

# **PROJEKT KONCEPCYJNY**

## **POMPY CIEPŁA W OBIEKCIE:**

Budynek Szkoły Podstawowej  
w Golczewie, Golczewo, ul. Szkolna 2

### **Adres inwestycji:**

Gmina Golczewo  
ul. Szkolna 2  
woj. zachodniopomorskie

### **Inwestor:**

Gmina Golczewo  
ul. Zwycięstwa 23  
72-410 Golczewo

## **SPIS TREŚCI:**

- 1. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU**
- 2. INFORMACJE OGÓLNE**
- 3. KOSZTY INSTALACJI-ANALIZA**
- 4. OPIS TECHNICZNY**
- 5. PROPONOWANE ROZWIĄZANIE**
- 6. CZĘŚĆ RYSUNKOWA**
- 7. WNIOSKI.**

## 1. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Obiekt położony jest w gminie Golczewo, przy ulicy Szkolnej 2 działka nr 631/1 i 632/15 obręb 5 Golczewo.

Parametry stanowiące podstawę doboru urządzeń instalacji węzła cieplnego:

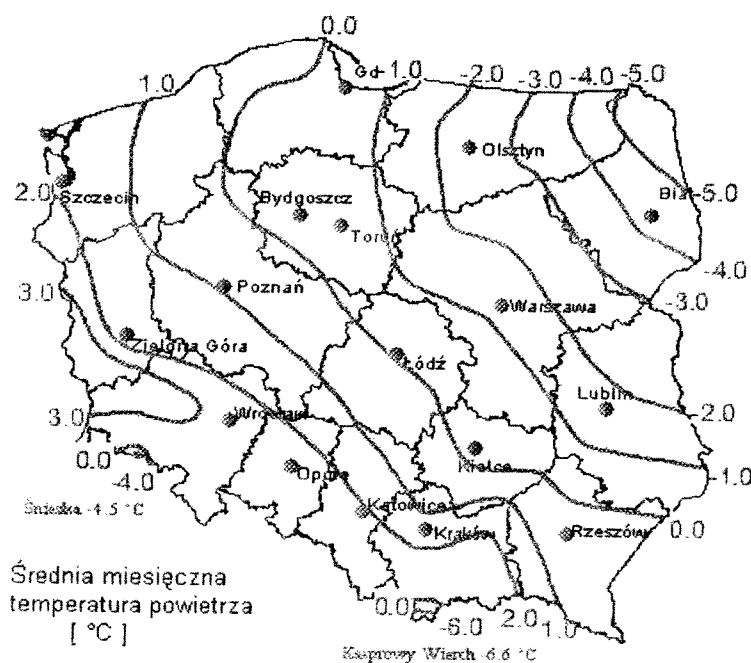
- powierzchnia zabudowy - 108,90 m<sup>2</sup>  
- kubatura - 6921,66 m<sup>3</sup>

## 2. INFORMACJE OGÓLNE

Pompy ciepła wykorzystują niewielkie porcje energii słonecznej zgromadzonej w środowisku i przy pomocy energii elektrycznej zamieniają w użyteczną energię cieplną umożliwiając zarówno ogrzewanie jak i klimatyzowanie pomieszczeń indywidualnych oraz przemysłowych.

Proces ten jest tani i efektywny. Pozwala znacznie zredukować koszty ogrzewania, ponieważ tylko ok 1/3 potrzebnej energii pochodzi z sieci elektrycznej. Pozostałe 2/3 energii to **darmowe ciepło ze środowiska naturalnego**. Na przykład: **do wytworzenia np. 3-5 kWh użytkowej energii cieplnej potrzebujemy zaledwie 1 kWh energii elektrycznej!** COP=3,0 do 5,0. Pompa ciepła jest wysoce efektywnym i sprawnym źródłem ciepła w domu lub firmie.

