinny; bup – budynek użyteczności publicznej )

Dla uzupełnienia danych o projektach typów nie mających wystarczającej reprezentacji w latach 2009-2010 z listy projektów współfinansowanych (zrealizowanych) przez WFOŚiGW w 2008 roku wybrano obiekty:

<i>l.p.</i>	<i>Nazwa zadania</i>
1	Montaż kolektorów słonecznych dla zespołu budynków w Chorzowie
2	Zakup rębaka oraz zakup i montaż urządzeń instalacji do spalania zrębków wierzby energetycznej
3	Budowa instalacji zgazowania słomy w ciepłowni
4	Modernizacja instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej dla Krytej Pływalni w Centrum Sportowo-Widowiskowym w oparciu o zastosowanie systemu solarnego
5	Zakup i montaż instalacji odzysku ciepła dla potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej w Eksperymentalnej Oborze Kurtynowej
6	Termomodernizacja budynku z zastosowaniem systemu solarnego w Szpitalu Wielospecjalistycznym
7	Modernizacja systemu wentylacji z zastosowaniem gruntowego wymiennika ciepła (GWC) na potrzeby klimatyzacji i podgrzewu powietrza wentylacyjnego w budynku dydaktycznym Szkoły Policji
8	Modernizacja gospodarki energetycznej i cieplnej z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii na terenie oczyszczalni ścieków
9	Zastosowanie systemu kolektorów słonecznych dla wspomaganie systemu zasilania w ciepłą wodę technologiczną basenów Aquaparku

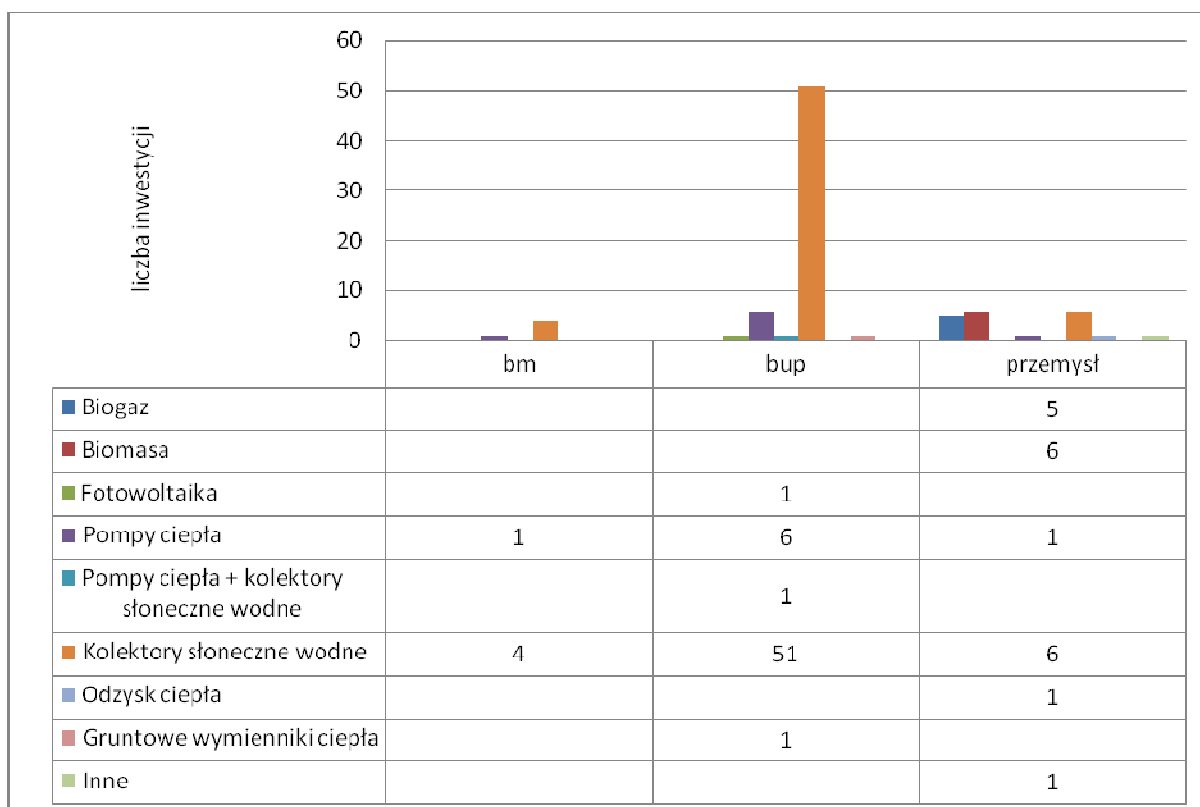


Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Tab. 1. Lista inwestycji z wykorzystaniem OZE zrealizowanych ze wsparciem WFOŚiGW w Katowicach w 2008 r.

Ostatecznie zakres analizowanych przedsięwzięć i ich reprezentacja scharakteryzowano następująco:

zastosowane technologie	rodzaj obiektu			razem
	bm	bup	inne	
Biogaz			5	5
Biomasa			6	6
Fotowoltaika		1		1
Pompy ciepła	1	6	1	8
Pompy ciepła + kolektory słoneczne wodne		1		1
Kolektory słoneczne wodne	4	51	6	61
Odzysk ciepła			1	1
Gruntowe wymienniki ciepła		1		1
Inne			1	1
<b>Ogółem</b>				<b>85</b>



Tab.2. Docelowa struktura analizowanych obiektów i przedsięwzięć (bm – budynek mieszkalny, wielorodzinny; bup – budynek użyteczności publicznej; inne – pozostałe obiekty w tym przemysłowe )



Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Na tle wybranych przedsięwzięć zastosowania OZE w układach wytwarzania lub zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną największą inwestycją wykonano w budynkach użyteczności publicznej, które skądinąd powinny być wzorem w działaniach dotyczących ograniczania emisji zanieczyszczeń i racjonalizacji tak wytwarzania jak i użytkowania, energii.

Efektywność energetyczna i kosztowa na podstawie wybranych projektów

Fotowoltaika - jeden zrealizowany projekt

Efekt rzeczowy całego zadania	Prod.en.el [MWh]	Prod.ciepła [GJ]	Oszcz. energii [GJ]	Ogr.emisji CO <sub>2ekw</sub> [kg/rok]	Koszt całkowity zadania [zł]
Instalacja fotowoltaiczna o szczytowej mocy ok.71,76 kW i powierzchni 506,56 m <sup>2</sup> .	83			144 835	1 129 335,00

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
1189,6	330,4	573,4	<b>-952 561 zł</b>	<b>-12,5%</b>

Wodne kolektory słoneczne stosowane do przygotowania cwu oraz wody technologicznej (baseny),

Montaż kolektorów słonecznych jako indywidualne przedsięwzięcie (bez dodatkowych zabiegów termomodernizacyjnych, zmiany źródła ciepła, współpracy z pompami ciepła) w istniejących obiektach.

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
26	1824,28	1,79	1,15	2,50	2494,02	1803,92	7104,66

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
550,15	152,82	640,46	<b>-3 692 347 zł</b>	<b>-5,1%</b>

Montaż kolektorów słonecznych jako indywidualne przedsięwzięcie (bez dodatkowych zabiegów termomodernizacyjnych, zmian źródeł ciepła, współpracy z pompami ciepła) w istniejących obiektach basenowych.

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
6	795,59	1,82	1,78	2,00	2609,15	1803,92	7104,66

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
570,24	158,40	596,01	-1 784 823 zł	-6,0%

Montaż kolektorów słonecznych jako indywidualne przedsięwzięcie (bez dodatkowych zabiegów termomodernizacyjnych, zmian źródeł ciepła, współpracy z pompami ciepła) w istniejących budynkach mieszkalnych i obiektach zbiorowego zamieszkania.

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
6	636,70	1,80	1,79	1,80	2131,12	1954,82	2983,06

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
451,06	125,29	691,36	-897 321 zł	-2,8%

Montaż kolektorów słonecznych jako indywidualne przedsięwzięcie (bez dodatkowych zabiegów termomodernizacyjnych, zmian źródła ciepła współpracy z pompami ciepła) w istniejących obiektach edukacyjnych (szkoły, przedszkola).

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
3	95,85	1,80	1,80	1,80	2894,75	2422,48	3938,65

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
565,65	157,13	554,66	-213 024 zł	-6,2%

Montaż kolektorów słonecznych jako indywidualne przedsięwzięcie (bez dodatkowych zabiegów termomodernizacyjnych, zmian źródeł ciepła, współpracy z pompami ciepła) w istniejących obiektach służby zdrowia.

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
3	74,32	1,70	1,53	1,77	3021,04	2620,20	4502,92

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
759,53	210,98	838,36	-237 909 zł	-9,4%

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Montaż kolektorów słonecznych w połączeniu z termomodernizacją obiektów

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
23	1284,79	2,03	1,34	5,79	3604,87	1302,44	25666,67

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
410,23	113,95	206,93	-24 034 087 zł	-3,6%

Montaż kolektorów słonecznych w obiektach zasilanych w ciepło z kotłowni na olej opałowy

Ilość obiektów	Powierzchnia kolektorów [m <sup>2</sup> ]	Produkcja ciepła			Nakłady inwestycyjne		
		Średnio [GJ/m <sup>2</sup> ]	Min [GJ/m <sup>2</sup> ]	Max [GJ/m <sup>2</sup> ]	Średnio [zł/m <sup>2</sup> ]	Min [zł/m <sup>2</sup> ]	Max [zł/m <sup>2</sup> ]
2	156,93	1,85	1,80	1,89	3128,29	2330,97	3890,15

CCE [zł/MWh]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO <sub>2</sub> ]	NPV* [zł]	IRR* [%]
680,00	188,89	756,32	-326 002 zł	-2,2%

\* - Ze względu na brak informacji o rzeczywistych kosztach nośników energii dostarczanych do obiektów wskaźniki NPV i IRR wyznaczono w oparciu o ceny średnie.

### 3.3. Obiekty EuroCentrum

#### 3.3.1. Charakterystyka budynku niskoenergetycznego zlokalizowanego na terenie EuroCentrum w Katowicach przy ul. Ligockiej 103.

Dla celów przeprowadzenia badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii w budynkach EuroCentrum zebrano szereg danych oraz przeprowadzono wizję lokalną na terenie kompleksu. Z uzyskanych danych wynika, że jedynym budynkiem wykorzystującym technologie oparte na odnawialnych źródłach energii (OZE) jest tzw. budynek niskoenergetyczny, nr 7.1 oddany do użytkowania w 2008 roku.

Dostępna dokumentacja:

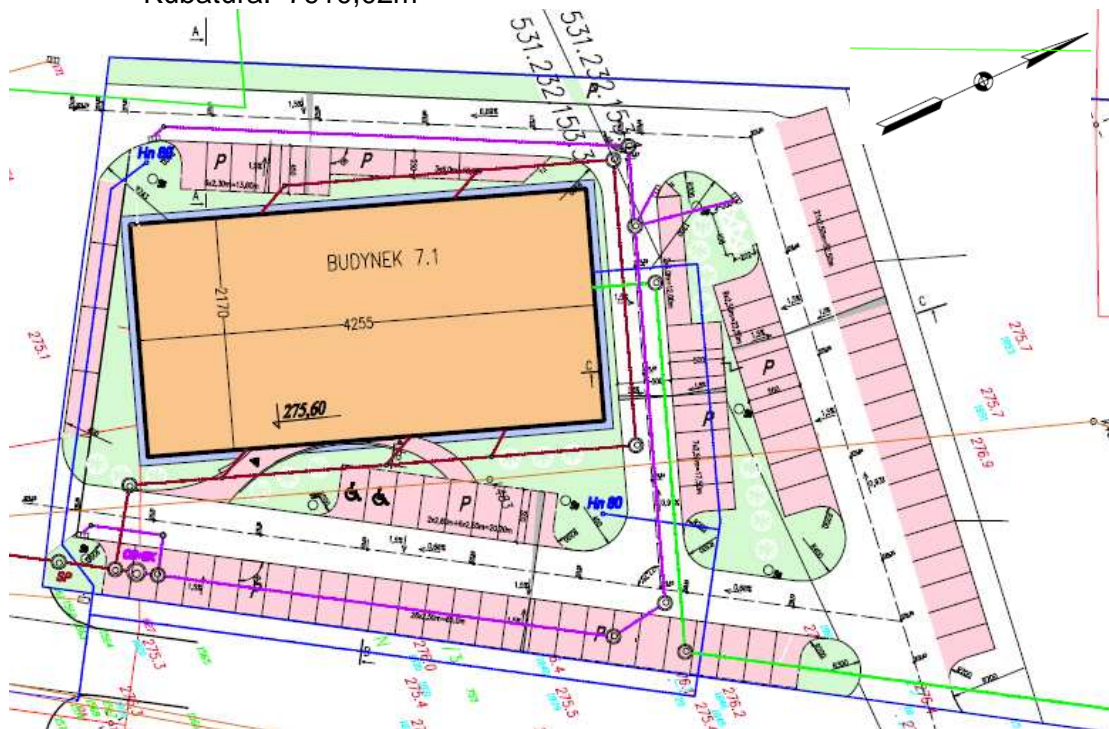
Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

- Projekt instalacji wod-kan i wewnętrznych hydrantów p. poż. dla budynku biurowego w Katowicach przy ul. Ligockiej 103 dz. 12/3, 12/8;
- Projekt wykonawczy instalacji wentylacji mechanicznej;
- Projekt budowlany instalacji wentylacji, ogrzewania oraz ochładzania pomieszczeń;
- Projekt instalacji elektrycznych i teletechnicznych;
- Projekt budowlany budynku biurowego oznaczonego umownie 7.1 wraz z zagospodarowaniem terenu zlokalizowanego w Katowicach przy ul. ligockiej 103, działka nr 12/3,12/8.

Dane techniczne budynku:

a) Parametry geometryczne budynku

- Powierzchnia użytkowa: 2404,30m<sup>2</sup>
- Powierzchnia zabudowy: 934,84m<sup>2</sup>
- Kubatura: 7910,02m<sup>3</sup>



Rys. 2. Budynek 7.1 - zagospodarowanie terenu.

b) System grzewczy i chłodniczy

- Ogrzewanie jak i chłodzenie budynku odbywa się poprzez „rdzeń betonowy” w systemie BKT firmy Rehau
- Źródłem ciepła i chłodu jest pompa ciepła Thermalia firmy Hoval współpracująca z pionowym wymiennikiem gruntowym jako dolnym źródłem ciepła, podłączona do systemu BKT
- Źródłem rezerwowym jest wymiennik podłączony do miejskiej sieci ciepłowniczej

c) System wentylacji

- Dla wentylacji pomieszczeń budynku biurowego zastosowano wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną oraz instalacje wywiewne wraz z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego

d) System c.w.u.

