



# Audyt i certyfikat energetyczny w budownictwie na przykładzie analizy budynku użyteczności publicznej

***Prof. dr hab. inż. Jacek Zimny***

AGH Kraków, Wydział IMiR

***mgr inż. Piotr Michalak***

AGH Kraków, Wydział EAIiE

# Audyt energetyczny - Podstawy prawne

USTAWA z dnia 18 grudnia 1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych wraz z późniejszymi zmianami.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01 2002r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego

**Audyt energetyczny** – wg Ustawy – jest to opracowanie, które określa zakres i parametry techniczne i ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wskazuje rozwiązanie optymalne z punktu widzenia kosztów realizacji przedsięwzięcia i oszczędności energii. Audyt stanowi jednocześnie założenia do projektu budowlanego.





## Usprawnienia termomodernizacyjne rozpatrywane w audycie

- Usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przenikanie,
- Usprawnienia polegające na wymianie okien lub drzwi oraz zmniejszeniu zapotrzebowania ciepła na ogrzanie powietrza w systemie wentylacji.
- Usprawnienia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej.
- Usprawnienia poprawiające sprawność cieplną systemu ogrzewania, a więc są to usprawnienia, które dotyczą sprawności wytwarzania, przesyłania, regulacji i wykorzystania ciepła.

**Z treści Ustawy wynika, że w audycie należy udowodnić, że proponowane przedsięwzięcie spełnia zawarte w ustawie warunki.**

## *Warunek I - dotyczący wielkości uzyskania minimalnego % oszczędności energii w stosunku do stanu istniejącego (art.2)*

10% jeżeli modernizuje się jedynie system grzewczy,

15% jeżeli w latach 1985-2001 przeprowadzono modernizację systemu grzewczego

25% w pozostałych przypadkach.

Efektem powinno być zmniejszenie rocznych strat energii pierwotnej o co najmniej 25%, a w przypadku likwidacji lokalnego źródła i przyłączenia budynku do scentralizowanego źródła (do sieci miejskiej) koszty zakupu ciepła powinny być zmniejszone co najmniej 20% w stosunku rocznym.

Szczególnym przypadkiem przewidzianym w ustawie jest zamiana konwencjonalnego źródła energii na źródło niekonwencjonalne (energia słoneczna, geotermalna, wodna, wiatru, biomasy itp.). W tych przypadkach samo wprowadzenie niekonwencjonalnego źródła energii wystarcza do uznania go za przedsięwzięcie termomodernizacyjne, które może być wspierane w trybie Ustawy, niezależnie od ilościowych efektów oszczędnościowych.

## *Warunek II – dotyczący zakresu kredytowania (art. 4.1).*

Kredyt przewidziany na realizację przedsięwzięcia nie może przekraczać 80% kosztów modernizacji, czyli inwestor musi mieć własne środki w wysokości co najmniej 20% kosztów, a okres spłaty kredytu nie może przekraczać 10 lat.

## *Warunek III – dotyczący relacji pomiędzy wielkością oszczędności, a wielkością rat spłaty kredytu i odsetek (art.4.2).*

Miesięczna rata kapitałowa wraz z odsetkami obliczona dla 10-letniego okresu kredytowania nie może być większa od 1/12 kwoty rocznych oszczędności uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia.

## *Warunek IV – dotyczący realizacji usprawnień najbardziej efektywnych (optymalnych) z pośród możliwych rozwiązań.*

Niedopuszczalna jest więc realizacja usprawnień mniej efektywnych, o ile nie są realizowane bardziej efektywne.



## Wymagania dotyczące formy i zakresu audytu

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury określa następujące ogólne wymagania dotyczące formy audytu:

- Opracowanie w języku polskim,
- Forma pisemna z zastosowaniem oznaczeń graficznych i literowych określonych w Polskich Normach,
- Trwała, kolejna numeracja wszystkich stron poszczególnych części audytu i załączników,
- Oprawienie w okładkę formatu A-4 w sposób uniemożliwiający zdekompletowanie.

## Audyt powinien składać się z następujących części

- 1) Strona tytułowa
- 2) Karta audytu
- 3) Wykaz dokumentów i danych źródłowych
- 4) Inwentaryzacja techniczno-budowlana
- 5) Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termo modernizacyjnych
- 6) Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych, wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.
- 7) Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z odpowiednimi kosztorysami .
- 8) Opis techniczny i niezbędne szkice optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.



# Świadectwo energetyczne

**DYREKTYWA 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków**

Dokument przygotowywany przez specjalistę, niezależnego eksperta - *licencjonowanego audytora energetycznego (wg projektu przepisów)* - ważny 10 lat.

Świadectwo energetyczne sporządzane jest w oparciu o ocenę energetyczną, polegającą na określeniu zintegrowanej charakterystyki energetycznej na podstawie której następuje przyporządkowanie budynkowi odpowiedniej klasy energetycznej.



## Cele:

- Modernizacja i wznoszenie budynków o wyższym standardzie użytkowym,
- Niższe koszty eksploatacji budynków,
- Przedłużenie trwałości budynków,
- Ochrona środowiska,
- Zwiększony udział odnawialnych źródeł energii.