Powietrze atmosferyczne stanowi znakomite źródło energii dla pompy ciepła. Systemy grzewcze z pompami typu powietrze/woda **nie wymagają pracochłonnych i kosztownych prac ziemnych**. Zakres pracy tych urządzeń w trybie monowalentnym ograniczony jest **do temperatur zewnętrznych  $-20^{\circ}\text{C}$** . Choć wydajność powietrznych pomp ciepła spada wraz ze spadkiem temperatury zewnętrznej to średnia temperatura w sezonie grzewczym (ponad 200 dni) jest dodatnia w zachodnio-północnej Polsce Zachodniopomorskie, a liczba dni z temperaturą dodatnią przekracza 70%



Grzałka elektryczna (której moc zależy od kubatury obiektu, ilości osób) montowana fabrycznie, jest to tzw. back-up heater, przejmuje szczytowe zapotrzebowanie na ciepło, które w zależności od warunków wynosi ok. 5-10%. Pozostała część zapotrzebowania na ciepło pokrywa pompa ciepła. Nominalna moc grzewcza pompy ciepła dobierana jest w tym wypadku na ok. 70-80% zapotrzebowania mocy grzewczej budynku. Podczas najzimniejszych dni (np. poniżej  $-7^{\circ}\text{C}$ ) włącza się wspomaganie systemu grzałką elektryczną. Pozwala to zoptymalizować koszty inwestycyjne i eksploatacyjne systemu pompy ciepła, a dzięki zastosowaniu sprężarki inwerterowej (płynna regulacja wydajności) moc grzewcza pompy jest zawsze dopasowana do aktualnego zapotrzebowania na ciepło budynku. Jest to obecnie najkorzystniejszy sposób regulacji jaki występuje na świecie w zakresie sprężarkowych pomp ciepła. W przypadku niespodziewanej awarii, tak zwymiarowana pompa ciepła zapewni nam bezpieczeństwo nawet przy największych mrozach.

### 3. KOSZTY INSTALACJI – ANALIZA

Mając na względzie całkowity brak kosztów obsługi i napraw w okresie eksploatacji pomp ciepła oraz żywotność sprężarek dochodzącą do 25 lat można powiedzieć, że żadne inne źródło ciepła nie jest w stanie zaoferować dziś i za kilkanaście lat tyle, co pompa ciepła.

Instalacja pomp ciepła w porównaniu do najtańszych tradycyjnych urządzeń produkujących ciepło (kocioł gazowy GZ-50) waha się w granicach 120-150% kosztów inwestycyjnych związanych zakupem i instalacją pompy ciepła. Dla urządzeń olejowych i na gaz płynny wskaźnik ten może być do 30% niższy.

#### Zalety stosowania pomp ciepła:

- wysoki współczynnik efektywności COP,
- najniższe koszty eksploatacyjne (do 50% w porównaniu do gazu GZ50),
- możliwość pracy systemu w drugiej taryfie,
- Niezmiennosc "jakości paliwa (wartości opałowej)" - energia elektryczna,
- Brak wpływu zmian jakości paliwa na spadek współczynnika sprawności instalacji,
- Wolniejszy wzrost cen energii elektrycznej w stosunku do wzrost cen gazu i oleju,
- przyjazne środowisku naturalnemu - brak negatywnego oddziaływania ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ),
- długa żywotność systemu (do 20 lat, brak konieczności modernizacji urządzenia po kilkunastu latach eksploatacji),
- uniezależnienie od dostawców paliw (olej, gaz),
- stabilne parametry energii elektrycznej w przeciwieństwie do częstych zmian jakości gazu i oleju (zmienności wartości opałowej),
- brak konieczności corocznych przeglądów serwisowych (czyszczenia palników, korekcji jego ustawień, itd.),
- brak konieczności instalacji i wymiany (co kilka lat) wkładów kominowych,
- prostota zabudowy,
- dodatkowe korzyści eksploatacyjne: klimatyzacja pomieszczeń w przypadku zastosowania centrali wentylacyjnej lub rekuperacyjnej,
- brak przewymiarowania urządzeń grzewczych dobranych do potrzeb obiektu, nie traci sprawności w okresie eksploatacji
- komfort użytkowy systemów grzewczych niskotemperaturowych.