- Ciepła woda o temperaturze 55-60oC ogrzewana jest w podgrzewaczu zlokalizowanym w pomieszczeniu pompy ciepła/węzła cieplnego.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

- C.w.u. przygotowywana jest w zasobniku ciepłej wody zasilanej z pompy ciepła wraz ze źródłem rezerwowym w postaci grzałki elektrycznej

e) Skorupa budynku

Wszystkie przegrody zewnętrzne spełniają obecne przepisy dotyczące ochrony cieplnej budynków, które zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, co pokazuje poniższa tabela:

L.p.	Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła [W/m <sup>2</sup> K]	
		U(max) wg WT 2008	U dla przegród w analizowanym budynku
1.	Ściana zewnętrzna przy $t_i > 16^\circ\text{C}$	0,3	0,223 / 0,245
2.	Dachy, stropodachy przy $t_i > 16^\circ\text{C}$	0,25	0,228
3.	Okna przy $t_i > 16^\circ\text{C}$	1,8	1,5
4.	Drzwi wejściowe do budynków	2,6	2,0

Tab.3. Sprawdzenie przegród zewnętrznych

Wartości U dla przegród w stanie istniejącym zostały wyliczone zgodnie z PN-EN ISO 6946 na podstawie dokumentacji architektonicznej budynku, dostarczonej przez właściciela.

f) Oświetlenie

- Na podstawie dokumentacji z pomiarów instalacji elektrycznej budynku 7.1 obliczono moc jednostkową oświetlenia, która jest niezbędna dla wyznaczenia charakterystyki energetycznej budynku. Moc ta wynosi 14,2 W/m<sup>2</sup>.

Koszty budowy:

- Roboty budowlane – wykończeniowe i żaluzje fasadowe - 6.398.627,24
- Instalacja grzania i chłodzenia -1.064.331,18
- Instalacja wentylacji mechanicznej - 260.407,66
- Instalacja wodno – kanalizacyjna - 81.667,60
- Instalacja elektryczna - 977.309,79
- Automatyka węzła ciepła - 160.000,00
- Układ zasilania źródła pompy ciepła - 266.156,13
- Odwierty dla pompy ciepła - 65.390,00
- Prace projektowe - 212.840,85

Łączny koszt budowy wyniósł: 10.966.736,29 zł netto– wraz z przyłączami , chodnikami i parkingami.

Efektywność OZE:

Głównym obiektem zainteresowania badania efektywności OZE w budynku jest z oczywistych powodów pompa ciepła.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

W celu precyzyjnego określenia efektywności pompy (wskaźnik COP – Coefficient of Performance), planowano wykorzystać zarejestrowane dane pomiarowe takich parametrów jak:

- temperatura dolnego źródła ciepła pompy ciepła,
- temperatura zasilania systemu BKT za pompą ciepła,
- temperatura powrotu z systemu BKT,
- zużycie energii elektrycznej przez pompę ciepła,
- ciepło dostarczone przez pompę ciepła do systemu BKT.

W rzeczywistości okazało się to niemożliwe z uwagi na brak pomiarów niektórych z wyżej wymienionych parametrów, a także brak rejestracji tych, które są mierzone (temperatury).

Charakterystyka energetyczna budynku 7.1:

W ramach analizy budynku niskoenergetycznego wyznaczona została charakterystyka energetyczna budynku zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Wyniki analizy zostały pokazane w tabeli poniżej. Wynika z niej, że jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową EK do ogrzewania i wentylacji budynku wynosi 28,9 kWh/m<sup>2</sup>rok, co odpowiada zakładanemu jeszcze na etapie projektu poziomowi.

ROCZNE JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ [kWh/(m2rok)]						
	OGRZEWANIE	CIEPŁA WODA	WENTYLACJA MECHANICZNA I NAWILŻANIE	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE	SUMA
WARTOŚĆ [kWh/(m2rok)]	38,1	4,1	31,4	0,3	35,5	109,4
UDZIAŁ [%]	34,8	3,7	28,7	0,3	32,5	100,0
ROCZNE JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ [kWh/(m2rok)]						
	OGRZEWANIE	CIEPŁA WODA	WENTYLACJA MECHANICZNA I NAWILŻANIE	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE	SUMA
WARTOŚĆ [kWh/(m2rok)]	14,1	2,5	14,8	0,1	35,5	67,0
UDZIAŁ [%]	21,0	3,8	22,0	0,2	53,0	100,0
ROCZNE JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ [kWh/(m2rok)]						
	OGRZEWANIE	CIEPŁA WODA	WENTYLACJA MECHANICZNA I NAWILŻANIE	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE	SUMA
WARTOŚĆ [kWh/(m2rok)]	42,3	7,6	44,3	0,3	106,5	201,0
UDZIAŁ [%]	21,0	3,8	22,0	0,2	53,0	100,0
SUMARYCZNE ROCZNE JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ [kWh/(m2rok)]						201,0

Tab.4. Zapotrzebowanie budynku na energię

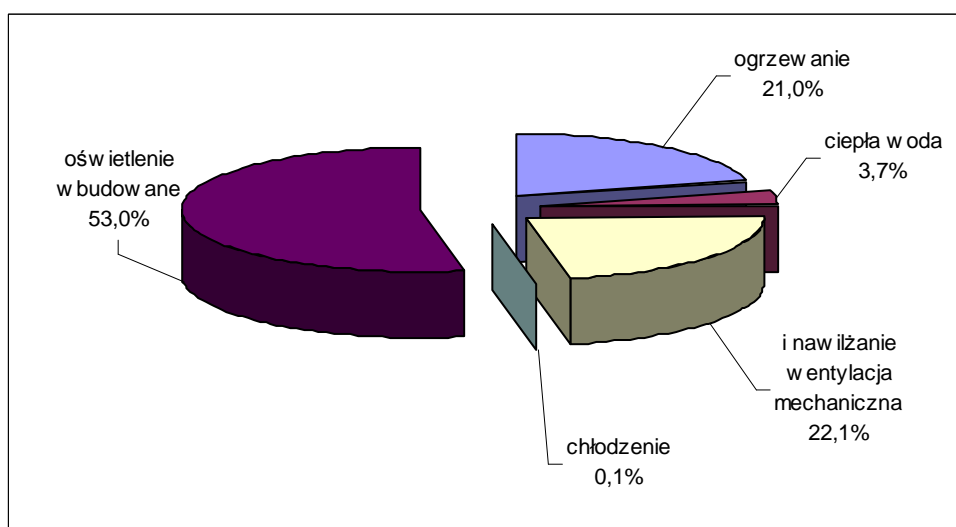
Zapotrzebowanie na energię końcową EK określa roczną ilość energii dla ogrzewania (ewentualnie chłodzenia), wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jest ona obliczana dla standardowych warunków klimatycznych i standardowych warunków użytkowania i jest miarą efektywności energetycznej budynku i jego techniki instalacyjnej.



Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Zapotrzebowanie na energię końcową jest to ilość energii bilansowana na granicy budynku, która powinna być dostarczona do budynku przy standardowych warunkach z uwzględnieniem wszystkich strat, aby zapewnić utrzymanie obliczeniowej temperatury wewnętrznej, niezbędnej wentylacji, oświetlenie wbudowane i dostarczenie ciepłej wody użytkowej. Małe wartości sygnalizują niskie zapotrzebowanie i tym samym wysoką efektywność.

Budynek niskoenergetyczny Euro-Centrum charakteryzuje się niskim jednostkowym zapotrzebowaniem na energię końcową, która wynosi 67 kWh/m<sup>2</sup>rok, przy czym należy zwrócić uwagę na fakt, że blisko 53% tego zapotrzebowania stanowi system oświetlenia.



Rys.3. Udział zużycia energii końcowej na poszczególne w zużyciu całkowitym.

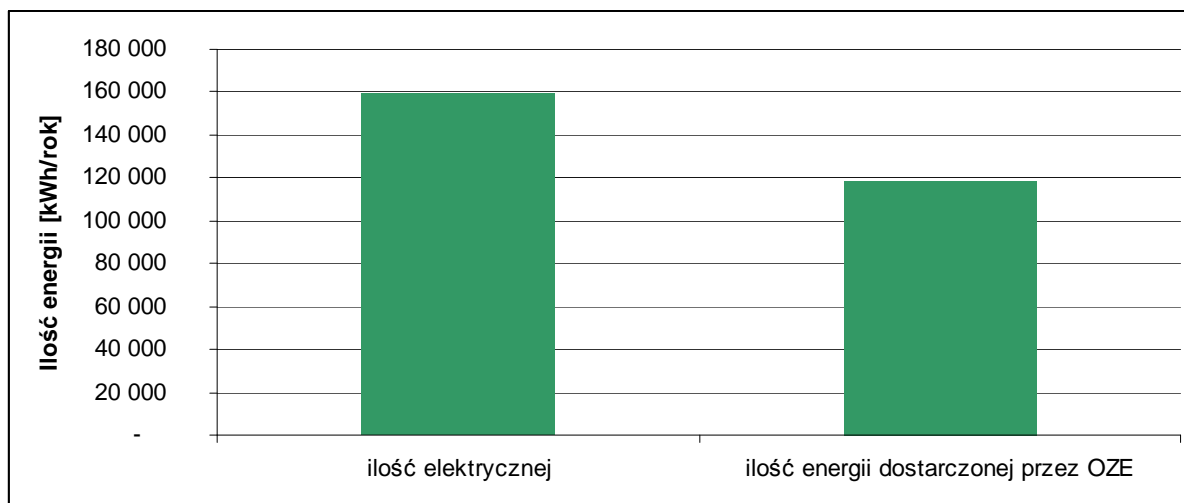
Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną EP określa efektywność całkowitą budynku. Uwzględnia ona obok energii końcowej, dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii (np. oleju opałowego, gazu, energii elektrycznej, energii odnawialnych itp.). Uzyskane małe wartości wskazują na nieznaczne zapotrzebowanie i tym samym wysoką efektywność i użytkowanie energii chroniące zasoby i środowisko.

Zapotrzebowanie na energię końcową EK zgodne z wyznaczonym świadectwem porównano z danymi o zużyciach mediów otrzymanymi od administratora budynku. Uzyskane dane dotyczące zużycia energii elektrycznej wskazują na dużo niższe zużycie energii w ciągu roku niż wynikające z charakterystyki energetycznej budynku. Jak wynika z danych ilość energii elektrycznej zużytej w okresie 09.2009 – 08.2010 wynosi ok. 81 351 kWh, co powoduje iż wskaźnik jednostkowy zużycia wynosi ok. 34,1 kWh/m<sup>2</sup>rok. Co stanowi 51 % wyliczonego zapotrzebowania na energię końcową. Bezpośredniej przyczyny rozbieżności nie udało się ustalić, możliwe wyjaśnienia: błąd modelu (prawdopodobna przyczyna części rozbieżności – problem z modelowaniem pracy pompy ciepła w lecie – produkcja chłodu, modelowanie wpływu żaluzji fasadowych), wyższa sprawność układu pompy ciepła niż założono (konieczna weryfikacja pomiarowa), mniejsze straty przez przegrody zewnętrzne (niskie prawdopodobieństwo), większe zyski energii (brak przesłanek), okresowe używanie ciepła sieciowego (możliwe wyjaśnienie części rozbieżności), niedotrzymywanie wymaganych parametrów temperatur wewnętrznych (brak przesłanek), praca obiektu w ograniczonym wymiarze czasu ze stosowaniem głębokich obniżen temperatury (brak informacji).

Do kolejnych zagadnień objętych analizą było wyznaczenie udziału energii z odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii końcowej. Z przyczyny braku danych pomiarowych informację tę wyznaczono na podstawie świadectwa

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

charakterystyki energetycznej budynku. Udział ten wynosi blisko 43%. Szczegółowe informacje przedstawiono na poniższym wykresie.



Rys.4. Porównanie ilości energii elektrycznej zużywanej w obiekcie z ilością uzyskaną za pomocą odnawialnych źródeł energii

Ze względu na wcześniej wskazywane rozbieżności rzeczywistego zużycia energii i obliczeniowego zapotrzebowania energii końcowej EK rzeczywisty udział OZE w bilansie budynku prawdopodobnie jest większy.

**3.3.2. Porównanie stanu istniejącego oraz alternatywnych wariantów zasilania budynku w ciepło**

W celach porównawczych wykonano alternatywne świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku niskoenergetycznego EuroCentrum. Wariant II dotyczy wykorzystania do celów ogrzewania i c.w.u. gazu sieciowego, z kolei wariant III dotyczy wykorzystania ciepła sieciowego. Alternatywne świadectwa charakterystyki energetycznej wraz ze wskaźnikami EP oraz EK stanowią załącznik do niniejszego dokumentu. W poniższej tabeli przedstawiono wskaźniki dla poszczególnych wariantów:

Wyszczególnienie	Stan istniejący - pompa ciepła		Wariant II - Gaz ziemny*		Wariant III - Ciepło sieciowe**	
	kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/rok
EU - Energia Użytkowa	109,40	260 973,70	109,40	260 973,70	109,40	260 973,70
EK - Energia Końcowa	67,00	159 828,50	118,20	281 966,10	121,10	288 884,05
EP - Energia Pierwotna	201,00	479 485,50	223,70	533 636,35	241,20	575 382,60

\*ogrzewanie podłogowe, kocioł kondensacyjny gazowy

\*\*ogrzewanie tradycyjne grzejnikowe, węzeł cieplny kompaktowy

Tab.6. Wskaźniki dla poszczególnych wariantów

Najwyższym wskaźnikiem zużycia Energii Końcowej charakteryzuje się wariant III a więc przyjmujący ciepło sieciowe jako nośnik wykorzystywany do ogrzewania oraz wytworzenia ciepłej wody użytkowej. Szczegółowe informacje dotyczące wykorzystania poszczególnych nośników energii na różne cele w wariantach II i III przedstawiają poniższe tabele:



*Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii*

ROCZNE JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ [kWh/(m2rok)]						
NOŚNIK ENERGII	OGRZEWANIE	CIEPŁA WODA	WENTYLACJA MECHANICZNA I NAWILŻANIE	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUADOWANE	SUMA
PALIWA - Gaz ziemny	36,8	6,7	25,5	0	0	68,9
ENERGIA ELEKTRYCZNA - produkcja mieszana	4,5	1,1	8,1	0,1	35,5	49,3

Tab.7. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową EK dla wariantu II

ROCZNE JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ [kWh/(m2rok)]						
NOŚNIK ENERGII	OGRZEWANIE	CIEPŁA WODA	WENTYLACJA MECHANICZNA I NAWILŻANIE	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUADOWANE	SUMA
PALIWA - Gaz ziemny	36,8	6,7	25,5	0	0	68,9
ENERGIA ELEKTRYCZNA - produkcja mieszana	4,5	1,1	8,1	0,1	35,5	49,3

Tab.8. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową EK dla wariantu III

Wykorzystanie pompy ciepła powoduje najniższe zużycie energii końcowej EK wśród analizowanych wariantów.