Obowiązek analizy możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii przy projektach budynków o powierzchni ponad 1000m<sup>2</sup>



## Charakterystyka energetyczna

- Zbiór danych i wskaźników energetycznych budynku dotyczących obliczeniowego zapotrzebowania budynku na energię zużywaną na potrzeby c.o., c.w.u., wentylacji i klimatyzacji, oświetlenia\*.
- Określenie zintegrowanej charakterystyki energetycznej następuje poprzez odniesienie cech ocenianego budynku do cech budynku referencyjnego (porównawczego), czyli spełniającego aktualne wymagania.

\*budynki użyteczności publicznej



## Wskaźnik WZE i klasa energetyczna budynku

<u>WZE</u>	<u>Klasa</u>
$WZE \leq 0,30$	A1
$0,30 < WZE \leq 0,50$	A2
$0,50 < WZE \leq 0,70$	B1
$0,70 < WZE \leq 0,90$	B2
<b><math>0,90 &lt; WZE \leq 1,10</math></b>	<b>C *)</b>
$1,10 < WZE \leq 2,00$	D
$2,00 < WZE \leq 2,50$	E
$2,50 < WZE \leq 3,00$	F
$3,00 < WZE$	G

\*) budynek referencyjny  $WZE=1$ , klasa C





## Wskaźnik charakterystyki energetycznej WZE

Wskaźnik WZE jest sumą bezwymiarowych wskaźników cząstkowych i obliczany jest według zależności:

$$WZE = N_g \cdot f_g + N_w \cdot f_w + N_o \cdot f_o + N_{ch} \cdot f_{ch}$$

Gdzie:

N – bezwymiarowy wskaźnik charakterystyki energetycznej, odpowiednio dla ogrzewania i wentylacji (g), przygotowania ciepłej wody (w), oświetlenia (o) oraz chłodzenia (ch).

f – bezwymiarowe współczynniki udziału ilości energii dla danej potrzeby energetycznej w całkowitym zużyciu energii w budynku badanym.



## Wskaźnik N charakterystyki energetycznej:

$$N_g = W \cdot E_g / W_{ref} \cdot E_{gref}$$

$E_g$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku

$E_{gref}$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku referencyjnego



## Współczynniki $f$ charakterystyki energetycznej:

$$f_g = (w \cdot E_g) / Q$$

$$f_w = (w \cdot E_w) / Q$$

$$f_o = (w \cdot E_o) / Q$$

$$f_{ch} = (w \cdot E_{ch}) / Q$$

$Q$  – łączne zużycie energii w budynku na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, przygotowania c.w.u. oraz oświetlenia



w - wagi przyporządkowane odpowiednim nośnikom energetycznym.

## Nośnik energii

## Waga w

Energia elektryczna (konwencjonalna)	2,5
Biomasa, biogaz, biopaliwa	0,5
Energia zasobów odnawialnych	0,0
Inne nośniki (gaz, olej)	1,0

Tabela 1. Współczynniki korekcyjne „ $w_i$ ” dla nośników energii

Lp.	Nośnik energii		Współczynnik korekcyjny – $w_i$
1	2		3
1	Paliwa	olej opałowy	1,1
2		gaz ziemny	1,1
3		propan-butan	1,1
4		węgiel kamienny	1,1
5		węgiel brunatny	1,2
6		drewno	0,2
7	Ciepło - kogeneracja	energia nieodnawialna	0,7
8		energia odnawialna	0,0
9	Ciepło scentralizowane z ciepłowni	energia nieodnawialna	1,3
10	Energia elektryczna	energia nieodnawialna	2,7



<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>

Załącznik nr 4

Wzór świadectwa energetycznego budynku. Strona tytułowa.

## ŚWIADECTWO ENERGETYCZNE BUDYNKU

Nr .....

Adres lokala : ..... Kod pocztowy:.....

Imię i Nazwisko/nazwa właściciela budynku  
.....

Wartość charakterystyki energetycznej wymagającej wielkość energii niezbędnej do zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku:

$$* EP = \text{..... kWh/m}^2\text{a}$$

Wartość zintegrowanej oceny zapotrzebowania na energię dostarczaną WZE i klasa budynku	W stanie istniejącym	Możliwa do osiągnięcia
WZE ≤ 0,30		
0,30 < WZE ≤ 0,5		
0,5 < WZE ≤ 0,70		
0,70 < WZE ≤ 0,9		
0,9 < WZE ≤ 1,1		
1,1 < WZE ≤ 2,0		
2,0 < WZE ≤ 2,5		
2,5 < WZE ≤ 3,0		
3,0 < WZE		

WZE ≤ 0,30

0,30 < WZE ≤ 0,5

0,5 < WZE ≤ 0,70

0,70 < WZE ≤ 0,9

0,9 < WZE ≤ 1,1

1,1 < WZE ≤ 2,0

2,0 < WZE ≤ 2,5

2,5 < WZE ≤ 3,0

3,0 < WZE

Budynek referencyjny  
WZE = 1

Uwaga: charakterystyka energetyczna „EP” obliczana dla normalnych warunków eksploatacji budynku

Zgodnie z Dyrektywą UE 2002/91/EC

Imię i nazwisko sporządzającego świadectwo .....

Adres i telefon .....

Nr uprawnień: ..... Podpis .....

Data wystawienia ..... Data ważności świadectwa: .....