### Instalacja gazowa - składniki kosztów związanych z zainstalowaniem systemu gazowego:

- kocioł, palnik
- przyłącze gazu lub zbiornik dla gazu płynnego,
- instalacja kominowa,
- instalacja wentylacji,
- dla systemów niskotemperaturowych - układ mieszający,
- zabezpieczenie gorące powrotu (jeśli jest wymagane),
- wymogi serwisowe zabudowy kotłów (odpowiednia wentylacja i materiały wykończeniowe),
- wymogi przepisów przeciwpożarowych (materiały budowlane o odpowiednim stopniu ogniotrwałości,
- warunki Firm Ubezpieczeniowych - przy ubezpieczaniu obiektu z kotłownią olejową.

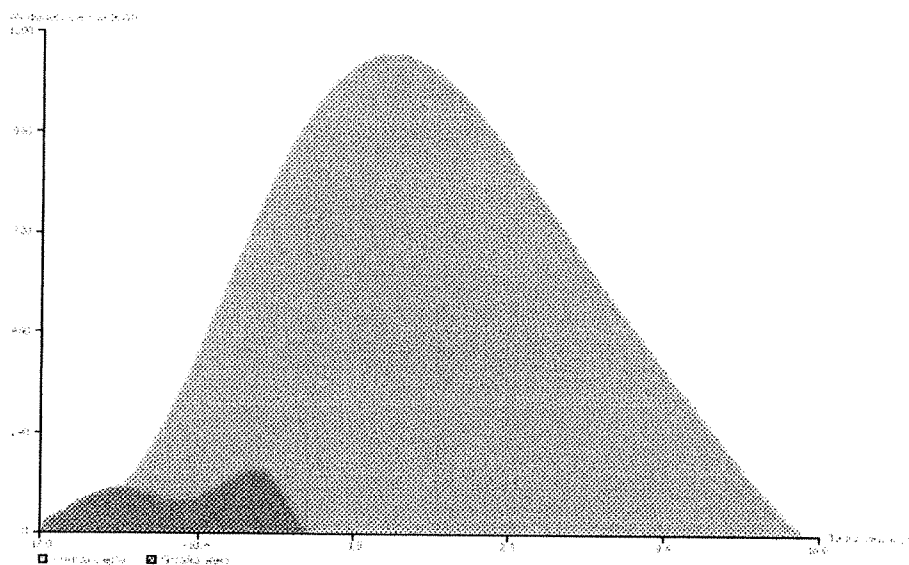
### Instalacja olejowa - składniki kosztów związanych z zainstalowaniem systemu olejowego:

- kocioł, palnik
- zbiorniki olejowe z instalacją hydrauliczną i niezbędnymi zabezpieczeniami,
- instalacja kominowa,
- instalacja wentylacji,
- dla systemów niskotemperaturowych - układ mieszający,
- zabezpieczenie gorące powrotu (jeśli jest wymagane),
- wymogi serwisowe zabudowy kotłów (odpowiednia wentylacja i materiały wykończeniowe),
- wymogi przepisów przeciwpożarowych (materiały budowlane o odpowiednim stopniu ogniotrwałości; pomieszczenie w którym znajduje zbiornik powinno być wykonane z materiałów budowlanych o ogniotrwałości o stopień wyższej niż pozostałe pomieszczenia kotłowni),
- warunki Firm Ubezpieczeniowych - przy ubezpieczaniu obiektu z kotłownią gazową.

Z termodynamicznych podstaw działania pomp ciepła wynika, że ich efektywność energetyczna zależy przede wszystkim od różnicy temperatury między źródłami. Efektywność jest tym większa im niższa będzie temperatura nośnika ciepła podgrzewanego w skraplaczu. Głównym obszarem zastosowania powinny więc być niskotemperaturowe ogrzewania wodne (podłogowe lub z konwektorami wentylatorowymi). *Przykład rozkładu kosztów eksploatacji:*