**3.3.3. Charakterystyka wszystkich budynków wchodzących w skład kompleksu EuroCentrum**

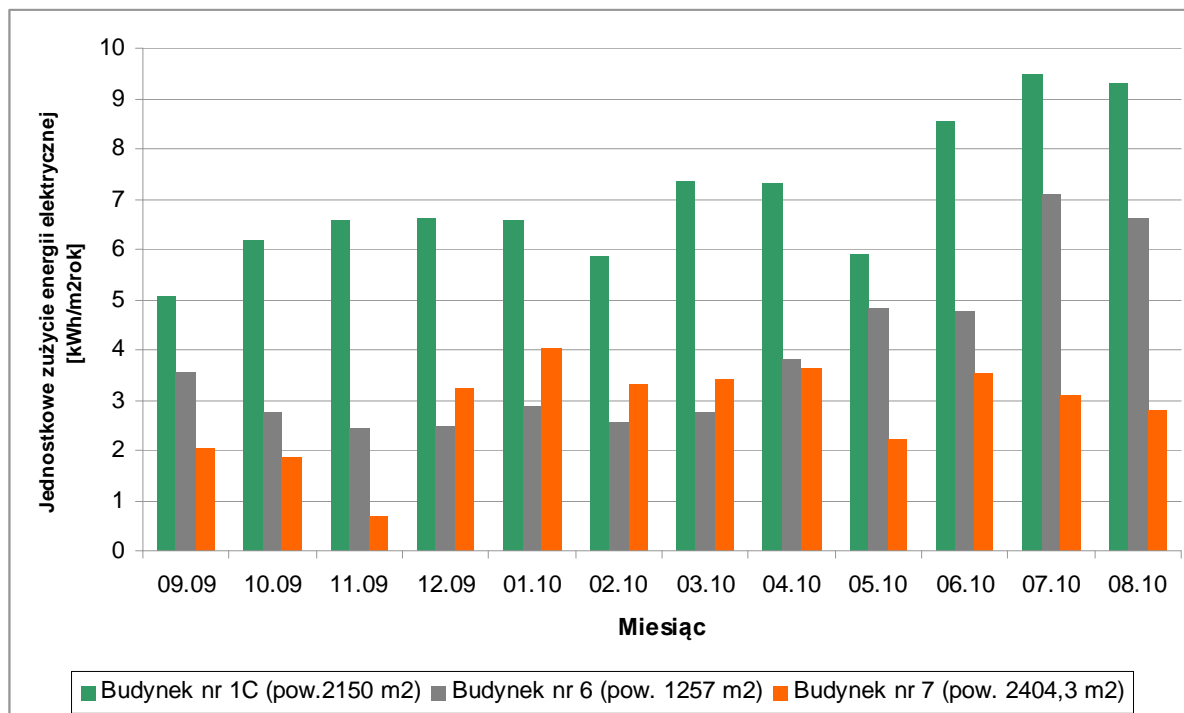
W poniższej tabeli przedstawiono zużycie energii elektrycznej w poszczególnych budynkach w okresie od września 2009 do sierpnia 2010.

Okres rozliczeniowy	09.09	10.09	11.09	12.09	01.10	02.10	03.10	04.10	05.10	06.10	07.10	08.10
Budynek nr 1C (pow. 2150 m <sup>2</sup> )	10,90	13,31	14,17	14,24	14,19	12,61	15,76	15,75	12,68	18,35	20,38	19,99
Budynek nr 6 (pow. 1257 m <sup>2</sup> )	4,49	3,48	3,07	3,10	3,60	3,19	3,49	4,81	6,10	5,98	8,92	8,31
Budynek nr 7 (pow. 2404,3 m <sup>2</sup> )	4,88	4,45	1,69	7,78	9,71	7,91	8,18	8,76	5,29	8,47	7,46	6,76

Tab.9. Zużycie energii elektrycznej [MWh] w poszczególnych obiektach kompleksach EuroCentrum

Zużycie energii elektrycznej w poszczególnych obiektach przedstawiono na poniższym wykresie.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii



Rys.5. Porównanie jednostkowe zużycia energii elektrycznej w poszczególnych budynkach

Jak przedstawiono na poniższym wykresie budynek nr 7, pomimo największej powierzchni, charakteryzuje się najniższym wskaźnikiem jednostkowego zużycia energii elektrycznej. Najwyższym wskaźnikiem charakteryzuje się budynek 1C gdzie wskaźnik osiąga wartość do 9,5 kWh/m<sup>2</sup>/rok.

Uzyskane informacje dotyczące zużycie ciepła sieciowego w poszczególnych budynkach charakteryzują się w zbyt dużym błędem z uwagi na przypisanie zużycia do budynków na podstawie powierzchni ogrzewanej a nie rzeczywistego zużycia. Powoduje to brak możliwości wykorzystania tych danych w niniejszej analizie.

### 3.4. Dane Ekofundusz

Na podstawie przyjętych kryteriów wstępnie do dalszych analiz wybrano projekty realizowane w ramach konkursu ciepłowniczego:

- z zastosowaniem pompy ciepła

Projekt	Moc systemu przed modernizacją [MW]	Moc systemu po modernizacji [MW]	Redukcja mocy [%]	Koszt inwestycji [zł]	Dotacja [zł]	Udział kosztów modernizacji źródeł	Udział kosztów modernizacji sieci	Udział kosztów modernizacji budynków	Koszt eksploatacyjny przed modernizacją [zł]	Koszt eksploatacji po modernizacji [zł]	Zmniejszenie kosztów eksploatacji [%]
Hel	4,59	2,68	42%	22 081 400	6 075 000	44%	5%	51%	1 556 419	508 027	67%
Nowa Wieś Etcka	1,54	1,1	29%	2 723 064	717 000	45%	3%	52%	523 710	256 530	51%
Olsztynek	1,3	0,75	42%	2 845 800	843 000	42%	0%	58%	563 989	140 447	75%

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Projekt	Wielkość redukcji CO2	Paliwo po modernizacji	Zużycie węgla przed [t]	Zużycie energii przed [GJ]	Zużycie energii po [GJ]	Oszczędność energii [GJ]	Oszczędność energii [%]
Hel	7495	gaz, p.ciepła, kolektory słon.	3 117	33 757	15 745	18 012	53%
Nowa Wieś Etcka	2174	lpg, kolektory słon., pompa ciepła	548	27 331	14 105	13 226	48%
Olsztynek	2219	pompy ciepła, kolektory słon.	1 000	21 613	8 077	13 536	63%

Projekt	NPV środki własne [zł]	IRR środki własne [%]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/CO2]	NPV [zł]	IRR [%]
Hel	-3 756 063 zł	2,7%	106,9	110,4	-9 487 195 zł	-0,5%
Nowa Wieś Etcka	998 556 zł	11,9%	18,0	-12,9	322 141 zł	7,5%
Olsztynek	2 693 579 zł	20,7%	18,3	-74,6	1 898 296 zł	13,8%

z zastosowaniem kolektorów słonecznych

Projekt	Moc systemu przed modernizacją [MW]	Moc systemu po modernizacji [MW]	Redukcja mocy [%]	Koszt inwestycji [zł]	Dotacja [zł]	Udział kosztów modernizacji źródeł	Udział kosztów modernizacji sieci	Udział kosztów modernizacji budynków	Koszt eksploatacyjny przed modernizacją [zł]	Koszt eksploatacji po modernizacji [zł]	Zmniejszenie kosztów eksploatacji [%]
Hel	4,59	2,68	42%	22 081 400	6 075 000	44%	5%	51%	1 556 419	508 027	67%
Rawicz	2,67	2,01	25%	4 046 100	1 214 000	55%	0%	45%	1 101 603	852 245	23%
Nowa Wieś Etcka	1,54	1,1	29%	2 723 064	717 000	45%	3%	52%	523 710	256 530	51%
Olsztynek	1,3	0,75	42%	2 845 800	843 000	42%	0%	58%	563 989	140 447	75%
Lesko	1,545	1,078	30%	2 065 229	486 082	34%	10%	53%	476 338	308 811	35%
Gniewino	2,17	1,2	45%	5 409 225	922 845	27%	4%	69%	714 360	206 000	71%
Piaski	1,01	0,665	34%	1 989 800	901 969	38%	1%	61%	330 590	140 370	58%
Łask Batory	3,75	1,8	52%	5 805 692	2 573 983	30%	11%	59%	969 915	484 755	50%
Jurata	1,6	0,85	47%	6 375 036	1 831 100	9%	0%	53%	803 773	238 328	70%

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Projekt	Wielkość redukcji CO2 [t]	Paliwo po modernizacji	Zużycie węgla przed [t]	Zużycie energii przed [GJ]	Zużycie energii po [GJ]	Oszczędność energii [GJ]	Oszczędność energii [%]
Hel	7495	gaz, pompa c., kolektory słon..	3 117	33 757	15 745	18 012	53%
Rawicz	6804	Gaz, kolektory sł.	3 952	47 423	37 424	9 999	21%
Nowa Wieś Etcka	2174	lpg, kolektory, pompa ciepła	548	27 331	14 105	13 226	48%
Olsztynek	2219	pompy ciepła, kol	1 000	21 613	8 077	13 536	63%
Lesko	1297	gaz, kolektory	566	18 492	8 206	10 286	56%
Gniewino	2877	Biomasa, kolektory	1 122	15 145	10 153	4 992	33%
Piaski	1436,4	Biomasa, kolektory	754	8 297	4 774	3 523	42%
Łask Batory	3432	Gaz, kolektory	1 554	24 342	10 843	13 499	55%
Jurata	818	LPG, kolektory	372	12 809	4 918	7 891	62%

Projekt	NPV środki własne [zł]	IRR środki własne [%]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO2]	NPV [zł]	IRR [%]
Hel	-3 756 063 zł	2,7%	106,9	110,4	-9 487 195 zł	-0,5%
Rawicz	26 431 zł	6,1%	35,3	14,3	-1 118 852 zł	2,1%
Nowa Wieś Etcka	998 556 zł	11,9%	18,0	-12,9	322 141 zł	7,5%
Olsztynek	2 693 579 zł	20,7%	18,3	-74,6	1 898 296 zł	13,8%
Lesko	322 995 zł	8,6%	17,5	9,1	-135 573 zł	5,1%
Gniewino	1 268 367 zł	9,5%	94,5	-12,1	397 759 zł	6,9%
Piaski	1 032 054 zł	16,7%	49,2	-11,0	181 140 zł	7,2%
Łask Batory	2 200 979 zł	13,9%	37,5	5,8	-227 307 zł	5,5%
Jurata	1 831 768 zł	10,9%	70,4	-11,1	104 315 zł	6,2%

z wykorzystaniem biomasy

Projekt	Moc systemu przed modernizacją [MW]	Moc systemu po modernizacji [MW]	Redukcja mocy [%]	Koszt inwestycji [zł]	Dotacja [zł]	Udział kosztów modernizacji źródeł	Udział kosztów modernizacji sieci	Udział kosztów modernizacji budynków	Koszt eksploatacyjny przed modernizacją [zł]	Koszt eksploatacji po modernizacji [zł]	Zmniejszenie kosztów eksploatacji [%]
Łabiszynem	2,4	1,5	38%	3 150 750	944 215	41%	26%	33%	216 338	105 503	51%
Trzcianka	38,4	21	45%	25 273 463	7 581 700	55%	18%	27%	4 240 000	2 967 000	30%
Wydminy	1,4	0,953	32%	1 735 962	524 811	40%	26%	34%	352 136	174 136	51%
Gniewino	2,17	1,2	45%	5 409 225	922 845	27%	4%	69%	714 360	206 000	71%
Kętrzyn	6,06	3,29	46%	10 944 701	3 283 485	21%	22%	57%	2 094 700	697 000	67%
Piaski	1,01	0,665	34%	1 989 800	901 969	38%	1%	61%	330 590	140 370	58%

**Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii**

Uniejów	3,5	2	43%	5 355 971	2 000 000	30%	13%	57%	1 031 796	600 650	42%
Górowo	0,639	0,4	37%	1 586 412	474 600	50%	19%	31%	590 382	213 779	64%
Gorlice	6	5	12%	11 952 589	3 157 793	42%	10%	39%	1 836 936	1 400 050	24%
Wieliczki	0,8	0,5	38%	1 440 912	714 292	51%	2%	47%	250 745	104 445	58%
Prostki	1,395	0,8	43%	2 119 979	1 000 000	26%	8%	66%	367 188	161 737	56%
Olsztyn	1,95	1	49%	3 659 600	1 354 800	27%	2%	71%	312 414	123 076	61%
Węgorzewo	0,53	0,32	40%	1 600 000	678 260	33%	6%	61%	189 348	81 282	57%
Wojnicz	0,92	0,63	32%	3 538 700	1 030 000	40%	14%	46%	213 500	121 840	43%
Jezierzyce	1,9	1,26	34%	7 072 084	2 237 852	56%	3%	47%	655 525	332 597	49%
Stare Juchy	0,578	0,354	39%	1 955 791	948 780	33%	5%	62%	288 448	111 773	61%
Ruciane-Nida	0,624	0,45	28%	1 668 255	748 262	55%	1%	44%	401 222	136 909	66%
Daszyna	0,64	0,366	43%	4 165 750	1 249 725	42%	10%	48%	360 100	96 600	73%

Projekt	Wielkość redukcji CO2 [t]	Paliwo po modernizacji	Zużycie węgla przed [t]	Zużycie energii przed [GJ]	Zużycie energii po [GJ]	Oszczędność energii [GJ]	Oszczędność energii [%]
Łabiszynem	1765	Słoma	807	18 533	8 181	10 352	56%
Trzcianka	20846	Biomasa, gaz	11 780	271 000	134 670	136 330	50%
Wydminy	2358	Biomasa	724	13 000	7 000	6 000	46%
Gniewino	2877	Biomasa, kolektory	1 122	15 145	10 153	4 992	33%
Kętrzyn	7554	Gaz, biomasa	2 522	54 960	23 962	30 998	56%
Piaski	1436,4	Biomasa, kolektory	754	8 297	4 774	3 523	42%
Uniejów	4884	Biomasa, gaz, geotermia	1 904	29 305	12 977	16 328	56%
Górowo	736	Biomasa	288	5 038	3 369	1 669	33%
Gorlice	11150	Gaz, biomasa	4 933	120 858	66 067	54 791	45%
Wieliczki	1050	Biomasa	477	5 476	2 957	2 519	46%
Prostki	1527	Biomasa	793	7 757	6 232	1 525	20%
Olsztyn	836,13	Biomasa	380	12 764	7 558	5 206	41%
Węgorzewo	829	Biomasa	408	4 802	3 039	1 763	37%
Wojnicz	977	Drewno	459	6 787		6 787	100%
Jezierzyce	863	Biomasa		12 253	7 340	4 913	40%
Stare Juchy	881	Biomasa	344	6 031	3 641	2 390	40%
Ruciane-Nida	333	Biomasa		4 448	3 258	1 190	27%
Daszyna	877	Biomasa		4 730	1 650	3 080	65%