[www.preda.pl](http://www.preda.pl)





*Wzór świadectwa energetycznego budynku . Strona 2.*

### CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNO-UŻYTKOWA BUDYNKU

Przeznaczenie budynku :  
Rok oddania do użytkowania:  
Kubatura budynku:  
Liczba kondygnacji:  
Rodzaj konstrukcji budynku:

Rodzaj danych	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza	$A_c$	$m^2$	
Współczynniki przenikania ciepła ścian zewnętrznych i okien	U	$W/(m^2 \cdot K)$	
Współczynniki przenikania ciepła stropodachu, dachu lub stropu pod nieogrzewanym poddaszem	U	$W/(m^2 \cdot K)$	

System ogrzewania:  
System chłodzenia:  
System wentylacji:  
System przygotowania ciepłej wody:  
Rodzaj oświetlenia :

Zdjęcie budynku lub szkic rzutu i przekroju pionowego budynku





**CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU**

Opis danych		Ogrzewanie, wentylację i chłodzenie	Przygotowanie ciepłej wody	Oświetlenie
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Nazwa i jednostka	Roczne zapotrzebowanie energii kWh/m <sup>2</sup>	Zapotrzebowanie energii na przygotowanie 1m <sup>3</sup> ciepłej wody kWh/m <sup>3</sup>	Moc jednostkowa W/m <sup>2</sup>
	Budynek oceniany	Q <sub>H</sub> <sup>oc</sup> Q <sub>L</sub> <sup>oc</sup>	Q <sub>w</sub> <sup>oc</sup>	E <sub>I</sub>
	Wartość referencyjna	Q <sub>H</sub> <sup>ref</sup> Q <sub>L</sub> <sup>ref</sup>	Q <sub>w</sub> <sup>ref</sup>	E <sub>I</sub> <sup>ref</sup>
	Wskaźnik oceny	R <sub>H</sub> <sup>oc</sup> R <sub>L</sub> <sup>oc</sup>	R <sub>w</sub> <sup>oc</sup>	R <sub>L</sub> <sup>oc</sup>
Całkowite roczne zużycie energii (kWh/a) obliczone dla danego budynku		Q <sub>H</sub> <sup>oc</sup>	Q <sub>w</sub> <sup>oc</sup>	E <sub>L</sub>
Udział ilości energii w danej dziedzinie do całkowitego zużycia energii		f <sub>H</sub> <sup>oc</sup>	f <sub>w</sub> <sup>oc</sup>	f <sub>s</sub> <sup>oc</sup>
Rodzaje nośników energii i ich procentowy udział w ilości energii w danej dziedzinie				

Uwaga : kolumna „Oświetlenie” dotyczy tylko budynków użyteczności publicznej

**WSKAŹNIK ZINTEGROWANEJ OCENY CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU**

$$WZE = R_{IH} * f_{IH} + R_w * f_w + R_s * f_s$$

WZE =





## UWAGI

### w sprawie możliwości zmniejszenia zużycia energii

1) Uwagi dotyczące możliwych zmian ograniczających zużycie energii w trakcie w eksploatacji budynku/mieszkania :

2) Uwagi dotyczące możliwych zmian ograniczających zużycie energii związane z korzystaniem z ciepłej wody użytkowej .

3) Inne uwagi osoby sporządzającej świadectwo energetyczne

## INFORMACJE DODATKOWE

- 1) Niniejsze świadectwo energetyczne budynku zostało wydane na podstawie dokonanej oceny energetycznej budynku zgodnie z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia..... w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.(Dz.U. nr ....poz.....)
- 2) Świadectwo traci ważność po upływie terminu podanego na str. 1 oraz w przypadku, o którym mowa w art. 63 ust. 3 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane
- 3) Obliczona w świadectwie charakterystyka energetyczna „EP” wyrażona w [(kWh/m<sup>2</sup>)/rok] jest wartością obliczeniową przedstawiającą szacunkowe zużycie energii dla przyjętego sposobu użytkowania i standardowych warunków klimatycznych i jako taka nie może być podstawą do naliczania opłat za rzeczywiste zużycie energii w budynku.
- 4) Ustalona w świadectwie klasa energetyczna budynku wyraża porównanie jego oceny energetycznej z oceną energetyczną budynku referencyjnego.
- 5) Wyższą klasę energetyczną budynku można uzyskać przez poprawienie jego cech technicznych wykonując modernizację .

# Odnawialne źródła energii w zastosowaniach praktycznych

Koncepcja i projekt:  
Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych AGH



Zespół Szkół w Gródku nad Dunajcem

<b>Kubatura :</b>	<b>8500 m<sup>3</sup></b>
<b>Powierzchnia użytkowa:</b>	<b>2426 m<sup>2</sup></b>
<b>Liczba kondygnacji:</b>	<b>4</b>
<b>Liczba pomieszczeń:</b>	<b>90</b>
<b>Liczba uczniów</b>	<b>250</b>

## Charakterystyka stanu istniejącego

Przegrody mają niezadowalające współczynniki U (nie spełniają obowiązujących norm)

- ściany zewnętrzne 0,49-0,66 [W/m<sup>2</sup>K]
- dach 0,71 [W/m<sup>2</sup>K]
- strop nad poddaszem 1,87 [W/m<sup>2</sup>K]
- Strop nad piwnicą 0,51-0,80 [W/m<sup>2</sup>K]
- Podłoga na gruncie 0,82 [W/m<sup>2</sup>K]

co powoduje nadmierne straty ciepła.

