

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 18.12.1998, znowelizowanej 21.06.2001**

**dla budynku :**

### **Dom Studencki "ESKULAP" w Poznaniu**

Adres budynku	ulica: Przybyszewskiego 39 miejscowość : Poznań kod: 60-356 powiat: Poznań województwo: Wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Józef Zieleziński tytuł zawodowy: Inżynier uprawnienia : NAPE NR 197 nr opracowania 052/2005

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Dom Studencki "ESKULAP" w Poznaniu		1.2. Rok budowy
			1974
1.3. Właściciel lub zarządca  (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Akademia Medyczna im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu ul. Fredry 10 61-701 Poznań tel. 0 61 854 60 20	1.4. Adres budynku	ul. Przybyszewskiego 39 60-356 Poznań powiat Poznań woj. Wielkopolskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt  Audytor Energetyczny Józef Zieleziński REGON: 634458024 60-461 Poznań ul. Arystofanesa 85			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis  Audytor Energetyczny Józef Zieleziński PESEL : 48021605291 60-461 Poznań ul. Arystofanesa 85 Uprawnienia NAPE NR 197			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1	mgr inż.. Arkadiusz Chatłas	obliczenia cieplne	upr. budow. UAN. 7342-68/94 UAN-7342/5/96
2			
3			
5. Miejscowość	Poznań	Data wykonania opracowania	15/11/2005
6. Spis treści  1. Strona tytułową 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis wariantu optymalnego 9. Załączniki			

2. Karta audytu energetycznego budynku *)				
<b>Dane ogólne</b>				
1.	Konstrukcja/technologia budynku		wielkoblokowa z cegły żerańskiej	
2.	Liczba kondygnacji		15,00	
3.	Kubatura części ogrzewanej	m <sup>3</sup>	34292,00	
4.	Powierzchnia budynku netto	m <sup>2</sup>	13443,40	
5.	Powierzchnia ogrzewana	m <sup>2</sup>	13443,40	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m <sup>2</sup>	847,7	
7.	Liczba mieszkań		224	
8.	Liczba osób użytkujących budynek		800,00	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody		centralnie w węźle cieplnym	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku		węzeł ciepła	
11.	Współczynnik kształtu A/V	1/m	0,256	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		-	
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane</b>			Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne ( średnio )	W/m <sup>2</sup> K	1,143	0,242
2.	Stropodach wentylowany	W/m <sup>2</sup> K	0,637	0,219
3.	Okna ( średnio )	W/m <sup>2</sup> K	1,662	1,500
4.	Drzwi zewnętrzne	W/m <sup>2</sup> K	3,000	2,500
5.	Ściany zewnętrzne przy gruncie	W/m <sup>2</sup> K	0,924	0,924
6.	Podłoga na gruncie ( średnio )	W/m <sup>2</sup> K	0,498	0,498
<b>3. Sprawności składowe systemu ogrzewania</b>				
1.	Sprawność wytwarzania	$\eta_w$	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	$\eta_p$	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji	$\eta_r$	0,81	0,75
4.	Sprawność wykorzystania	$\eta_e$	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	$w_t$	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	1,00	1,00
<b>4. Charakterystyka systemu wentylacji</b>				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)		naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	m <sup>3</sup> /h	26 580	25 725
4.	Liczba wymian	1/h	0,775	0,750

5. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	kW	429,379	230,78	
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	kW	560,4	336,2	
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	GJ/a	3 407,80	2 112,50	
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	GJ/a	5 210,70	3 451,80	
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu	GJ/a	4 415,0	2649,0	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/a	brak	-	
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m <sup>3</sup> /a)	27,60	17,11	
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m <sup>3</sup> /a)	42,21	27,96	
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m <sup>2</sup> /a)	107,67	71,32	
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **)	zł	29,29	29,29	
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***)	zł	8108,96	8108,96	
3.	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej	zł	0,00	0,00	
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc***)	zł	0,00	0,00	
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie	zł	0,00	0,00	
6.	Inne - opłata abonamentowa	zł	0,00	0,00	
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana suma kredytu	zł	1 345 813	Miesięczna rata kredytu wraz z odsetkami	zł	13 673
Oprocentowanie kredytu	%	8,2%	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię	%	36,59%
Okres kredytowania	lata	10	Roczna oszczędność kosztów energii	zł./rok	144 259
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>					

**3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora**

**3.1. Dokumentacja projektowa:**

Projekty techniczne budynku ;

- Projekt architektoniczny budynku : BPBO "Miastoprojekt Poznań"
- Inwentaryzacja budynku

**3.2. Inne dokumenty**

Umowa z Inwestorem

Zestawienie danych eksploatacyjnych budynku

**3.3. Osoby udzielające informacji**

- inż. Marian Malinowski
- 
- 

**3.4. Data wizji lokalnej**

25/10/2005

10/11/2005

**3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)**

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności proponowanych usprawnień termomodernizacyjnych