Projekt	NPV środki własne [zł]	IRR środki własne [%]	CCE [zł/GJ]	DGC [zł/tCO2]	NPV [zł]	IRR [%]
Łabiszynem	-882 327 zł	0,0%	26,5	87,6	-1 773 096 zł	-3,1%
Trzcianka	-2 915 616 zł	3,7%	16,2	42,1	-10 068 163 zł	0,1%
Wydminy	783 486 zł	13,5%	25,2	-10,7	288 381 zł	8,1%
Gniewino	1 268 367 zł	9,5%	94,5	-12,1	397 759 zł	6,9%
Kętrzyn	7 896 503 zł	17,5%	30,8	-55,4	4 798 875 zł	11,3%
Piaski	1 032 054 zł	16,7%	49,2	-11,0	181 140 zł	7,2%
Uniejów	1 499 283 zł	11,4%	28,6	6,9	-387 510 zł	5,0%
Górowo	3 026 221 zł	33,8%	82,9	-305,4	2 578 486 zł	23,4%

**Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii**

Gorlice	-3 569 574 zł	-0,1%	19,0	51,2	-6 548 624 zł	-2,8%
Wieliczki	897 575 zł	19,6%	49,9	-18,6	223 715 zł	8,0%
Prostki	1 166 536 zł	17,6%	121,2	-12,7	223 139 zł	7,3%
Olsztyn	-125 574 zł	5,3%	61,3	146,4	-1 403 687 zł	0,3%
Węgorzewo	299 782 zł	10,0%	79,1	35,8	-340 086 zł	3,1%
Wojnicz	-1 374 875 zł	-2,8%	45,5	209,4	-2 346 573 zł	-5,6%
Jezierzyce	-1 066 296 zł	2,9%	125,5	321,0	-3 177 477 zł	-0,8%
Stare Juchy	961 733 zł	16,8%	71,3	-6,6	66 658 zł	6,4%
Ruciane-Nida	1 992 129 zł	28,5%	122,2	-336,8	1 286 221 zł	14,9%
Daszyna	100 282 zł	6,4%	117,9	107,2	-1 078 704 zł	2,4%

### 3.5. **Badania symulacyjne dla wybranej technologii OZE**

#### 3.5.1. 1. Opis wariantu wyjściowego

- ilość użytkowników – 4 osoby,
- system ciepłowniczy stan bazowy – energia elektryczna,
- system ciepłowniczy stan planowany – energia elektryczna,
- liczba kolektorów – 3,
- nachylenie kolektora - 42°,
- azymut kolektora – 0,
- straty pozostałe solarnego podgrzewacza wody – 4%,
- straty pozostałe instalacji – 4%,
- pojemność zasobnika ciepłej wody w układzie – 37 l/m<sup>2</sup>kolektora,
- finansowanie – środki własne,
- lokalizacja – Katowice,

#### 3.5.2. Wyniki symulacji

##### 2.1 Lokalizacja projektu

Przeprowadzono symulację wyników dla stanu wyjściowego w zależności od lokalizacji. Wybrano cztery lokalizacje na terenie Śląska: Katowice, Częstochowa, Gliwice, Bielsko – Biała. [Załącznik1 (cz. 2)]

Lokalizacja	Uniknięta emisja, tCO <sub>2</sub>	IRR – kapitał %	IRR-aktywa %	Prosty okres zwrotu lata	Rzeczywisty okres zwrotu lata	NPV zł	Stosunek korzyści do kosztów	Koszt redukcji emisji GHG, zł/tCO <sub>2</sub>
Katowice	1,6	5,2	5,2	19,3	15,1	-1 091	0,91	53
Bielsko - Biała	1,6	5,3	5,3	19	14,9	-954	0,92	46
Gliwice	1,6	5,3	5,3	19	14,9	-955	0,92	46
Częstochowa	1,6	5,4	5,4	18,8	14,8	-814	0,93	39

Z powodu niewielkich różnic wyników między miastami do dalszych obliczeń przyjęto lokalizację Katowice.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

**3.5.3. dobór liczby kolektorów**

Dla stanu wyjściowego dokonano analizy ilości kolektorów w układzie. Jako najbardziej optymalny przyjęto wariant z 3 kolektorami.

Lokalizacja	Liczba kolektorów	Uniknięta emisja tCO <sub>2</sub>	IRR - kapitał %	IRR-aktywa %	Prosty okres zwrotu lata	Rzeczywisty okres zwrotu lata	NPV zł	Koszt redukcji emisji GHG zł/tCO <sub>2</sub>
Katowice	1	0,8	2,9	2,9	25,3	18,7	-2 088	210
	2	1,3	5,2	5,2	19,2	15	-827	50
	3	1,6	5,2	5,2	19,3	15,1	-1 091	53
	4	1,8	4,6	4,6	20,5	15,9	-2 202	95

**3.5.4. Optymalne usytuowanie kolektora**

Położenie kolektora charakteryzują dwa parametry: nachylenie oraz azymut. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, iż najlepsze nachylenie kolektora mieści się w przedziale 39 - 44°. Najbardziej poprawny azymut dla kolektorów wynosi 0°.

**3.5.5. 2.4 Dobór zasobnika cwu**

Dla przyjętego stanu wyjściowego wielkość zasobnika nie jest parametrem decydującym. Analizując pojemność zasobnika pod względem uzysku energii użytkowej najbardziej optymalnym byłby zasobnik o pojemności 75 l/m<sup>2</sup> kolektora. Jednakże najbardziej optymalny pod względem kosztowym jest zasobnik o pojemności 37 l/m<sup>2</sup> kolektora.[Załącznik 2 (cz. 2)]

Pojemność zasobnika l/m <sup>2</sup> kolektora	Straty solarne podgrzewacza wody %	Straty instalacji %	Uzysk energii z kolektorów MWh	Uniknięta emisja, tCO <sub>2</sub>	IRR - kapitał %	IRR-aktywa %	Prosty okres zwrotu, lata
37	4	4	1,8	1,6	5,2	5,2	19,3
50	4	4	1,8	1,7	5	5	19,7
75	4	4	1,9	1,7	4,5	4,5	20,9

Pojemność zasobnika l/m <sup>2</sup> kolektora	Rzeczywisty okres zwrotu, lata	NPV, zł	Koszt redukcji emisji GHG, zł/tCO <sub>2</sub>	Nakłady inwestycyjne zł	NPV/nakłady inwestycyjne
37	15,1	-1 091	53	12 498	-0,087
50	15,3	-1 432	68	13 279	-0,108
75	16,1	-2 338	106	14 781	-0,158

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

**3.5.6. Wpływ jakości wykonania instalacji**

Jakość wykonania ma znaczący wpływ na parametry inwestycji. Najbardziej korzystna jest instalacja o najmniejszych stratach. [Załącznik 3 (cz. 2)]

Pojemność zasobnika l/m <sup>2</sup> kolektora	Straty solarnego podgrzewacza wody %	Straty instalacji %	Uzysk energii z kolektorów MWh	Uniknięta emisja, tCO <sub>2</sub>	IRR - kapitał %	IRR-aktywa %	Prosty okres zwrotu, lata
37	4	4	1,8	1,6	5,2	5,2	19,3
37	2	1	1,8	1,7	5,5	5,5	18,6
37	10	8	1,6	1,5	4,4	4,4	21,2

Pojemność zasobnika l/m <sup>2</sup> kolektora	Rzeczywisty okres zwrotu, lata	NPV, zł	Koszt redukcji emisji GHG, zł/tCO <sub>2</sub>	Nakłady inwestycyjne zł	NPV/nakłady inwestycyjne
37	15,1	-1 091	53	12 498	-0,087
37	14,6	-656	31	12 498	-0,052
37	16,3	-2129	113	12 498	-0,170

**3.5.7. Modele finansowania**

Analizie poddano cztery warianty:

- o finansowanie ze środków własnych,
- o finansowanie z udziałem kredytu komercyjnego,
- o finansowanie z udziałem kredytu preferencyjnego,
- o finansowanie z udziałem dotacji na warunkach NFOŚiGW (45%),

Źródło finansowania	Wskaźnik zadłużenia, %	Kwota zadłużenia, zł	Kapitał własny, zł	Oprocentowanie zadłużenia, %	Okres zadłużenia, rok	Splaty zadłużenia, zł/rok
Kredyt komercyjny	90	11 249	1 250	10	10	1 831
Kredyt preferencyjny	90	11 249	1 250	2	10	1 252
NFOŚiGW ( 45% dotacji)	55	6 874	5 624	11	1	7 630

Źródło finansowania	IRR - kapitał, %	IRR-aktywa, %	Prosty okres zwrotu, lata	Rzeczywisty okres zwrotu, lata	NPV, zł	Współczynnik pokrycia zadłużenia	Koszt redukcji emisji GHG, zł/tCO <sub>2</sub>
Środki własne	5,2	5,2	19,3	15,1	-1 091	-	53
Kredyt komercyjny	2,5	-2	19,3	21,3	-3 316	0,37	162



Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Kredyt preferencyjny	7,3	-0,2	19,3	16,3	941	0,53	46
Dotacja ze środków NFOŚiGW	11,4	4,1	10,6	natychmiast	4 209	0,09	206

Najbardziej dogodną formą finansowania jest skorzystanie z dotacji NFOŚiGW. Można otrzymać dotację w wysokości 45% inwestycji pod warunkiem, że koszt instalacji nie przekroczy kwoty 2 500 zł/m<sup>2</sup> kolektora. [Załącznik 4 (cz. 2)]

## 4. Propozycja metodyki oceny przedsięwzięć OZE w budownictwie

### 4.1. Definicje pojęć stosowanych w dalszej części opracowania

**Czynniki statyczne** – elementy charakterystyki obiektu, które mają wpływ na zużycie energii w obrębie wyznaczonej granicy oceny. Są to charakterystyki obejmujące wielkości stałe, środowiskowe, eksploatacyjne. Mogą być stałe lub zmienne.

**ECM /Energy Conservation Measure/** - środki oszczędności energii. Działanie lub ciąg działań zaprojektowanych zaprojektowanych celu zwiększania efektywności energetycznej obiektu, systemu lub elementów wyposażenia (urządzeń). Równocześnie można w jednej instalacji zastosować kilka środków ECM, każdy z inną intensywnością. Środki ECM mogą obejmować jeden lub więcej następujących aspektów: fizyczne zmiany urządzeń (wyposażenia) instalacji, rewizje procedur eksploatacji i utrzymania, zmiany oprogramowania lub nowe środki szkolenia i zarządzania przez użytkowników obiektu lub też załogi obsługi i utrzymania ruchu. Środki ECM można zastosować w formie modernizacji istniejącego systemu lub obiektu lub jako modernizację projektu przed rozpoczęciem budowy nowego systemu lub instalacji. Jedną z form środka ECM jest OZE.

**ESCO /Energy Services Company/** - firma, która dostarcza usługi w zakresie projektowania i instalowania środków CM, w ramach umowy o efekt energetyczny.

**EVO / Efficiency Valuation Organization/** - Organizacja Oceny Efektywności. Prywatna korporacja non-profit. Główną wizją EVO jest rynek globalny, na którym w prawidłowy sposób docenia się efektywność wykorzystania naturalnych zasobów energii oraz stosuje się zasady sprzyjające wysokiej efektywności energetycznej u użytkownika końcowego, jako istotną alternatywę w stosunku do nowych dostaw energii.

**IPMVP /The International Performance Measurement and Verification Protocol/** - Międzynarodowy Protokół Oceny i Weryfikacji Efektywności. Dokument określający cztery Opcje oceny i weryfikacji (M&V), co ma na celu przejrzyste, niezawodne i ciągłe raportowanie oszczędności, wynikających z danego projektu. Dokument ten stanowi podstawę do przygotowania raportów oszczędności

**M&V /Measurement and verification/** - ocena i weryfikacja. Proces wykorzystania pomiarów do wiarygodnego i uzasadnionego określenia rzeczywistych oszczędności uzyskanych w konkretnym obiekcie. Oszczędności nie można mierzyć bezpośrednio. Określa się je poprzez porównanie zużycia energii przed i po wdrożeniu projektu, wykonując odpowiednie korekty/dostosowania w związku ze zmianami warunków.

**Okres odniesienia** – okres czasu, wybrany jako reprezentatywny dla eksploatacji obiektu lub systemu, przed wprowadzeniem środków ECM. Okres może być krótki jak np. czas potrzebny do przeprowadzenia ciągłych pomiarów stałej wielkości lub wystarczająco długi,

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

aby odzwierciedlał jeden pełny cykl eksploatacyjny systemu lub instalacji, których działanie jest zmienne.

### **4.2. Ogólne zasady oceny efektywności energetycznej przedsięwzięć**

Zgodnie z wcześniejszymi uwagami proponuje się przyjąć metodę oceny i weryfikacji efektu wykorzystania OZE zgodnie z Międzynarodowym Protokołem Oceny i Weryfikacji Efektywności (IPMVP). Protokół opracowany przez Evaluation Valuation Organization jest standardem stosowanym przy ocenie przedsięwzięć podnoszących efektywność energetyczną. Volumen III – Concepts and Practices for Determining Energy savings In Renewable Energy Technologies Applications przedstawia szczegóły dotyczące oceny efektów dotyczących OZE.

Wytyczne przedstawione w IPMVP zostały opracowane głównie na potrzeby umów o finansowanie przez stronę trzecią – np. ESCO. Możliwe i efektywne może być jednak ich stosowanie również do oceny i weryfikacji efektów ekologicznych projektów dotowanych ze środków celowych (unijnych i krajowych).

#### **4.2.1. Podstawowe założenia dotyczące oceny efektywności wg IPMVP**

Ocena jest zgodna z protokołem IPMVP tylko wtedy, gdy obejmuje pomiar przynajmniej jednej wielkości. Brak pomiaru oznacza, że ocena nie jest spójna z wytycznymi IPMVP. Protokół zakłada ocenę każdego przedsięwzięcia poprawiającego efektywność energetyczną (EE) w sposób pozwalający zakwalifikować postępowanie do jednej z czterech Opcji – A, B, C lub D.

W Opcjach A i B granice oceny wyodrębniają do analizy efektywności (zużycia energii, kosztu energii) wyłączne zastosowane usprawnienie. Jeśli zatem analiza dotyczy wyłącznie urządzeń zwiększających EE granice oceny powinno się poprowadzić wokół tych urządzeń i sporządzić ocenę wg Opcji A lub B.

W Opcji A przeprowadza się pomiar tylko kluczowych parametrów decydujących o zużyciu energii, mniej istotne parametry można oszacować, ustalając przy tym dokładność szacunku. W praktyce stosowanej w rozliczeniach pomiędzy ESCO i klientem przyjmuje się, że mierzony powinien być ten parametr, który zależy od ESCO, jest istotną cechą usprawnienia, wielkością gwarantowaną przez ESCO (w przypadku oświetlenia jest to np. moc nowej oprawy oświetleniowej).