- Okna

Okna w stanie dobrym, nowe o współczynniku przewodzenia ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Drzwi

Drzwi drewniane o współczynniku przewodzenia ciepła  $U = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$

## Możliwości i sposób poprawy

Należy docieplić przegrody zewnętrzne i wybrane wewnętrzne. Pożądane wartości U nie wyższe niż (z uwagi na niskotemperaturowe źródło ciepła – bez spalania):

- dla ścian zewnętrznych 0,25 [W/m<sup>2</sup>K]
- dla dachu 0,23 [W/m<sup>2</sup>K]
- dla stropu nad poddaszem 0,50 [W/m<sup>2</sup>K]
- dla stropu nad piwnicą 0,50 [W/m<sup>2</sup>K]
- dla podłogi na gruncie 0,40 [W/m<sup>2</sup>K]

- Okna

Bez zmiany

- Drzwi

Bez zmiany, **zastosować zamykanie automatyczne**

## Charakterystyka stanu istniejącego

### Charakterystyka stanu istniejącego

#### Wentylacja

Według projektu – wentylacja grawitacyjna, krotność wymiany normowa. W zimie nadmierny napływ zimnego powietrza. Możliwe wysokie zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

#### Instalacja ciepłej wody użytkowej

Według projektu – zasilanie z lokalnej kotłowni własnej- węglowej

#### Instalacja grzewcza

Według projektu - instalacja c.o – tradycyjna o niskiej sprawności regulacji, wodna, z rozdziałem dolnym, zasilana energią z lokalnej kotłowni węglowej (lub gazowej)

## Możliwości i sposób poprawy

### Możliwości i sposób poprawy

#### Wentylacja

Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła – układ nawiewno – wywiewny przy pomocy jednej centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła

#### Instalacja ciepłej wody użytkowej

Zmiana źródła ciepła – z zasobów odnawialnych sprężarkowa pompa ciepła (SPC) typu woda – woda o mocy grzewczej 106,8 kW i kolektorów słonecznych (10m<sup>2</sup>)

#### Instalacja grzewcza

Nastąpi uzyskanie znacznych oszczędności zużycia ciepła przez zamianę źródeł ciepła (węgiel) na ekologicznie czyste z wykorzystaniem klimakonwektorów, automatycznych zaworów termostatycznych., automatyki pogodowej i zwiększenia sprawności regulacji.

Załącznik 1

# KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

## GYMNAZJUM CENTRALNE W GRODKU N/DUNAJCEM

**Dane identyfikacyjne:**

**Zamawiający / Inwestor:**  
Urząd Gminy w Grodku n/Dunajcem

**Wykonawca:**  
Kancelaria Biurowa i Usługowa Energetycznych  
Prof. dr hab. inż. Jacek Ziarno, inżynier  
KAWZ Nr 0086  
Mgr inż. Tomasz Rator

**Inwentaryzacja budowlana:**  
05.04.2011 - Grodko n/Dunajcem

**Data opracowania:**  
Kwiecień 2011

**Dane o obiekcie:**

**Typ budynku:**  
Budynek dydaktyczno-administracyjny  
2 - kondygnacyjny

**Lokalizacja:**  
Grodko n/Dunajcem

**Rok budowy:**  
W trakcie budowy, kontynuacja od 1997

**Technologia:**  
Tradycyjna, grzałki ceramiczne MAX, cegła ceramiczna, dach łamy blaszki

**Wielkość:**  
Kubatura: 2500 m<sup>3</sup>  
Powierzchnia użytkowa: 2426 m<sup>2</sup>  
Liczba kondygnacji: 2  
Liczba pomieszczeń: 90  
Liczba uczniów: 270

**Stan istniejący budynku:**

Współczynniki przenikania ciepła U (W/m <sup>2</sup> ·K)	
Ściany zewn.:	0,49 - 0,66 →
Strop:	1,87 →
Dach:	0,71 →
Strop wewnętrzny:	0,51 - 0,90 →
Ołosa:	1,2 →
Drzwi:	2,0 →

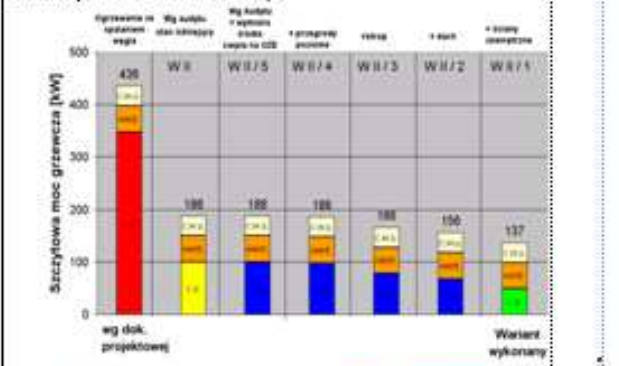
Sprawność systemu grzewczego w budynku:  
 $\eta_{gr}$  = 0,95  
 $\eta_{gr}$  = 0,87  
 $\eta_{gr}$  = 0,95  
 $\eta_{gr}$  = 0,97  
 $\eta_{gr}$  = 0,98