Porównanie rocznych kosztów ogrzewania i c.w.u. dla pompy ciepła i innych źródeł ciepła							
średnie ceny z sierpnia 2008 r.)							
	Pompa ciepła	Gaz płynny	Gaz ziemny	Olej	Węgiel „kostka”	Biomasa pelety	Ogrzewanie elektryczne
Cena jednostkowa zł brutto	0,42 zł/kWh	2,50 zł/m <sup>3</sup>	1,8 zł/m <sup>3</sup>	3,45 zł/m <sup>3</sup>	600 zł/tona	850 zł/tona	0,42 zł/kWh
Wartość opałowa		8,6 kWh/m <sup>3</sup>	9,7 kWh/m <sup>3</sup>	10 kWh/m <sup>3</sup>	7500 kWh/tona	5400 kWh/tona	
Cena za 1 kWh (sprawność energetyczna)	0,42 zł (COF 3,0)	0,32 zł (85%)	0,19 zł (105%)	0,35 zł (80%)	0,09 zł (60%)	0,16 zł (90%)	0,42 zł (100%)
Roczne zużycie energii [kWh] na ogrzewanie i c.w.u. dla domu 150 m <sup>2</sup> o zapotrzebowaniu energetycznym 17 000 kWh	17000 : 3 = 5666 kWh	17000 : 0,85 = 20000 kWh	17000 : 1,05 = 16190 kWh	17000 : 0,8 = 21250 kWh	17000 : 0,6 = 28333 kWh	17000 : 0,9 = 18888 kWh	17000 kWh
Roczny koszt ogrzewania i c.w.u. [zł]	2380 zł	7800 zł	3080 zł	7440 zł	2550 zł	3020 zł	7140 zł

*Wykres przedstawiający czas pracy wspomagającej grzałki elektrycznej w zależności od temperatury zewnętrznej.*



#### 4. OPIS TECHNICZNY

Pompy ciepła można skonfigurować na trzy sposoby - monoenergetyczny, monowalentny i biwalentny - dla zapewnienia optymalnej równowagi pomiędzy kosztami inwestycji i eksploatacji oraz rozszerzenia rodzajów projektów, w których można wykorzystać system.

Oprócz wspomnianych trzech konfiguracji pompę można też połączyć z alternatywnymi odnawialnymi źródłami energii, np. bateriami słonecznymi do podgrzewania wody.

##### - Pompa ciepła w układzie monoenergetycznym

Pompa ciepła zwymiarowana jest na zapewnienie 90-95% rocznego zapotrzebowania mocy grzewczej, natomiast pozostałe 5-10% dostarcza dodatkowa niewielka grzałka elektryczna. W przypadku niespodziewanej awarii, tak zwymiarowana pompa zapewni nam bezpieczeństwo nawet przy największych mrozach. Dobrym rozwiązaniem jest wybór pompy ciepła, która pokryje ok. 70-80% obciążenia grzewczego w najzimniejsze dni. Monoenergetyczna konfiguracja pompy jest zalecana w większości zastosowań, ponieważ zapewnia ona optymalną równowagę pomiędzy kosztami inwestycji i bieżącej eksploatacji.

##### - Pompa ciepła w układzie monowalentnym

Pompa ciepła zwymiarowana jest do pokrycia 100% zapotrzebowania grzewczego w najzimniejszym dniu roku. Takie rozwiązanie zalecane jest dla domów o bardzo niskim zużyciu energii w klimacie umiarkowanym bez surowych zim. Początkowe koszty inwestycji mogą być wyższe, ale zużycie energii jest najniższe ze wszystkich układów.

## – Pompa ciepła w układzie biwalentnym

Układ biwalentny to połączenie dwóch osobnych źródeł ciepła - pompy ciepła oraz kotła paliwowego. Możliwe są dwa rodzaje układu biwalentnego: połączony szeregowo lub równoległe. Przy połączeniu szeregowym kocioł paliwowy pokrywa tylko szczytowe zapotrzebowanie mocy grzewczej, natomiast przy połączeniu równoległym kocioł zwymiarowany jest do pokrycia pełnego obciążenia grzewczego w najchłodniejszy dzień roku. Konfiguracja równoległa zalecana jest w przypadku, gdy istnieje już system ogrzewania. Dołączenie pompy pozwala wtedy zoptymalizować zużycie energii w całym systemie.