W Opcji B wszystkie wielkości (nie będące stałymi fizycznymi lub innymi ściśle określonymi parametrami np. liczba godzin w roku) determinujące zużycie energii muszą być mierzone.

Jeżeli rozważania dotyczą poprawy EE całego *istniejącego* obiektu (np. budynku) protokół IPMP zaleca wykorzystanie Opcji C. Ważnymi cechami tego podejścia są:

- granice oceny obejmują cały obiekt – mogą zatem uwzględniać wpływ wielu usprawnień (np. zastosowania kolektorów, pompy ciepła i nowego systemu regulacji równocześnie); nie można zatem rozdzielić efektów uzyskanych dzięki poszczególnym usprawnieniom,
- konieczne jest (na ogół) określenie stanu odniesienia,
- możliwe jest wykorzystanie do oceny efektów liczników dostawcy,

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Opcja D jest opcją szczególną i chociaż formalnie omawiana jest z Opcją C (oceny całego obiektu) to może ona dotyczyć również oceny pojedynczego usprawnienia. Wyróżniającą przesłanką do zastosowania jest brak stanu odniesienia.

Opcja D jest stosowana tylko wówczas gdy nie jest możliwe przeprowadzenie pomiarów w stanie odniesienia – np. wtedy gdy ocenia się nowy budynek oddany do użytkowania wraz z usprawnieniami. Należy jednak pamiętać, brak stanu odniesienia nie oznacza jeszcze konieczności zastosowania Opcji D. Jeżeli bowiem ocena stanu odniesienia nie jest wymagana dla oceny efektu – jak to ma miejsce w przypadku oceny efektów zastosowania OZE – można wykorzystać inne Opcje – np. A lub B. Można powiedzieć, że Opcję D stosuje się wtedy gdy konieczne jest ustalenie stanu odniesienia (hipotetycznego stanu odniesienia), ale nie jest to możliwe na drodze pomiarowej (bo na przykład obiekt nie istniał w stanie odniesienia).

Ogólny schemat wyboru Opcji dla wyjściowego kryterium **granicy oceny** przedstawiono na rys. 1.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii



Rys. 1 Proces wyboru Opcji – uproszczenie.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

Dodatkowe sugestie ułatwiające wybór najlepszej Opcji przedstawiono w tabeli 1

**Tabela 1 Sugerowane (nie wyłączone) Opcje - oznaczono X**

Charakterystyka projektu ECM	Sugerowana			
	A	B	C	D
Potrzeba indywidualnej oceny ECM-ów	X	X		X
Potrzeba oceny efektywności całego obiektu			X	X
Spodziewane oszczędności mniejsze niż 10% wskazań miernika dostawcy energii	X	X		X
Wielorakie środki ECM	X		X	X
Ważność niektórych zmiennych wpływających na zużycie energii jest niejasna		X	X	X
Efekty interaktywne ECM-ów są znaczne lub niemierzalne			X	X
Oczekuje się w przyszłości wielu zmian w obrębie granic oceny	X			X
Potrzebna jest długoterminowa ocena efektywności	X		X	
Niedostępne dane dla stanu odniesienia				X
Osoby nie posiadające wiedzy technicznej muszą zrozumieć treść raportów	X	X	X	
Personel ma kwalifikacje do prowadzenia pomiarów	X	X		
Personel ma kwalifikacje w zakresie symulacji komputerowej				X
Personel posiada doświadczenie w zakresie odczytywania danych z faktur dostawców energii oraz prowadzenia analizy regresji			X	

Zaleceń dotyczących wyboru nie należy traktować jako absolutnie obowiązkowych. W wielu przypadkach możliwe, a nawet celowe jest zastosowanie innych wyborów. Sytuacja taka ma na przykład miejsce gdy ocenie poddawane są projekty dotyczące odnawialnych źródeł energii.

#### **4.2.2. Pomiar/ocena efektywności (M&V) dla projektów z OZE**

##### **4.2.2.1. Opcje prowadzenie pomiarów i weryfikacji (M&V)**

Opcje prowadzenia pomiarów i weryfikacji oszczędności energii oraz innych korzyści wynikających z projektów wykorzystania energii odnawialnej, można podzielić na trzy następujące kategorie ogólne:

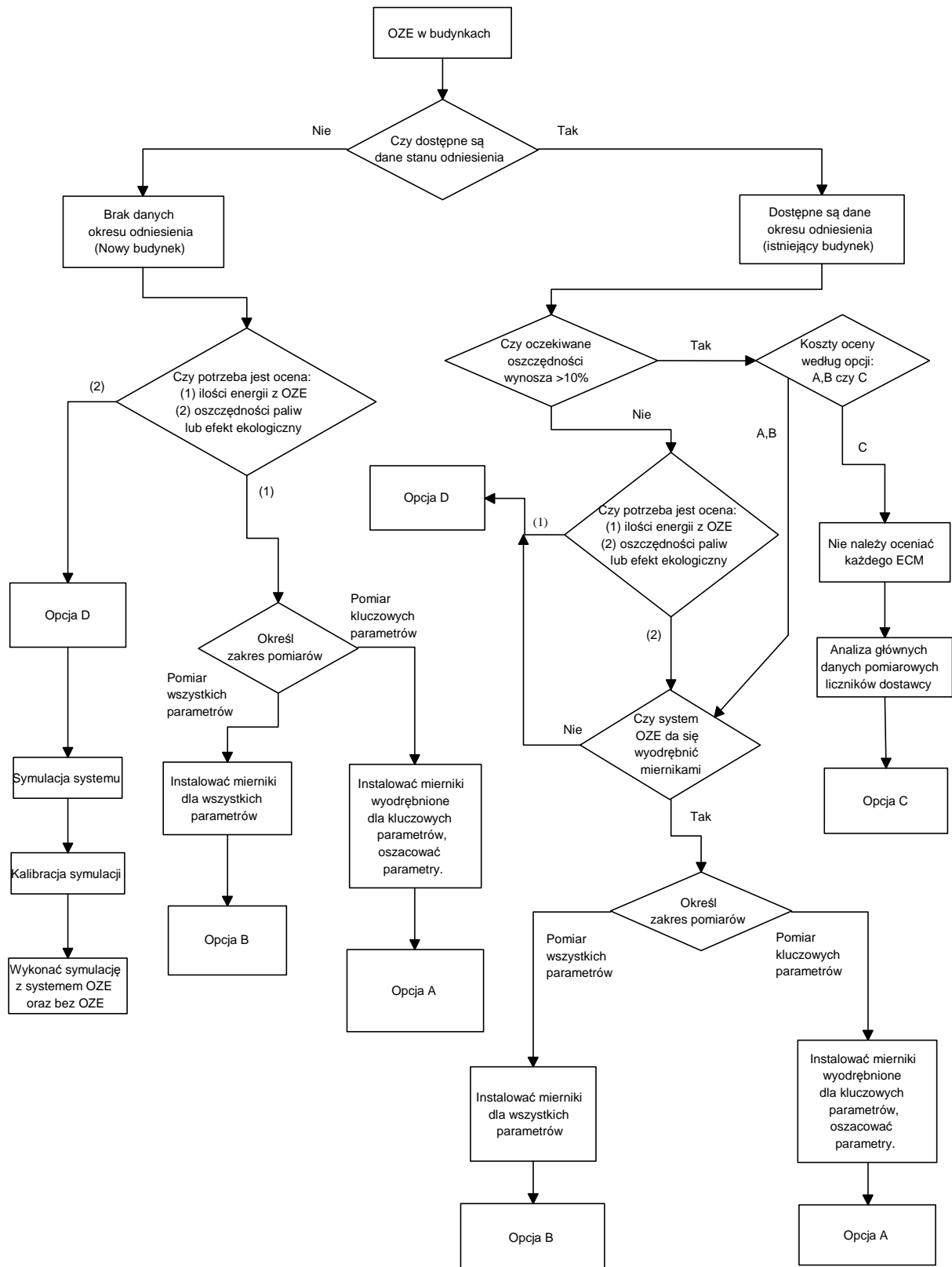
Opcje A oraz B są skoncentrowane na pomiarach działania konkretnych systemów, łatwych do wyodrębnienia. Zastosowanie tych opcji dla systemów energii odnawialnej obejmuje instalacje ogniw fotowoltaicznych, ogrzewanie wody energią słoneczną, energię elektryczną z urządzeń napędzanych wiatrem oraz spalanie biomasy. Opcja B wymaga przeprowadzenia kompletnych pomiarów dotyczących uzysku energii, natomiast Opcja A pozwala na pewne uwarunkowania w zakresie parametrów do obliczania końcowego efektu energetycznego. Obydwie opcje można wesprzeć obliczeniami inżynierskimi lub odpowiednimi modelami elementów składowych.

- 1 Opcja C obejmuje pomiary zmiany całkowitego zużycia energii w całym obiekcie na podstawie liczników zakładu energetycznego, lub na podstawie innych danych pomiarowych. Jest ona najbardziej przydatna w przypadku takich systemów energii odnawialnej, których nie da się łatwo wyodrębnić i które w sposób istotny zależą od warunków eksploatacji - takich jak np. pasywne ogrzewanie energią słoneczną, oświetlenie światłem dziennym.
- 2 Opcja D polega na szczegółowych, kalibrowanych symulacjach i ich analizie, w celu określenia działania systemu lub budynku, które są skomplikowane, obejmują funkcje interaktywne i zależą od wielu parametrów operacyjnych. W największym stopniu dotyczy to systemów energii odnawialnej zintegrowanych z budynkami, takich jak oświetlenie światłem dziennym czy systemy fotowoltaiczne zintegrowane z budynkiem, zwłaszcza w projektach nowych obiektów budowlanych. (Patrz również: IPMVP Wolumin III Część A: "Koncepcje i praktyka określania oszczędności energii w nowych budynkach").

Uszeregowanie Opcji nie ma związku ze złożonością lub kosztami. Opcja B zasługuje na specjalną uwagę podczas oceny opcji dla systemów energetyki odnawialnej, ponieważ podaż energii z większości systemów energii odnawialnej można mierzyć bezpośrednio, bez odnoszenia się do stanu odniesienia lub do obliczeń oszczędności energii, jak to jest wymagane w przypadku środków oszczędności energii.

W oparciu o wybór najkorzystniejszej ścieżki na rys. 2 przedstawiono schemat prowadzący do wyboru Opcji prowadzenia pomiarów wynikających z projektów wykorzystania energii odnawialnej.

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii



Rys. 2. Proces wyboru Opcji prowadzenia pomiarów wynikających z zastosowania OZE.

#### **4.2.2.2. Identyfikacja stanu odniesienia dla M&V**

Cechą specyficzną projektów związanych z wykorzystaniem OZE jest to, że na ogół nie są one związane ze zmniejszeniem zużycia energii przez odbiorcę, lecz za zmianą źródła zaspokojenia potrzeb, lub niemożnością/nieopłacalnością dostarczania energii w oddalone od zakładu energetycznego miejsca. Skoro tak, to nie ma potrzeby określania stanu odniesienia, jeśli przedmiotem analizy jest tylko ilość dostarczonej przez OZE energii.

Niemniej opisane Opcje M&V oraz techniki wskazywane przez IPMVP można zastosować do prowadzenia pomiarów zarówno ilości energii dostarczanej przez system źródła odnawialnego jak i do wynikającej stąd oszczędności energii dostarczanej przez zakład energetyczny, dla całości instalacji w konsekwencji także oceny efektu ekologicznego. Wielkości te nie muszą być identyczne w związku z czym należy określić, czego dotyczą- ilości uzyskanej dzięki OZE energii, oszczędności u dostawcy czy efektu ekologicznego.

Pomiary energii dostarczonej bez wskazania stanu odniesienia stanowią często zalecane podejście do procedur M&V, w przypadku układów energii odnawialnej, ponieważ są bardzo dokładne, mają umiarkowane koszty i pozwalają na pomiarzenie tych elementów parametrów eksploatacyjnych które deweloper może w pewien sposób kontrolować. Na przykład dla słonecznych układów ogrzewania wody /dostarczających pewną ilość ciepła/ oszczędności energii dostarczanej przez zakład energetyczny dla instalacji powinny być liczone jako iloraz ilość energii pozyskanej z układu solarnego, przez sprawność pierwotnego systemu ogrzewania wody. Trzeba jednak zauważyć, że w takiej sytuacji, deweloper projektu solarnego nie miałby kontroli nad sprawnością istniejącego systemu ogrzewania wody, więc bardziej odpowiednie może być oparcie wymagań eksploatacyjnych o wielkość dostaw energii z OZE, a nie o jej oszczędności.

Systemy energii odnawialnej są często efektywne ekonomicznie jako jedyne źródło energii elektrycznej w odległych lokalizacjach, w których energia elektryczna z zakładów energetycznych jest nieosiągalna. Stan odniesienia związany z dostawą energii do producenta na miejscu nie może być wówczas traktowany arbitralnie, a nawet w takiej sytuacji nie ma znaczenia. Oszczędności można jednakże określić w oparciu o stan odniesienia dla zużycia lub kosztu energii, które miałyby miejsce bez systemu energii odnawialnej.

Dla oceny oszczędności uzyskiwanych dzięki systemowi energii odnawialnej wpływ wielkości zapotrzebowanej mocy (kW) może być równie istotny, jak ilość zużywanej energii (kWh). W celu oszacowania oszczędności w zakresie zapotrzebowania mocy, zmierzony profil mocy układu OZE powinien zostać dodany do zmierzonego profilu zmian mocy odbieranej z zakładu energetycznego dla danej instalacji w celu oszacowania, jakie byłoby zapotrzebowanie mocy bez udziału energii odnawialnej. To wymaga przeprowadzenia pomiarów bardziej skomplikowanych, niż proste odczyty z licznika energii (kWh), a także zapewnienia aby profile zapotrzebowania mocy (na ogół 15-to minutowe) mierzono i rejestrowano w systemie OZE i w całej instalacji. Wymaga to też okresowego (miesięcznego) przetwarzania danych dla obliczeń i określenia oszczędności zapotrzebowania. Należy przy tym pamiętać o różnicy pomiędzy dostawą ciepła i elektryczności. Ciepło często trzeba wykorzystać na miejscu, ale elektryczność można sprzedać do sieci, co wymaga ustalenia stanu odniesienia.

#### **4.2.2.3. Sposób wyznaczania stanu odniesienia dla oceny efektu usprawnienia**

Oszczędności są określane pośrednio, przez obliczanie różnicy pomiędzy wartością (zużycia lub zapotrzebowania) dla stanu odniesienia lub zużyciem/zapotrzebowaniem, w podobnych warunkach eksploatacyjnych. Pomiary można przeprowadzać za pomocą



## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

licznika energii (zliczającego kWh), gazomierza, lub miernika wielkości bieżących na urządzeniu gazowym lub elektrycznym. Jest to ważne dla obliczenia sprawności instalacji/urządzenia zasilanego paliwem kopalnym lub sprawności urządzenia elektrycznego, jeśli mierzona jest tylko podaż dla użytkownika końcowego (np. ilość dostarczonej gorącej wody).