**Wskaźniki energetyczne:**

$Q_{gr}$  = 426 400 (wg dok. proj.)  
 $Q_{gr}$  = 182 400 (wg audytu)  
 $Q_{gr}$  = 22500 kWh/rok 1892,1 GJ/a  
 $E_{gr}$  = 54,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) 195,1 MJ/m<sup>2</sup>·a  
 $E_{gr}$  = 160,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a) 577,4 MJ/m<sup>2</sup>·a  
 $K_{gr}$  = 107 907 zł/rok (głównie węgiel)

**Charakterystyka warunków zewnętrznych termomodernizacyjnej budynku:**

Wykres przedstawia zapotrzebowanie na ciepło (dla c.o., c.w.u i wentylacji) w funkcji określonego wariantu termomodernizacji



Wariant 0 - ogrzewanie węglowe (z o.c.w.u i went. = 426 kWh), bez termomodernizacji  
 W1 - stan istniejący (z o.c.w.u i went. = 182 kWh)  
 W1/5 - zamiana źródła ciepła na CZE, audyt (z o.c.w.u i went. = 182 kWh)  
 W1/4 - wariant 5 + doposażenie podłogi na grzewczo i stropu nad grzewczo (182 kWh)  
 W1/3 - wariant 4 + doposażenie stropu nad podłogami (182 kWh)  
 W1/2 - wariant 3 + doposażenie dachu (182 kWh)  
 W1/1 - wariant 2 + doposażenie ścian zewnętrznych (150 kWh)

**Optymalny wariant termomodernizacyjny budynku - W1/1**

Docieplenie stropu podłogi, ocieplenie dachu, ścian zewnętrznych, podłogi w grzewczo stropu nad grzewczymi (głównie) + kompleksowa modernizacja systemu grzewczego z zastosowaniem grzejnikowej pompy ciepła powietrze.  
 → Zamiana ogrzewania tradycyjnego (głównie węgla) na ogrzewanie indywidualne ekologicznie czyste (bez spalania) - pompa ciepła grzejnikowa (GPC) + kolektory słoneczne + ogrzewanie podłogowe  
 → Inowizacja grzewcza, 60°C/55°, wymuszona, dwunowoczesna, z rozdzielaczem dolnym

**Stan po termomodernizacji:**

Współczynniki przenikania ciepła U (W/m <sup>2</sup> ·K)	
Ściany zewn.:	0,21 - 0,24 →
Strop:	0,54 →
Dach:	0,23 →
Strop wewnętrzny:	0,29-0,51 →
Ołosa:	1,2 →
Drzwi:	2,0 →

Sprawność systemu ogrzewania po modernizacji:  
 $\eta_{gr}$  = 0,95 - montaż zaworów termodynamicznych, monitoring, wizualizacja  
 $\eta_{gr}$  = 0,95 - regulatory ciśnienia, zawory podłogowe, ślipy  
 $\eta_{gr}$  = 1 - hermetyzacja instalacji  
 $\eta_{gr}$  = 0,97  
 $\eta_{gr}$  = 0,98

**Wskaźniki energetyczne:**

$Q_{gr}$  = 127 400  
 $Q_{gr}$  = 242 111 kWh/rok 1907,2 GJ/a  
 $E_{gr}$  = 22,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) 119,5 MJ/m<sup>2</sup>·a  
 $E_{gr}$  = 98,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) 353,6 MJ/m<sup>2</sup>·a  
 $K_{gr}$  = 26 471 zł/a (tylko diesel)