- **Jednostka zewnętrzna**

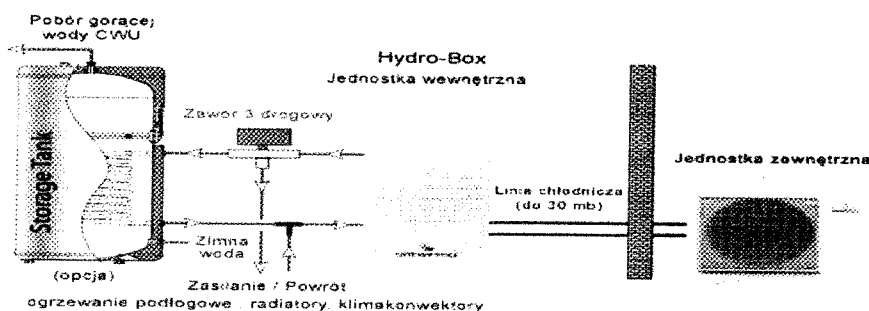
Jednostka zewnętrzna pobiera ciepło z otaczającego ją powietrza, które następnie jest transmitowane poprzez obieg czynnika chłodniczego do znajdującego się wewnątrz hydro-boxu. Dostępne modele o nominalnej wydajności grzewczej: 5,8 kW; 6,8 kW; 8,4 kW; 11,2 kW; 14,0 kW; 16,0 kW.

- **Indoor hydro-box**

zewewnętrzny hydro-box przekazuje ciepło od czynnika chłodniczego do obiegu wodnego instalacji ogrzewania centralnego, instalacji ogrzewania podłogowego i zbiornika ciepłej wody użytkowej. W wersji grzewczo-chłodzącej wewnętrznego hydroboxu chłodzenie jest osiągane poprzez obniżenie temperatury wody w obiegu do 4°C i jej przepływ przez klimakonwektory. System może również zapewnić umiarkowane chłodzenie poprzez ogrzewanie podłogowe lub grzejniki dzięki ograniczeniu najniższej temperatury wody. Podgrzanie ciepłej wody użytkowej jest realizowane poprzez przełączenie systemu z chłodzenia lub ogrzewania na tryb c.w.u..

- **Zbiornik ciepłej wody użytkowej (opcjonalny)**

Specjalnie skonstruowany zbiornik wodny ze stali nierdzewnej lub emaliowany, utrzymujący najwyższy poziom sprawności energetycznej spełnia wymagania odnośnie ciepłej wody użytkowej. Połączenie elektrycznej grzałki wspomagającej w górnej części zbiornika i wymiennika pompy ciepła w dolnej części zapewnia najniższe możliwe zużycie energii i szybko podgrzanie wody. Dodatkowo, wbudowana funkcja podnosi temperaturę wody do 70°C lub wyższej przynajmniej raz w tygodniu w celu zapobiegania możliwości rozwoju bakterii legionella.



## 5. PROPONOWANE ROZWIĄZANIE

### Obliczenia:

- zapotrzebowanie na moc grzewczą pompy ciepła (wspomaganie, jako pierwszy stopień grzania wody przed kotłem istniejącym) przyjęto na poziomie ok. 60-70% (średnio ok. 65%) zapotrzebowania budynku na ciepło  $Q=148 \text{ kW}$

- dobrano pompę ciepła : nominalna moc grzewcza pompy ciepła  **$Q=78,0 \text{ kW}$  szt. 2**