Wybór metody określania stanu odniesienia zależy od kilku czynników, do których należą charakterystyki i zapotrzebowanie ze strony projektu, dostępność danych, oraz to, czy istnieje obciążenie przed zainstalowaniem systemu opartego na energii odnawialnej. Jeśli mierzona jest tylko energia otrzymywana od zakładu energetycznego, a dostarczana energia odnawialna nie jest mierzona bezpośrednio, to istnieją cztery sposoby obliczania oszczędności względem linii bazowej: porównanie z grupą kontrolną, porównanie 'przed-po', porównanie 'włącz-wyłącz', oraz metoda obliczeniowa referencyjna.

### **a) Porównanie z grupą kontrolną**

Porównuje się zmierzone zużycie energii dla obciążeń posiadających system wykorzystujący energię odnawialną, względem podobnych obciążeń (tj. Grupy kontrolnej), która takiego systemu nie posiada. Średnie zużycie energii i koszty określone dla grupy kontrolnej definiują stan odniesienia. (Należy zauważyć, że grupę kontrolną można zastosować tylko wtedy, gdy liczba jednostek jest wystarczająca dla uzyskania wyniku statystycznie znaczącego).

### **b) Porównanie 'przed-po'**

Mierzy się zużycie energii przed zainstalowaniem systemu energii odnawialnej i porównuje się z zużyciem, jakie ma miejsce po jego zainstalowaniu, z uwzględnieniem wszelkich zmian eksploatacyjnych lub w zakresie użytkowania urządzenia, jakie zaszły pomiędzy obydwojmi pomiarami. Zużycie i koszt energii przed zainstalowaniem systemu opartego na energii odnawialnej wyznacza stan odniesienia. (Należy zaznaczyć, że metodę 'przed-po' można stosować tylko w projektach modernizacyjnych, w których gromadzono dane w okresie przed zainstalowaniem i Oddaniem do użytku systemu wykorzystującego energię odnawialną).

### **c) Porównanie 'załącz-wyłącz'**

Mierzy się zużycie energii podczas pracy systemu wykorzystującego energię odnawialną. Następnie wyłącza się ten system (obchodzi poprzez „by pass”) po czym porównuje się zużycie energii w czasie, gdy system jest wyłączony z zużyciem podczas jego pracy. Wynikowe zużycie energii oraz koszty występujące w czasie, gdy system jest wyłączony ('by-pass') wyznacza stan odniesienia. (Należy zauważyć, że technikę 'załącz-wyłącz' można stosować tylko wtedy, gdy oprócz systemu wykorzystującego energię odnawialną, istnieje pomocniczy system zasilania, i gdy ten system pomocniczy może być wykorzystany do zdefiniowania stanu odniesienia. Ponadto, ponieważ zasoby energii słonecznej i wiatrowej są dostępne okresowo, niezbędny jest adekwatnie dobrany czas pomiaru, w celu uchwycenia średniego potencjału produkcji energii odnawialnej).

### **d) Metoda obliczeniowo-referencyjna**

Określa się stan odniesienia dla zużycia energii stosując obliczenia inżynierskie, z kalibracją modelu obliczeniowego do rzeczywistych wzorców zużycia energii, i odejmuje się zmierzone zużycie energii (lub obliczone w podobny sposób zużycie energii po modernizacji), celem oszacowania wielkości dostaw energii odnawialnej. W takich obliczeniach inżynierskich często zakłada się, że system przystaje do możliwych do zastosowania kodów i standardów przy wyborze wartości hipotetycznych dla parametrów

### Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

takich, jak sprawność urządzenia. (Należy zauważyć, że obliczeniowe wartości referencyjne są konieczne w przypadku nowych obiektów, w których wykorzystuje się energię odnawialną, ponieważ brak jest danych o obciążeniu, potrzebnych do zdefiniowania stanu odniesienia. (Vide również: IPMVP Wolumin III Część A: Konceptcje i Praktyka określania oszczędności energii w nowych budynkach).

#### **4.3. Sposób oceny wybranych przedsięwzięć**

Poniżej omówiono możliwości przeprowadzenia pomiarów/weryfikacji efektów uzyskanych dzięki kilku wybranym, przykładowym systemom wykorzystującym energię odnawialną. Rozważaniami objęto: system kolektorów słonecznych wykorzystywany do przygotowania ciepłej wody użytkowej, pompę ciepła ogrzewającą budynek, kocioł na biomasę, mały agregat kogeneracyjny zasilany biogazem oraz elektrownię wiatrową.

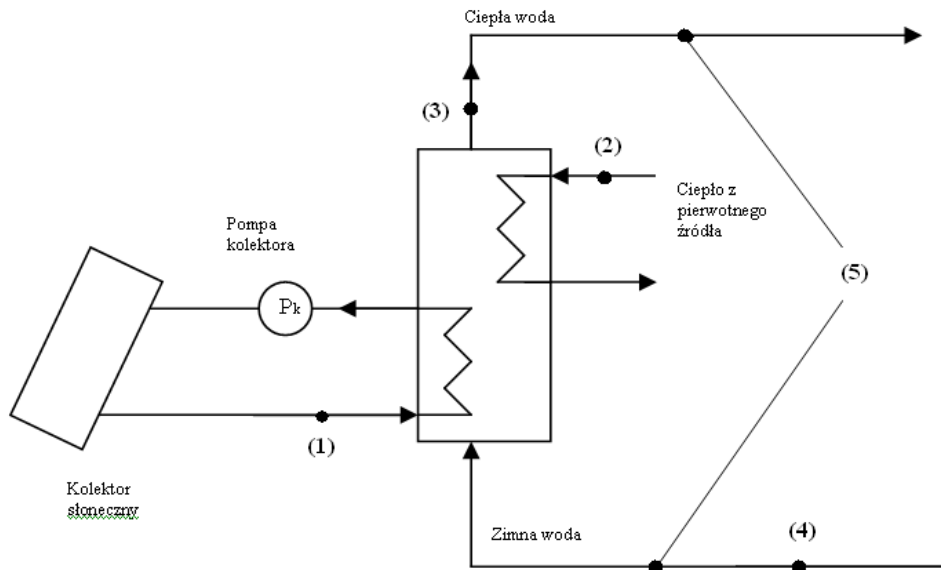
Przedstawione przykłady dotyczą konkretnych pojedynczych usprawnień, podobne podejście można jednak zastosować również dla całych obiektów w tym np. dla budynku zeroenergetycznego. W ostatnim przypadku metodą referencyjną byłaby metoda D. Zastosowanie metod A i B może napotkać w przypadku takiego obiektu na trudności związane z rozdzieleniem efektów wynikających z zastosowania poszczególnych środków zwiększających EE.

Dla uprawnienia oceny efektów realizacji programów obejmujących dużą liczbę instalacji jednego typu (np. kolektorów) celowe jest przyjęcie spośród scharakteryzowanych poniżej metod jednej metody dla oceny wszystkich przedsięwzięć. Ze względu na koszty oceny oraz jej żądaną jakość można też objąć reprezentatywną grupę instalacji bardziej kosztownym lecz dokładniejszym pomiarem, w pozostałej części zaś ograniczyć się do bardzo uproszczonej i taniej metody. Ważne jest również aby w przypadku takich projektów wprowadzić wymóg przystosowania usprawnień w jednolity sposób do przeprowadzenia pomiarów – zarówno planowanych długookresowych jak i w procesie wrywkowej kontroli efektu.

Dla zapewnienia poprawności procesu pomiaru i weryfikacji uzyskanego efektu jak i dla oceny samej procedury pomiaru/oceny (M&V) należy zawsze wskazywać jakie jest kryterium tejże oceny – ilość pozyskanej przez usprawnienie energii (odnawialnej), oszczędność paliw kopalnych, czy też redukcja obciążenia środowiska

## SYSTEM KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

Poniżej na rysunku 3 przedstawiono prosty schemat kolektora słonecznego z jednym zbiornikiem.



Rys 3. Schemat kolektora słonecznego

### **Wariant I**

#### **Pomiar ilości energii uzyskiwanej z kolektorów**

W wariantcie tym przeprowadza się pomiar ilości energii słonecznej odebranej przez kolektor. Niezbędne jest zainstalowanie wyłącznie licznika ciepła w układzie kolektorowym (1). Pomiar może być realizowany w okresie 1 roku lub w całym okresie eksploatacji systemu. Końcowa ilość ciepła – odbierana z wodą przez użytkownika jest mniejsza od ilości wskazanej przez licznik, ze względu na straty ciepła przez ściany zasobnika i straty dystrybucji. Można jednak z dobrym przybliżeniem założyć, że straty są takie same jak w układzie tradycyjnym – tzn. bez kolektorów. Sposób liczenia oszczędności paliwa kopalnego (gazu, węgla, oleju) zależy od alternatywnego źródła ciepła. W przypadku zakupu ciepła od dostawcy zewnętrznej oszczędność finansowa jest równa iloczynowi wskazywanej przez licznik ilości ciepła i ceny ciepła. Zmniejszenie zużycia paliwa i zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> opiera się o średnią wartość sprawności wytwarzania ciepła w źródle dostawcy (ponieważ wartość ta musi być traktowana jako szacowana a nie mierzona, przeto odpowiadałoby to ocenie oszczędności wg Opcji A).

### **Wariant II**

**Nieco bardziej złożonym pomiarem jest pomiar ilości ciepła pobieranego z zasobnika (3) i doprowadzanego do odbiorów końcowych.** W takim przypadku konieczne jest także przeprowadzenie pomiaru ilości energii dostarczanej do nagrzewnicy wspomagającej zainstalowanej w zasobniku (2) (elektryczne lub wodnej) – tzn. zainstalowania licznika energii lub rejestratora czasu pracy grzałki elektrycznej lub w przypadku nagrzewnicy wodnej licznika ciepła. Wariant ten dostarcza informacji o całkowitym zużyciu ciepła c.w.u. przez odbiorców oraz udziale ciepła pochodzącego z kolektorów w całkowitym zużyciu. Dodatkowy pomiar zwiększa jednak koszty oceny/weryfikacji. Podobnie jak w wariantcie I dla ocen zmniejszenia zużycia paliw oraz redukcji emisji konieczne jest oszacowanie sprawności źródła tradycyjnego/alternatywnego. W przypadku gdy źródłem tym jest lokalny kocioł użytkownika możliwe jest przeprowadzenie pomiarów sprawności kotła w zależności od obciążenia (które może ulec zmianie po zainstalowaniu kolektorów). Pomiar charakterystyki energetycznej kotła pozwoliłby dokonać oceny oszczędności (zmiany emisji) zgodnie z Opcją B IPMVP.

Przy stosowaniu tego wariantu mogą nasuwać się wątpliwości związane z obecnością strat ciepła w systemie dystrybucji. Wielkość tych strat może być szczególnie istotna w przypadku stosowania recyrkulacji ciepłej wody. Jednak w przypadku oceny porównawczej – taka jest prowadzona jeśli porównuje się zużycie/koszty przed usprawnieniem i po – nie ma to istotnego znaczenia, ponieważ wielkość strat dystrybucyjnych nie zależy od obecności kolektora. Uwaga ta dotyczy także następujących dwóch wariantów.

### **Wariant III**

#### **Pomiar zużycia wody cwu oraz przyrostu temperatury w zasobniku i oszacowanie i średniego stopnia zaspokojenia potrzeb cieplnych przez kolektory**

Jest to jedna z prostszych metod. Mierzone są – zużycie cwu za pomocą typowego licznika (4) (cena licznika 30÷60 zł) oraz przyrost temperatury wody w zasobniku - za pomocą zwykłej termopary różnicowej (5). Dla osiągnięcia końcowej żądanej temperatury wody konieczne jest dogrzewanie wody za pomocą energii elektrycznej lub gazu. Ilość energii dostarczanej przez źródło wspomagające można ocenić wykorzystując dane dotyczące średniego stopnia zaspokojenia potrzeb przez kolektory. Wartość wskaźnika można znaleźć w raportach z badań prowadzonych przez uczelnie wyższe w Polsce. Zmniejszenie zużycia paliw oraz redukcję emisji można ocenić w sposób opisany wcześniej. Główną słabością metody jest arbitralne oszacowanie **średniego stopnia zaspokojenia potrzeb cieplnych przez kolektory**. Wielkość ta zależy od wielu różnych czynników związanych z eksploatacją. Dla zapewnienia wiarygodności należałoby dokładnie określić warunki stosowania badanych kolektorów zapewniające uzyskanie przyjętej wartości wskaźnika oraz kontrolę tych warunków po uruchomieniu instalacji. Uwaga ta dotyczy także prostszej wersji wariantu IV.

#### **Wariant IV**

##### **Metoda uproszczona – pomiar zużycia wody cwu z oszacowaniem przyrostu temperatury w zasobniku i średniego stopnia zaspokojenia potrzeb ciepłych przez kolektory**

Najtańsza z metod. Jedyną wielkością mierzoną jest ilość zużywanej ciepłej wody za pomocą typowego licznika (4). Przyrost temperatury wody jest szacowany (np. dla okresu letniego 35-40°C dla zimowego 45-50°C). Pozostałe kwestie są identyczne do przedstawionych w wariantcie III.

Dokładność metody można zwiększyć zastępując szacowanie **średniego stopnia zaspokojenia potrzeb ciepłych przez kolektory** przez dodatkowy pomiar ilości energii dostarczanej do nagrzewnicy wspomagającej (2) (elektrycznej lub gazowej) - zwiększając koszt urządzeń pomiarowych o 300 - 500 zł (mniejsza wartość dotyczy licznika energii elektrycznej).

Metodę tę można by rekomendować jako podstawową i objąć nią należałoby wszystkie instalacje finansowane z dotacji. W wybranej – reprezentatywnej – grupie instalacji należałoby prowadzić dokładniejszą ocenę za pomocą jednej z metod opisanych wyżej (I lub II).

#### **Wariant V**

##### **Metoda uproszczona – pomiar temperatury wylotowej wody (wg IPMVP Vol III)**

Metoda jest stosowana głównie w przypadku układów dwuzbiornikowych ze względu na dostępne na rynku narzędzia do oceny analitycznej. Przez okres jednego miesiąca mierzy się w sposób ciągły temperaturę wylotową za zbiornikiem wstępnym ogrzewanym energią słoneczną –. Uzyskane wyniki porównuje się z wartościami obliczonymi (dla typowych warunków przy bezchmurnym niebie), pod warunkiem, że w danym miesiącu jest co najmniej kilka słonecznych dni. Jest to prosta i względnie tania technika diagnostyczna pozwalająca ustalić, czy system pracuje w przybliżeniu tak, jak zakładano w obliczeniach wyjściowych. Wg IPMVP procedura pozwala na akceptowalne ( $\pm 30\%$ ) oszacowanie rzeczywistych oszczędności. W tej metodzie stosuje się bardzo tani (poniżej 100 USD) czujnik temperatury i tak samo małe są koszty pomiarów. Wysyłanie danych e-mailem i użycie rejestratora video dla przekazania danych właścicielowi instalacji jest metodą uniknięcia kosztów inspekcji wyjazdowych na miejsce instalacji. (Burch, Xie, and Murley 1995).