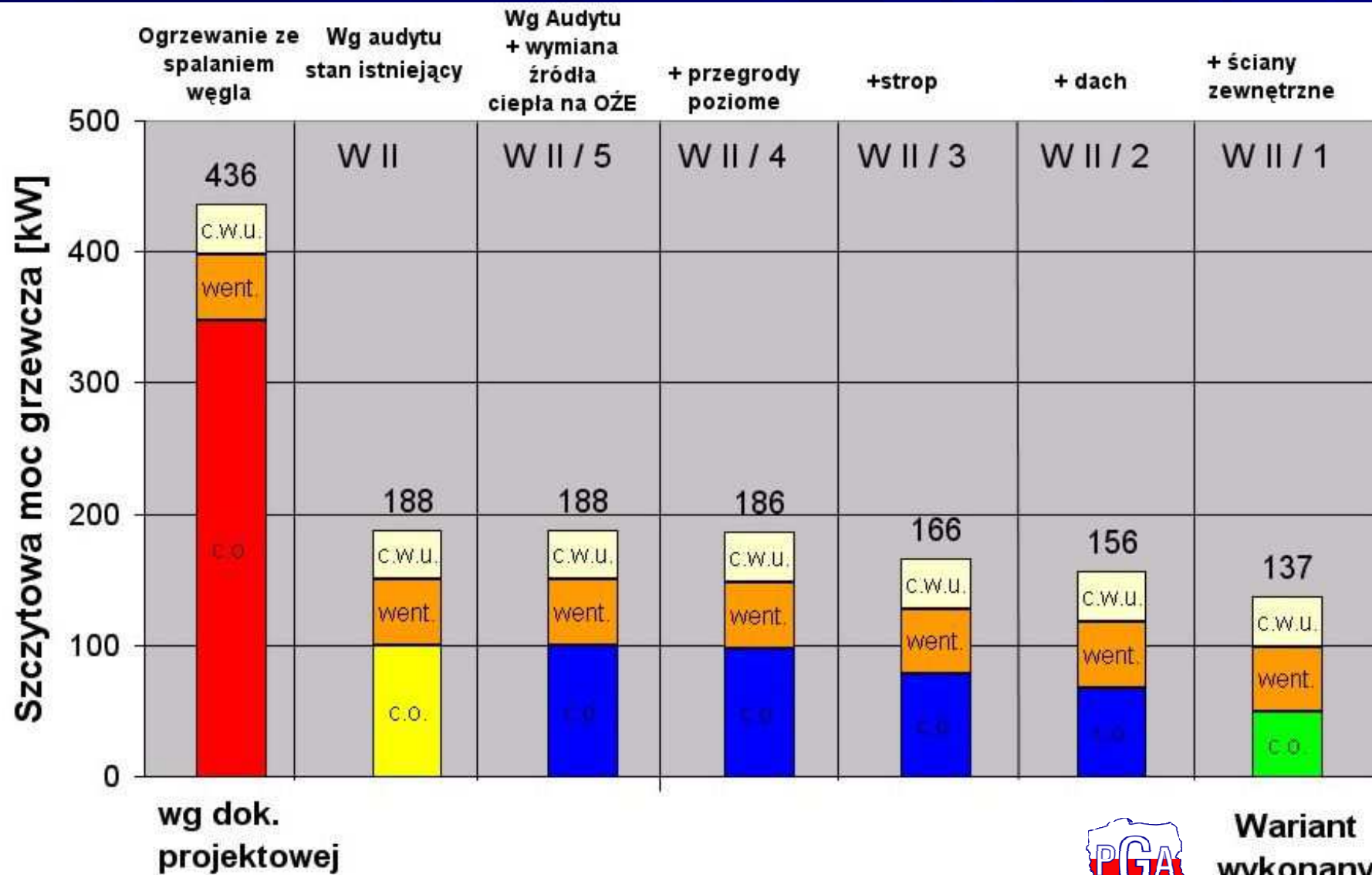
**Skuteczność ogrzewania:**

$Q_{gr}$  = 426 400 kWh  
 $Q_{gr}$  = 61,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a)  
 Skuteczność energii = 75 %  
 Skuteczność mocy = 89 %  
 Skuteczność kosztów = 81 436 zł  
 Skuteczność kosztów = 75 %

**Wskaźniki ekonomiczne:**

SPBT = 6 lat







- Wariant: 0 – ogrzewanie węglowe (c.o+c.w.u.+went.=436 kW), bez termomodernizacji
- WII – stan istniejący (c.o+c.w.u.+went.=188 kW),
- WII /5 – zamiana źródła ciepła na OZE, audyt (c.o+c.w.u.+went.=188 kW),
- WII /4 – wariant 5 + docieplenie podłogi na gruncie i stropu nad piwnicą, (148+38 kW),
- WII /3 – wariant 4 + docieplenie stropu nad poddaszem (128kW+38kW)
- WII /2 – wariant 3 + docieplenie dachu (118kW+38kW)
- WII /1 – wariant 2 + docieplenie ścian zewnętrznych (99kW +38kW)



<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>

■ **Wskaźniki energetyczne – stan istniejący**

■  $q_{\text{Moc CO} + \text{CWU}} = 436 \text{ kW}$  (wg. dok. proj.)

■  $q_{\text{Moc CO} + \text{CWU}} = 188 \text{ kW}$  (wg. audytu)

■  $Q_{\text{CO}} = 419\,110 \text{ kWh/rok} \quad 1508,8 \text{ GJ/a}$

■  $Q_{\text{CO} + \text{CWU}} = 525\,500 \text{ kWh/rok} \quad 1892,1 \text{ GJ/a}$

■  $E_V = 54,2 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a}) \quad 195,1 \text{ MJ}/\text{m}^3 \text{a}$

■  $E_A = 160,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \quad 577,4 \text{ MJ}/\text{m}^2 \text{a}$

■  $K = 107\,907 \text{ zł/rok}$  (spalanie węgla)

■ **Wskaźniki energetyczne – stan po modernizacji**

■  $q_{\text{Moc CO} + \text{CWU}} = 137 \text{ kW}$

■  $Q_{\text{CO}} = 256\,640 \text{ kWh/rok} \quad 923,9 \text{ GJ/a}$

■  $Q_{\text{CO} + \text{CWU}} = 363\,111 \text{ kWh/rok} \quad 1307,2 \text{ GJ/a}$