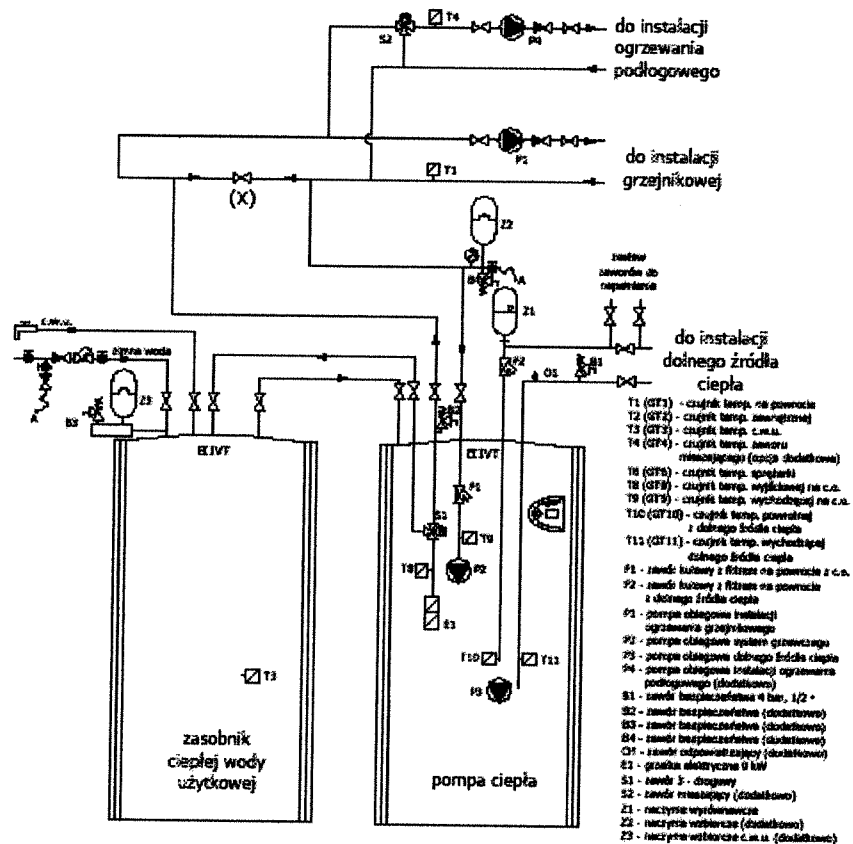
Poniżej przedstawiam uproszczony kosztorys dostawy i montażu pompy ciepła:

Lp.	Opis	J.m	Ilość
1	Pompa ciepła <b>PASC(R)W300SU</b> sprężarka <b>Scroll</b> moc grzewcza <b><math>Q=78,0 \text{ kW}</math></b> , 400V	szt.	2
2	Bufor <b>GALMET</b> , z węzownicą grzałka wspomagająca 9 kW, 400V, poj. 2000 L	szt.	2
3	Rurociągi z zaworami odcinającymi (PP)	m	50
4	Izolacje termiczne rurociągów wodnych	m	50
5	Instalacja sterująca	szt.	2
6	Materiały instalacyjne	kpl.	1
7	Glikol (roztwór 25%)	kg	200
8	Fundament pod pompę ciepła	szt.	2
9	Montaż (robocizna)	godz.	288



## 6. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Schemat instalacji pompy ciepła w układzie ze zbiornikiem c.w.u oraz instalacją grzejnikową i ewentualną instalacją ogrzewania podłogowego.



## 7. WNIOSKI

### Oplacalność pomp ciepła w Polsce

W chwili obecnej brak jest w naszym kraju fachowych, rzetelnych i pogłębionych analiz na temat opłacalności stosowania pomp ciepła do celów grzewczych i klimatyzacyjnych. Wynika to głównie ze słabej ciągle organizacji rynku pomp ciepła i nikłego zainteresowania władz rządowych i samorządowych rozwojem tej technologii. Informacje na temat opłacalności stosowania instalacji PC można znaleźć głównie w materiałach reklamowych producentów i instalatorów pomp ciepła i czasami w prasie fachowej dotyczącej ochrony środowiska oraz budownictwa mieszkaniowego.

### Koszty inwestycyjne instalacji PC

Planując budowę instalacji PC, w kosztach inwestycyjnych należy uwzględnić przede wszystkim:

- koszt wykonania instalacji tzw. „dolnego źródła ciepła;
- koszt zakupu urządzeń (w tym głównie pompy ciepła) i materiałów dla całej instalacji zewnętrznej (gruntowej) i wewnętrznej (grzewczej w budynku);
- koszt montażu i rozruchu instalacji;
- często także koszty termomodernizacji budynku (ocieplenia i modernizacji systemu grzewczego).

### Koszty użytkowania instalacji PC

Na koszty użytkowania składają się głównie: koszty operacyjne (tj. zakup energii elektrycznej niezbędnej do pracy sprężarki i pomp obiegowych) oraz koszty bieżącej obsługi serwisowej.