Inne metody pomiaru i weryfikacji (M&V) efektywności projektów EE można znaleźć w protokole IPMVP (Międzynarodowym Protokole Oceny i weryfikacji Efektywności, a także na stronach EVO)

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

**Podsumowanie:**

Wariant	Koszty pomiaru			Zalety	Wady
	Pomiar	Urządzenie	Koszt		
Wariant I	(1)	Licznik ciepła	500-800 zł	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niski koszt urządzeń pomiarowych.</li> <li>- Dokładne wskazania ilości dostarczonego ciepła do wody przez kolektor słoneczny.</li> <li>- Bezpośredni odczyt ilości energii.</li> <li>- Prosty w obsłudze i łatwość analizy oszczędności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brak pomiaru całkowitego zapotrzebowania energii na ciepłą wodę użytkową.</li> <li>- Brak informacji o udziale ciepła a kolektorów w zużyciu całkowitym energii cieplnej</li> </ul>
Wariant II	(3) (2)	Licznik ciepła Licznik ciepła lub (Licznik energii elektrycznej) lub (Rejestrator czasu pracy grzałki elektrycznej)  <b>Dodatkowo w Opcji B:</b> Badanie charakterystyki energetycznej kotła	500-800 zł 500-800 zł  (300-500 zł)  (30-60 zł)  3000-4000 zł	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokładne wskazania ilości dostarczonej energii przez kolektor i dodatkowe źródło wspomagające</li> <li>- Bardzo dokładne pomiary rzeczywistych oszczędności paliwa i zmian emisji CO<sub>2</sub></li> <li>- Liczniki ciepła, energii, elektrycznej pozwalają na bezpośredni odczyt</li> <li>- W przypadku, gdy źródłem wspomagającym podgrzewanie wody jest energia elektryczna, montaż licznika czasu pracy grzałki ponosi za sobą niewielki dodatkowy koszt w stosunku do wariantu I. Pomiar ten pozwoli oszacować zużycie energii grzałki elektrycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wątpliwości związane z stratami ciepła w systemie dystrybucji</li> <li>- Bardzo drogi układ pomiarowy, dodatkowy koszt ponoszony na pomiar ilości energii dostarczonej z wspomagającego źródła ciepła. Oszacowanie mocy grzałki bojlera oraz zużycie energii elektrycznej wprowadza niepewności.</li> <li>- Wykonywanie pomiaru charakterystyki energetycznej kotła nie ma uzasadnienia ekonomicznego.</li> </ul>
Wariant III	(4) (5)	Licznik zużycia wody Termopara różnicowa	30-60 zł 60-100 zł	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niski koszt urządzeń pomiarowych</li> <li>- Wariant ten ma uzasadnienie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wymaga umiejętności obliczeń.</li> <li>- Wprowadzenie wskaźnika średniego stopnia zaspokojenia</li> </ul>

Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

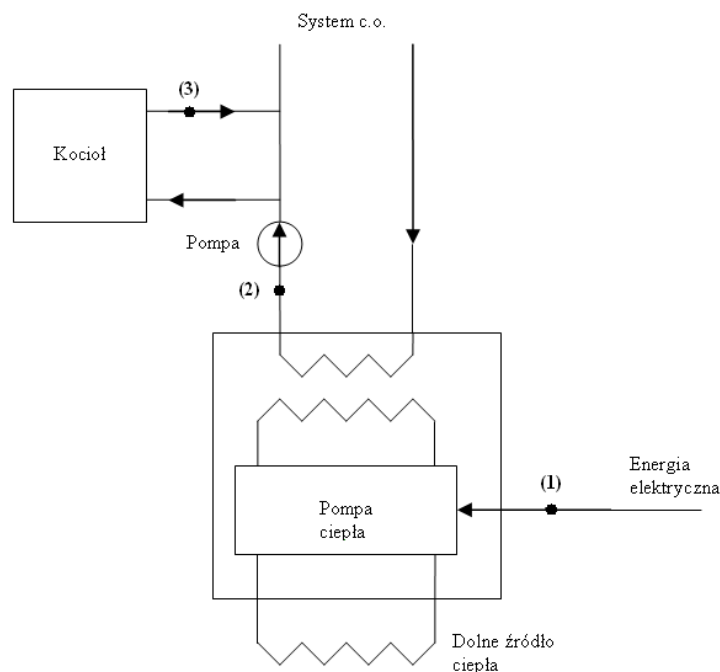
				ekonomiczne dla małych instalacji kolektorów słonecznych.	potrzeb przez kolektory powoduje bardzo dużą niepewność określania zmniejszenia zużycia paliwa i emisji.
Wariant IV	(4)	Licznik zużycia wody  <b>Dodatkowo:</b> Licznik ciepła lub (Licznik energii elektrycznej)	30-60 zł  500-800 zł  (300-500 zł)	- Bardzo niski koszt urządzeń pomiarowych. Koszt jest niższy od kosztów ponoszonych w przypadku wariantu III. - Bardzo łatwo oszacować przyrost temperatury wody dla różnych pór roku. - Wariant ten ma uzasadnienie ekonomiczne dla małych układów kolektorów słonecznych. - W przypadku instalacji licznika energii zwiększa dokładność pomiaru.	- Wariant ten posiada takie same wady jak w przypadku wariantu IV. - konieczność szacowania przyrostu temperatury
Wariant V		Czujnik temperatury	150-250 zł.	- Niskie koszty urządzeń pomiarowych oraz samego pomiaru	- Oszacowanie oszczędności wprowadza niezgodność z rzeczywistymi oszczędnościami. Niepewność jest akceptowalna w granicach $\pm 30\%$ . - Należy wykonać obliczenia dla typowych warunków przy bezchmurnym niebie.

## POMPA CIEPŁA

Instalacja pompy ciepła jest przedsięwzięciem stosunkowo złożonym i kosztownym. Koszt zależy w znacznej mierze od typu wymiennika dolnego. Względnie tanie są wymienniki powietrzne, znacznie droższe gruntowe i czerpiące ciepło z różnych systemów wodnych. Najdroższe są wymienniki gruntowe pionowe. Drugim istotnym elementem decydującym o nakładach jest ogrzewanie powierzchniowe. Z uwagi na skalę nakładów inwestycyjnych na realizację powyższych działań oraz stosunkowo małą liczebność projektów EE realizowanych w oparciu o PC wydaje się, że nie jest celowe kierowanie się w ocenie przedsięwzięcia kosztami pomiaru. Przedstawiając dalej warianty oceny kierowano się przede wszystkim oczekiwanym zakresem oceny nie zaś ich kosztami.

Bez uszczerbku dla analizy można założyć, jak w przypadku kolektorów słonecznych, iż straty ciepła w układzie dystrybucji są takie same jak w układzie pierwotnym, czyli bez pompy ciepła i nie jest konieczne prowadzenie ich pomiaru.

Na rysunku 4 przedstawiono prosty schemat pompy ciepła zastosowanej do centralnego ogrzewania w budynku.



Rys 4. Schemat pompy ciepła współpracującej z systemem centralnego ogrzewania.

### Wariant I

#### Pomiar ilości energii uzyskanej z pompy ciepła i zużycia energii elektrycznej sprężarki.

Wariant ten polega na pomiarze ilości ciepła dostarczonej przez PC do systemu ogrzewania w budynku. Ciepło mierzone jest za pomocą licznika ciepła zainstalowanego w układzie (2). Dodatkowo należy zmierzyć ilość energii elektrycznej doprowadzonej do sprężarki pompy ciepła. Pomiar należy wykonać za pomocą rejestratora czasu pracy sprężarki lub za pomocą licznika energii elektrycznej (1). W przypadku rejestrowania czasu pracy urządzenia należy oszacować jego moc. Pomiar może być realizowany w całym okresie grzewczym w ciągu jednego roku lub we wszystkich okresach grzewczych w całym okresie eksploatacji urządzenia. Tak zrealizowany pomiar udzieli jedynie informacji o zmniejszeniu ilości ciepła, które musi być wytworzone w układzie tradycyjnym (opartym o kocioł lub podgrzewacze elektryczne). Dla oceny zmniejszenia energii doprowadzonej do źródła szczytowego konieczna jest znajomość jego sprawności. W niniejszym wariantcie z



*Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji  
przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii*

uwagi na brak pomiaru w tej części systemu konieczne jest jej oszacowanie. W przypadku podgrzewaczy elektrycznych daje to w zasadzie bardzo dobre określenie efektów, w przypadku kotła wodnego oszacowanie sprawności wnosi większy błąd oceny (większa niepewność). Ocena oszczędności energii elektrycznej lub paliwa, a także redukcja emisji jest zgodna z Opcją A IPMVP.

## **Wariant II**

### **Pomiar wszystkich parametrów – pomiar energii dostarczonej przez pompę oraz źródło szczytowe wraz z pomiarową oceną sprawności źródła szczytowego**

W wariacie tym należy zmierzyć wszystkie parametry, które są niezbędne do określenia oszczędności. Wariant ten wymaga zainstalowania licznika zużycia energii elektrycznej dla sprężarki (1), licznika ciepła dostarczanego przez pompę ciepła PC (2), licznika ciepła systemu wspomagającego układ c.o. (3) np. ciepło dostarczone przez kocioł gazowy (można, jeśli jest to wygodniejsze zamiast tego prowadzić pomiar całkowitej ilości ciepła oddawanego do sieci dystrybucyjnej przez układ PC-kocioł). Dodatkowo – dla oceny zmniejszenia zużycia paliwa lub redukcji emisji należy przeprowadzić pomiary sprawności energetycznej kotła.

Wariant ten dostarcza rzeczywistych informacji o całkowitym zużyciu ciepła w systemie c.o. oraz udziale ciepła pochodzącego z pompy ciepła i źródła wspomagającego. Sposób oceny oszczędności odpowiada Opcji B. Wariant ten jest znacznie kosztowniejszy od wariantu I. Jednak biorąc pod uwagę potencjalne korzyści, stosowanie liczników ma ekonomiczne uzasadnienie.

## **Wariant III**

### **Pomiar ilości energii na granicy oceny całego obiektu.**

Niniejszy wariant, z uwagi na praktykę ma znaczenie raczej teoretyczne. Dotyczy on sytuacji gdy źródłem podstawowym ciepła jest PC, zaś deficyt w szczycie pokrywany jest przez zakup ciepła z centralnej sieci ciepłowniczej (np. z PEC). W wariacie tym należy zainstalować licznik ciepła dostarczanego do całego obiektu. Granica oceny obejmuje zatem cały obiekt. W metodzie tej należy również prowadzić pomiar energii elektrycznej na granicy oceny. W ocenie oszczędności wynikających z zmniejszenia zużycia energii cieplnej (dostarczonej należy uwzględnić zużycie energii elektrycznej przez sprężarkę (widoczne na liczniku dostawcy). Wariant ten odpowiada zastosowaniu opcji C. Stosując tą opcję należy kontrolować w stanie odniesienia i po modernizacji wszystkie czynniki statyczne odpowiadające za zużycie energii np. energii elektrycznej na oświetlenie, obciążenie obiektu, zużycie energii na przygotowanie c.w.u. Metoda ta jest bardzo tania, jednak dokładna kontrola wszystkich czynników statycznych oraz czynników niezależnych powoduje wzrost kosztów.

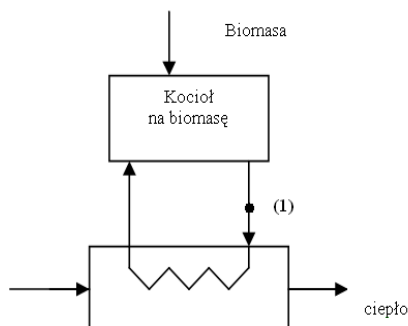
Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

**Podsumowanie**

Wariant	Koszty			Zalety	Wady
	Pomiar	Urządzenie	Koszt		
Wariant I	(1)  (2)	Licznik energii elektrycznej (Rejestrator czasu pracy sprężarki) Licznik ciepła	300-500 zł (30-60) zł 500-800 zł	- Koszt stosowania rejestratora czasu pracy sprężarki jest znacznie niższy od licznika energii. - Łatwy sposób oszacowania mocy sprężarki. - Liczniki ciepła i energii elektrycznej pozwalają na bezpośredni odczyt.	- Oszacowane wielkości sprawności kotła i mocy sprężarki ponoszą pewne niepewności oszczędności. - Zwiększony koszt pomiarów w przypadku zastosowania licznika energii na zasilaniu sprężarki niż w przypadku rejestratora czasu pracy. - Brak możliwości określenia udziału ilości ciepła dostarczonego przez pompę ciepła gdy układ grzewczy współpracuje z dodatkowym źródłem ciepła.
Wariant II	(1) (2) (3)	Licznik energii elektrycznej Licznik ciepła Licznik ciepła  <b>Dodatkowo w Opcji B</b> Badanie charakterystyki energetycznej kotła.	300-500 zł 500-800 zł 500-800 zł  3000-4000 zł	- Bardzo dokładne oszacowane oszczędności. - Bezpośrednie odczyty z urządzeń pomiarowych.	- Zwiększony koszt pomiaru ponoszony na zakup dodatkowych liczników energii. - Dostarcza informacji o udziałach źródeł ciepła w systemie grzewczym. - Ewentualny pomiar charakterystyki energetycznej dodatkowego źródła ciepła jest uzasadniony tylko przy większych instalacjach.
Wariant III		Licznik energii elektrycznej Licznik ciepła	300-500 zł 500-800 zł	- Wariant, w którym ponoszone są najniższe koszty związane z pomiarem	- Jest to wariant rozważań raczej teoretycznych. - Należy kontrolować czynniki statyczne oraz czynniki niezależne. - Koszt pomiaru może zwiększyć się, kiedy kontrolowane są czynniki statyczne oraz czynniki niezależne.

## KOCIOŁ ZASILANY BIOMASĄ

Poniżej na rysunku 5 przedstawiono prosty schemat kotła na biomasę wytwarzający ciepło na cele grzewcze.



Rys 5. Schemat kotła na biomasę.