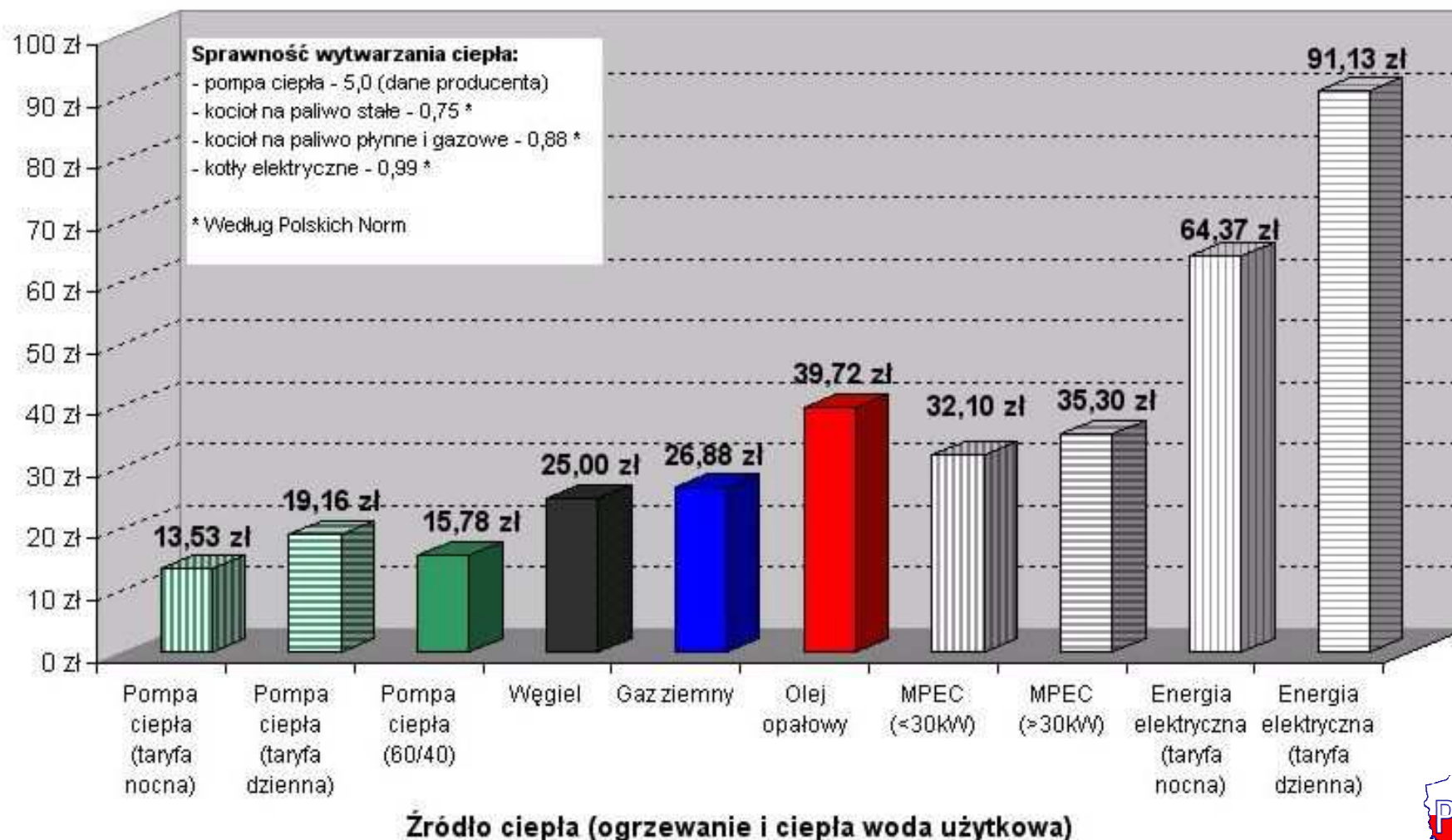
■  $E_V = 33,2 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a}) \quad 119,5 \text{ MJ}/\text{m}^3 \text{a}$

■  $E_A = 98,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \quad 353,6 \text{ MJ}/\text{m}^2 \text{a}$

■  $K = 26\,471 \text{ zł/a}$  (taryfa dzień/noc)



### Koszt 1GJ wytworzenia 1GJ energii cieplnej z różnych źródeł, z uwzględnieniem sprawności źródła - Gimnazjum Centralne w Gródku nad Dunajcem





# System grzewczy

- Pompa ciepła
- System solarny
- Kocioł gazowy



<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>





AKADEMIA GÓRNICZO HUTNICZA  
KATEDRA MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH



<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>





<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>

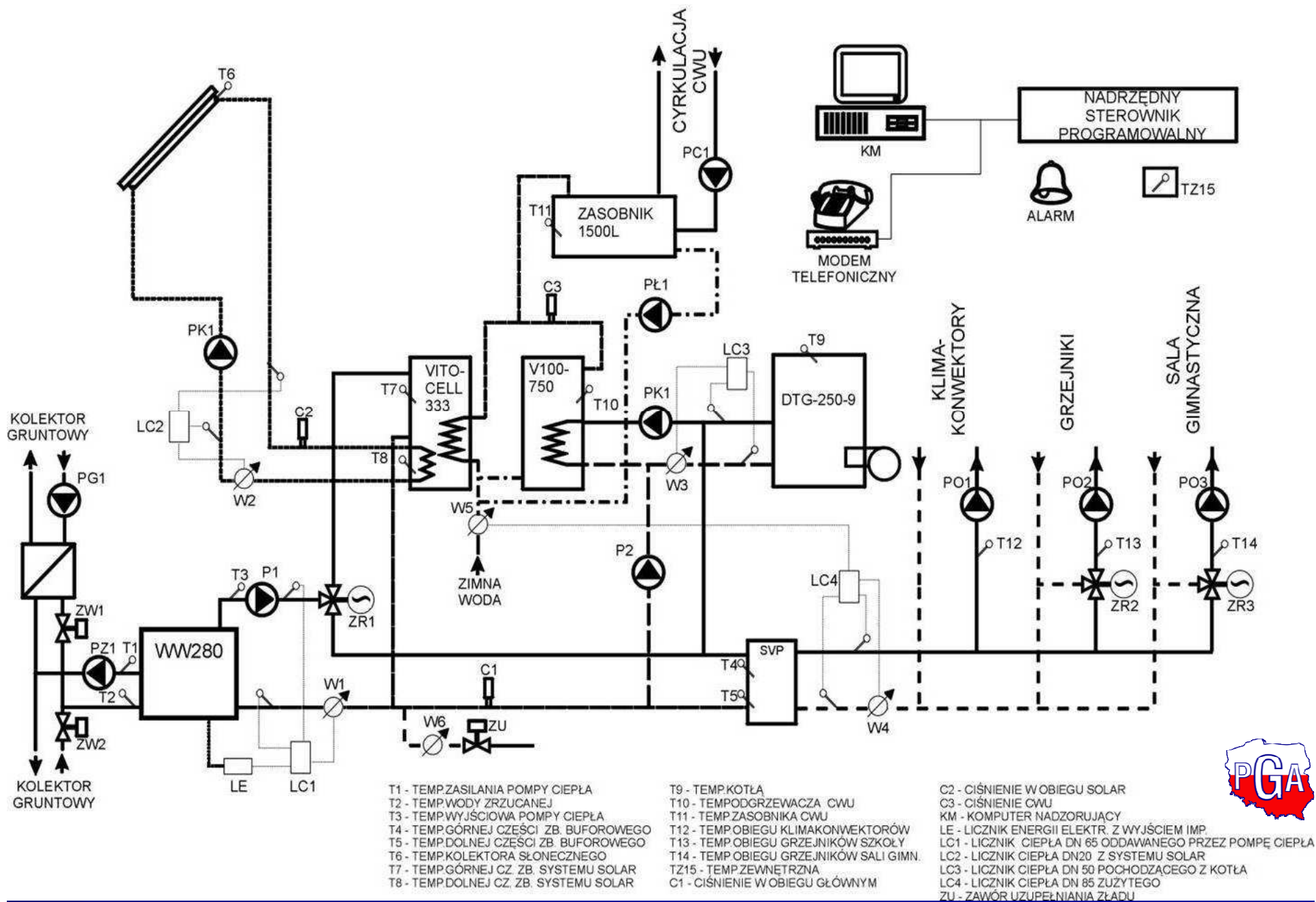




<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>



# SCHEMAT ROZMIESZCZENIA ELEMENTÓW POMIAROWO-STERUJĄCYCH DLA WĘZŁA CIEPLNEGO W GIMNAZJUM W GRÓDKU NAD DUNAJCEM





<http://kmiue.imir.agh.edu.pl/>





Przegrody	Przed modernizacją	Budynek referencyjny	Po modernizacji
Rodzaj przegrody	U [W/m <sup>2</sup> K]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Ściany zewnętrzne podłużne i szczytowe	0,65	0,55	0,22
Strop nad ostatnią kondygnacją	1,85	0,50	0,52
Podłoga na gruncie	0,81	0,67	0,40
Okna	1,30	2,30	1,30
Drzwi zewnętrzne	2,00	2,60	2,00



<b>Instalacja c.o.</b>	<b>Przed modernizacją</b>	<b>Budynek referencyjny</b>	<b>Po modernizacji</b>
Źródło ciepła	Kotłownia węglowa	Kocioł gazowy	Pompa ciepła + kocioł gaz.
Sprawność wytwarzania	0,50	0,95	4,00 / 0,85
Przesył ciepła	0,95	0,95	1,00
Regulacja	0,87	0,97	0,95
Wykorzystanie	0,90	0,95	0,95



Instalacja c.w.u.	Przed modernizacją	Budynek referencyjny	Po modernizacji
Źródło ciepła	Kocioł węglowy	Kocioł gazowy	Kocioł gaz.+ kolektory słon.
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,57	0,92	0,85
Sprawność przesyłania c.w.u.	0,95	0,70	0,95
Temperatura wody zimnej [°C]	10	10	10
Temperatura wody ciepłej [°C]	60	60	60



<b>Instalacja oświetleniowa</b>	<b>Przed modernizacją</b>	<b>Budynek referencyjny</b>	<b>Po modernizacji</b>
Moc lamp podstawowych [W]	18080	22054	18080
Moc lamp awaryjnych [W]	240	240	240



Ocena energetyczna budynku	Przed modernizacją	Budynek referencyjny	Po modernizacji
Wskaźnik charakterystyki WZE	2,04	1,00	0,54
Klasa energetyczna budynku	E	C	B1



## ŚWIADECTWO ENERGETYCZNE BUDYNKU

Strona 1

Rodzaj budynku

szkoła

Adres

Gródek nad Dunajcem

Kod pocztowy

33-380

Właściciel

UG w Gródku nad Dunajcem

Wartość zintegrowanego wskaźnika charakterystyki energetycznej budynku

**WZE = 0,54**

Klasa energetyczna budynku: **B1**

KLASA	WZE
<b>A1</b>	$\leq 0,30$
<b>A2</b>	$0,30 < WZE \leq 0,50$
<b>B1</b>	$0,50 < WZE \leq 0,70$
<b>B2</b>	$0,70 < WZE \leq 0,90$
<b>C</b>	$0,90 < WZE \leq 1,10$
<b>D</b>	$1,10 < WZE \leq 2,00$
<b>E</b>	$2,00 < WZE \leq 2,50$
<b>F</b>	$2,50 < WZE \leq 3,00$
<b>G</b>	$WZE > 3,00$

Dziękuję za uwagę