Dobrze zaprojektowana instalacja wyposażona w wysokiej klasy urządzenia i materiały jest praktycznie bezawaryjna. Stąd też jej bieżąca obsługa jest mało kosztowna i nie wpływa w sposób znaczący na ostateczny koszt produkowanej energii cieplnej.

**Chociaż w przypadku wszystkich systemów grzewczych wzrost rocznych kosztów ogrzewania związany ze wzrostem energochłonności budynku proporcjonalnie będzie podobny (choć nie w sensie wartościowym) to w przypadku instalacji PC będzie miał szczególne znaczenie, bo ich efektywność ekonomiczna jest tym wyższa im niższa jest energochłonność budynku. Jeśli jest ona zbyt wysoka, pompa ciepła może nie wystarczyć do ogrzania budynku i system grzewczy trzeba wspomóc dodatkowym, konwencjonalnym źródłem ciepła, co oczywiście podraża znacznie koszty całego ogrzewania.**

Poniżej (tab. 1) przedstawiono klasy energochłonności budynków stosowane w Polsce przy audytach energetycznych wykonywanych najczęściej dla potrzeb projektów termomodernizacyjnych. Klasyfikacja ta jest ogólnie zgodna ze stosowaną w krajach

Tab. 1. Klasyfikacja energetyczna budynków

Klasa	Budynek mieszkalny	Wskaźnik wkWh/(m <sup>2</sup> *rok)	E
A	niskoenergetyczny	20 do 45	
B	energooszczędny	45 do 80	
C	średnioenergooszczędny	80 do 100	
D	średnioenergochłonny	100 do 150	
E	energochłonny	150 do 250	
F	bardzo energochłonny	ponad 250	

### Podsumowanie

Chcąc właściwie ocenić efektywność ekonomiczną stosowania systemu PC należy pamiętać o następujących, podstawowych zasadach:

- Współczynnik efektywności energetycznej (COP) instalacji grzewczych opartych na pompach ciepła podawany w materiałach reklamowych jest wartością teoretyczną i prawdziwą jedynie w odniesieniu do samego urządzenia pompy ciepła. Rzeczywista efektywność energetyczna całego systemu jest z reguły znacznie niższa i uwarunkowana wieloma czynnikami.
- Koszty inwestycyjne w przypadku instalacji PC są z reguły znacznie wyższe niż w przypadku systemów konwencjonalnych. Bieżące koszty użytkowania są jednak dużo niższe, co sprawia, że wyższe koszty inwestycyjne zwracają się już po kilku latach (średnio 4-6).
- Instalacje PC mogą być efektywne energetycznie i opłacalne ekonomicznie jedynie w budynkach o odpowiedniej energochłonności i odpowiedniej wewnętrznej instalacji grzewczej.

Satysfakcjonującą użytkownika efektywność energetyczną i związaną z nią efektywność ekonomiczną systemu PC można uzyskać pod warunkiem zachowania następującego sposobu postępowania:

- Wykonanie audytu energetycznego budynku w celu określenia jego zapotrzebowania na energię ciepłą, ustalenia klasy energochłonności i zakresu prac termomodernizacyjnych.
- Wykonanie prac termomodernizacyjnych (ocieplenie budynku, modernizacja wewnętrznej instalacji grzewczej) w zakresie niezbędnym dla uzyskania klasy energochłonności budynku gwarantującej, że zastosowana instalacja PC będzie efektywna energetycznie i opłacalna ekonomicznie.
- Zaprojektowanie całego systemu grzewczego opartego na pompie ciepła w sposób optymalny dla potrzeb konkretnego budynku i użytkownika, z zachowaniem wymaganych parametrów grzewczych i wskaźników opłacalności ekonomicznej. Projekt, a następnie montaż instalacji, powinien być powierzony wyspecjalizowanej firmie o dużym i udokumentowanym doświadczeniu w zakresie realizacji tego typu inwestycji.

Dla zapewnienia bezawaryjnej i efektywnej energetycznie pracy systemu grzewczego należy wykonywać okresowe przeglądy techniczne, przynajmniej raz w roku przed sezonem grzewczym.