Ocena efektywności ekologicznej i finansowej zastąpienia lokalnego kotła lub zasilania z sieci dostawcy przez kocioł zasilany biomasą wyraźnie różni się od oceny innych systemów wykorzystujących energię odnawialną. Po pierwsze kocioł zasilany biomasą może funkcjonować jako źródło monowalentne – tzn. niewymagające wspierania przez jakiegokolwiek źródło dodatkowe (jak np. kolektory czy PC). Konsekwencją tego stanu może być usunięcie wcześniej eksploatowanego kotła, co należy uwzględnić, jeśli niezbędne jest określenie stanu odniesienia (przeprowadzenie koniecznych pomiarów przed usunięciem kotła). Ważnym elementem oceny jest też fakt, że biomasę nie jest dostępna za darmo, lecz trzeba ją kupować. Oznacza to konieczność ustalenia ceny paliwa (biomasy) oraz wielkości jego zużycia (oraz ewentualnie sprawności kotła). Dla oceny ekologicznej przedsięwzięcia konieczne jest określenie ilości ciepła uzyskanego ze spalania biomasy za pomocą licznika ciepła (1) oraz sprawności źródła zastępowanego. Sprawność kotła zasilanego biomasą jest nieistotna dla oceny emisji CO<sub>2</sub> może być jednak niezbędna dla oceny innych emisji – np. NO<sub>x</sub>. Przed podjęciem decyzji o wyborze metody oceny efektu i wielkości mierzonych należy zatem określić cel raportu.

W przypadku ekologicznej oceny kotłów zasilanych biomasą podstawowym parametrem oceny przedsięwzięcia jest zmniejszenie emisji. W przypadku CO<sub>2</sub> wystarczy, jak już zaznaczono, wyznaczyć zmniejszenie emisji w źródle alternatywnym. Konieczne jest zatem określenie ilości ciepła dostarczonego przez kocioł oraz sprawności źródła alternatywnego. W przypadku, gdy źródłem jest sieć co wystarczy średnia sprawność wytwarzania ciepła u dostawcy oraz średnia sprawność transportu i dystrybucji ciepła (ponieważ wielkości są szacowane ocena będzie zgodna co najwyżej z Opcją A IPMVP). Ilość ciepła dostarczanego przez kocioł „biomasowy” najlepiej wyznaczać za pomocą licznika ciepła.

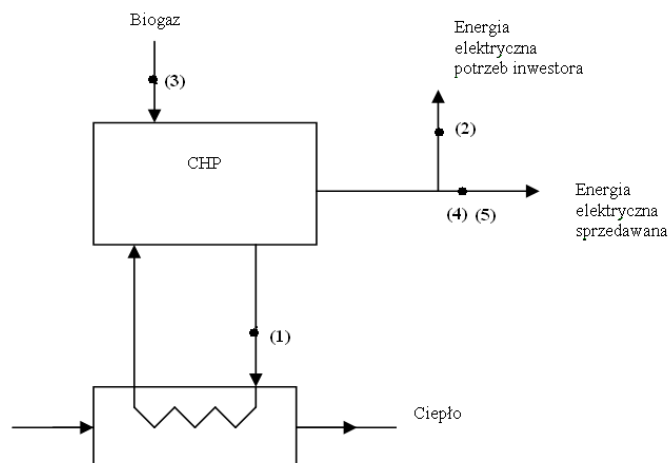
Tańszą metodą byłoby przyjęcie na podstawie danych producenta sprawności kotła na biomasę (szacunek wg IPMVP – Opcja A). Wielkością mierzoną byłaby ilość spalanej biomasy. Z uwagi na zróżnicowaną jakość paliwa oraz zmienność sprawności kotła spowodowaną jakością paliwa oraz sposobem jego eksploatacji metodę tę można uznać jako podstawową- tzn. najtańszą metodę pierwszego wyboru.

Ponoszone koszty urządzeń pomiarowych:

- koszt licznika ciepła (1) – 500-800 zł

## MAŁY UKŁAD KOGENERACYJNY CHP ZASILANY BIOGAZEM

Poniżej na rysunku 6 przedstawiono prosty schemat układu kogeneracyjnego CHP zasilanego biogazem.



Rys 6. Schemat układu kogeneracyjnego zasilanego biogazem.

Sposób prowadzenia oceny systemu CHP może się zmieniać w zależności od tego czy jej celem jest określenie zmniejszenia kosztów środowiskowych, czy też zmniejszenie kosztów zaopatrzenia w energię inwestora. Ważnym aspektem oceny ekonomicznej jest możliwość sprzedaży energii do sieci i uzyskiwanie dodatkowego przychodu ze sprzedaży certyfikatów.

Wybierając zakres pomiarów należy zwrócić uwagę na wielkość korzyści finansowych związanych z uruchomieniem instalacji, oraz małe koszty pomiaru względem nakładów inwestycyjnych. Można uznać, że pozwalają one na przeprowadzenie dokładniejszej analizy opartej o większą liczbę pomiarów.

Ocena ekologiczna przedsięwzięcia opiera się na określeniu zmniejszenia zużycia paliw kopalnych oraz redukcji emisji. Konieczne jest w takim przypadku przede wszystkim ustalenie stanu doniesienia – w tym określenie alternatywnego sposobu uzyskania ilości ciepła i energii elektrycznej jakie wygeneruje CHP. W większości przypadków alternatywą jest zakup energii elektrycznej z sieci, a w przypadku ciepła – zakup z sieci lub wytworzenie w lokalnym kotle gazowym (węglowym). Niecelowe wydaje się przyjmowanie jako źródła wyjściowego scharakteryzowanych wcześniej systemów. W przypadku wykorzystywania przez CHP biogazu istotnym elementem związanym z oceną emisji jest określenie unikniętej emisji wskutek beztlenowego, niekontrolowanego rozkładu substancji wykorzystywanej do produkcji biogazu. Niezbędne pomiary powinny zatem obejmować:

- pomiar ilości generowanego ciepła (1),
- pomiar ilości generowanej energii elektrycznej (2),
- pomiar ilości biogazu (lub ilości substancji organicznej wykorzystywanej do jej produkcji) (3),
- pomiar składu substancji organicznej (z reguły jest realizowany na etapie (feasibility study))

Wielkości szacowane:

- średnia sprawność wytwarzania ciepła w źródle alternatywnym ciepła oraz sprawność transportu i dystrybucji ciepła

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

- średnia sprawność wytwarzania energii elektrycznej w źródle alternatywnym wraz ze sprawnością przesyłu i dystrybucji,
- sprawność wytwarzania biogazu oraz wskaźniki emisji gazów z naturalnego rozkładu substancji organicznej (analiza składu substancji organicznej, wyniki badań).

W przypadku zastępowania źródła lokalnego można dokonać pomiaru charakterystyki kotła i zastąpić sprawność szacowaną sprawnością rzeczywistą – zmierzoną- kotła. Rozwinięcie tej procedury wymagałoby także prowadzenie pomiaru mocy cieplnej (wydajności) CHP.

W przypadku, gdy ciepło z CHP nie pokrywa w całości zapotrzebowania konieczne jest także mierzenie ilości ciepła kupowanego (lub wytwarzanego we własnym źródle).

Ze względu na obecność wielkości szacowanych ocena może odpowiadać Opcji A IPMVP.

Dla przeprowadzenia oceny efektów ekonomicznych oprócz wyżej wymienionych parametrów należy także mierzyć:

- ilość energii elektrycznej sprzedawanej do sieci (4).
- zmniejszenie poziomu elektrycznej mocy zamówionej (5).

Ponoszone koszty urządzeń pomiarowych:

- koszt licznika ciepła (1) – 500-800 zł
- koszt licznika energii elektrycznej (2) – 300-500zł
- koszt licznika energii elektrycznej (42) – 300-500zł
- koszt licznika gazu (3) – 100-200zł

### **SIŁOWNIA WIATROWA / DUŻE OGNIWA FOTOWOLTAICZNE**

W ocenie siłowni wiatrowej bądź dużych ogniw fotowoltaicznych uwzględnić należy podobnie jak wcześniej dwa aspekty: środowiskowy/ekologiczny związany ze zmniejszeniem emisji oraz ekonomiczny uwzględniający korzyści ze sprzedaży zielonych certyfikatów.

Dla oceny zmiany oddziaływania na środowisko wygodnie jest mierzyć:

- ilość generowanej energii elektrycznej,

Wielkości szacowane:

- średnia sprawność wytworzenia energii w źródle alternatywnym wraz ze sprawnością przesyłu/dystrybucji.

Dla pełnej oceny oddziaływania na środowisko należy także uwzględnić emisję w źródle rezerwowym – w Polsce w węglowym. Wymaga to pomiaru czasu pracy/postoju wiatraka lub ogniw fotowoltaicznych oraz średniej sprawności źródła rezerwowego podczas gorącego postoju. Uwzględnienie emisji CO<sub>2</sub> przez źródło rezerwowe jest bardzo istotne przy porównawczej ocenie różnych typów źródła – elektrownia jądrowa, siłownia wiatrowa, gazowa, układy kogeneracyjne itd. W dotychczasowej praktyce emisja źródła rezerwowego nie obciąża siłowni wiatrowej

Dla oceny korzyści ekonomicznych niezbędne jest dodatkowo mierzenie ilości energii elektrycznej sprzedawanej do sieci.

### **MIKROTURBINY WIATROWE / MAŁE OGNIWA FOTOWOLTAICZNE**

W ocenie siłowni mikroturbin wiatrowych lub małych ogniw fotowoltaicznych należy uwzględnić następujące aspekty: środowiskowy/ekologiczny związany ze zmniejszeniem emisji szkodliwych substancji. Aby ocenić oszczędności związane z oddziaływaniem na środowisko należałoby zmierzyć:

- ilość generowanej energii elektrycznej,

Wielkości szacowane:

## Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii

- średnia sprawność wytworzenia energii elektrycznej w źródle alternatywnym wraz ze sprawnością akumulacji.

Licznik energii elektrycznej należy zainstalować za falownikiem prądu oraz jak najbliżej miejsca jej odbioru. Dla pełnej oceny oddziaływania na środowisko należałoby przyjąć emisję szkodliwych substancji do atmosfery w źródle rezerwowym – w Polsce węglowym. Wymaga to pomiaru czasu pracy/postoju mikroturbiny wiatrowej lub małego ogniwa fotowoltaicznego oraz średniej sprawności źródła rezerwowego podczas gorącego postoju. Uwzględnienie emisji CO<sub>2</sub> przez źródło rezerwowe jest bardzo istotne przy porównawczej ocenie różnych typów źródła – elektrownia jądrowa, siłownia wiatrowa, gazowa, układy kogeneracyjne itd.

Ponoszone koszty urządzeń pomiarowych:

- koszt licznika energii elektrycznej niskiego napięcia – 300-500zł

## 5. Wnioski

W wyniku realizacji pracy badawczej, stwierdzono:

1. Duży zakres realizowanych przedsięwzięć modernizacyjnych w budynkach z zastosowaniem OZE. Dominujące technologie, to wykorzystanie energii słonecznej do przygotowania ciepłej wody użytkowej, instalacje pomp ciepła, wykorzystanie biomasy do produkcji ciepła. Przedsięwzięcia od dużym stopniu innowacyjności rzadko są podejmowane (budynek energooszczędny EuroCenrum), z rozwiniętych technologii OZE szeroko stosowanych na świecie prawie brak przykładów zastosowania fotowoltaiki do produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne lub w celu sprzedaży do sieci oraz przykładów zastosowania mikroturbin wiatrowych. Również brak jest przykładów realizacji projektów, w który energia pozyskiwana jest ze źródeł zintegrowanych z elementami konstrukcji budynku.
2. Analizy ekonomiczne wykazują przy aktualnym poziomie rozwiązań i kosztów urządzeń OZE w relacji do cen energii konieczność subsydiowania tych rozwiązań.
3. Pomimo istnienia wymogów prawnych w zakresie sporządzania analiz techniczno-ekonomicznych dotyczących zastosowania technologii OZE w nowych budynkach oraz powszechnie stosowanych mechanizmów dofinansowania ze środków publicznych wdrażania tego typu technologii, brak jest ujednoczonego podejścia do predykcji oczekiwanych efektów energetycznych i środowiskowych z tytułu zastosowania odnawialnych źródeł energii w budynkach oraz szacowania efektywności ekonomicznej tego typu działań.
4. Brak ujednoczonej metodyki liczenia efektów ekologicznych realizacji przedsięwzięć w szczególności w zakresie wiarygodnego określenia stanu odniesienia.
5. Otrzymane informacje w zdecydowanej większości przypadków nie pozwalały na przeprowadzenie wiarygodnych analiz porównawczych w modelu RETScreen.
6. Brak praktyki w zakresie weryfikacji osiągnięcia deklarowanych wielkości produkcji energii ze źródeł odnawialnych zarówno ze strony inwestorów jak i instytucji finansowych „kupujących” efekty w postaci wyprodukowanej energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych lub znikniętych emisji zanieczyszczeń do atmosfery.
7. W całej populacji analizowanych obiektów nie znaleziono obiektu dla którego możliwa byłaby wiarygodna weryfikacja (z oszacowanym poziomem ufności ) uzyskanych efektów energetycznych.
8. Brak doświadczenia i praktyki w zakresie projektowania układów pomiarowych oraz przygotowania planów pomiarów i weryfikacji efektów realizowanych przedsięwzięć.
9. Dla rozwoju zastosowań odnawialnych źródeł energii w budynkach istnieje konieczność stosowania systemu wsparcia, jednakże zasady udzielania takiego wsparcia powinny być uzależnione od zastosowanej technologii oze, oczekiwanych efektów energetycznych i środowiskowych.

*Badania efektywności energetycznej, ekonomicznej i środowiskowej realizacji przedsięwzięć w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii*

10. Istnieje pilna potrzeba wdrożenia metod predykcji i weryfikacji rzeczywistych efektów energetycznych i środowiskowych realizowanych przedsięwzięć. Propozycję takiej metodyki w oparciu Międzynarodowy Protokół Oceny i Weryfikacji Efektywności opracowany przez Efficiency Valuation Organisation przedstawiono w raporcie.

## 6. Literatura

Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów  
Dz.U. nr 223, poz. 1459

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego Dz. U. Nr 43, poz. 346.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 201, poz. 1238.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej, Dz. U. Nr 201, poz. 1240.

Dyrektywa 2002/91/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej, z 16 grudnia 2002 r., dotycząca jakości energetycznej budynków, EPBD (the Energy Performance of Buildings Directive).

Dyrektywa 2010/31/UE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej, z dnia 19 maja 2010 r. dotycząca jakości energetycznej budynków, EPBD (the Energy Performance of Buildings Directive).

Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług, Dz. Urz. UE L 114 z 27.04.2006 r.

Międzynarodowy Protokół Pomiarów Eksploatacyjnych i Weryfikacji Tom I „Konceptje i opcje określania oszczędności energii i wody” EVO wrzesień 2010 [www.ipmvp.org](http://www.ipmvp.org)

Międzynarodowy Protokół Pomiarów Eksploatacyjnych i Weryfikacji Tom III „Konceptje i praktyki określania oszczędności energii w zastosowaniach technologii wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych”, EVO Sierpień 2003 [www.ipmvp.org](http://www.ipmvp.org)

„Fundacja EkoFundusz w liczbach” Redakcja Stanisław Sitnicki, Warszawa 2010