**3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy

600 000,00 zł

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

## 4a. Ogólne dane o budynku

Własność		prywatna		spółdzielcza		komunalna	X	jednostki budżetowe		
Przeznaczenie budynku			mieszkalny		mieszkaniowo-usługowy			biurowy	X	inny
Adres : ulica		Przybyszewskiego			numer domu		39			
Kod pocztowy		60-356			miejsowość		Poznań			
Gmina	Poznań	Powiat	Poznań		województwo		Wielkopolskie			
Budynek		wolnostojący		X		segment w zabudowie szeregowej				
		bliźniak				blok mieszkalny, wielorodzinny				
		Przeznaczenie budynku			Dom Studencki "ESKULAP" w Poznaniu					

<b>Rok budowy</b>	1974	<b>Rok zasiedlenia</b>	1975
-------------------	------	------------------------	------

Technologia budynku	X	UW-2Ż-cegła żerańska		PBU-62		"Szczecin"		monolit
		RWB		UW 2-J		W-70		szkieletowa
		BSK		WUF-62		Wk-70		ramowa
		RBM-73		WUF-T		SBM-75		tradycyjna
		RWP-75		OWT-67		ZSBO		WP - "Rataje"
		PBU-59		OWT-75		"Stolica"		inna, jaka:
UWAGI :								

1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup>	m <sup>2</sup>	903,80	11	Liczba klatek schodowych	-	3,00
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup>	m <sup>3</sup>	34 292,00	12	Liczba kondygnacji	-	15,00
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	m <sup>3</sup>	34 292,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle	m	2,55
4	Powierzchnia użytkowa <sup>1)</sup>	m <sup>2</sup>	13 443,40	14	Liczba użytkowników	-	800
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schodowych	m <sup>2</sup>	3 233	15	Liczba mieszkań	-	224
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	m <sup>2</sup>	-	16	w tym : o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	-	208
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <sup>3)</sup>	m <sup>2</sup>	847,70	17	o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	-	13
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych <sup>3)</sup>	m <sup>2</sup>	0	18	o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	-	3
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8]	m <sup>2</sup>	13 443	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-	0
10	Budynek podpiwniczony	-	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-	0

<sup>1)</sup> wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

<sup>2)</sup> wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

<sup>3)</sup> podać przeznaczenie pomieszczeń

#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 14 kondygnacjach nadziemnych całkowicie podpiwniczony, zbudowany w technologii wieloblokowej z prefabrykowanych elementów betonowych, wielowarstwowych (cegła żerańska), ze ścianami o grubości od 24 cm do 44 cm otynkowanymi i stropami z płyt prefabrykowanych wielokanałowych lub DZ-3

Ściany piwnic z betonu komórkowego, jednostronnie otynkowane - razem o grubości 30 cm.

Dach - stropodach wentylowany z prefabrykowanych płyt panwiowych opartych na prefabrykowanych ściankach kolankowych. Strop kanałowy oraz DZ-3. Dach zaizolowany termicznie 6,00 cm warstwą wełny mineralnej.

Okna w hall wejściowym oraz na klatkach schodowych są drewniane lub w ramach stalowych, zespolone, podwójnie szklone, częściowo zużyte, o niskiej szczelności. Okna w pomieszczeniach mieszkalnych wymieniono na nowe, szczelne wykonane z PCV

Średnią wartość współczynnika przenikania ciepła okien ocenia się na :  $U = 1,662 \text{ W/m}^2\text{K}$

Część okien została wymieniona wcześniej w ramach doraźnych prac remontowych obiektu. Inwestor wymienił do tej pory 1844,7 m<sup>2</sup> okien co stanowi 85,30% całego przeszklenia. Do wymiany pozostało jeszcze 317,9 m<sup>2</sup> okien co stanowi z kolei 14,70% stolarki okiennej. W opracowaniu rozpatruje się wymianę niewymienionej jeszcze części stolarki okiennej.

Drzwi wejściowe, zewnętrzne są drewniane lub stalowe, częściowo zużyte, o niskiej szczelności. Pożądana jest wymiana drzwi na nowe, szczelne wykonane z PCV lub aluminium

Średnią wartość współczynnika przenikania ciepła drzwi zewnętrznych ocenia się na :  $U = 3,000 \text{ W/m}^2\text{K}$

Podłogę stanowi 15 cm warstwa betonu ułożona na posypce żwirowej. Wykończenie posadzek na korytarzach, hallach i na klatkach schodowych stanowią płytki ceramiczne lub lastriko. W pozostałych pomieszczeniach podłogi wykończone są parkietem, deskami lub wykładzinami PCV.

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Powierzchnia		$U_K$	Powierzchnia okien	$U_{okna}$	Powierzchnia drzwi	$U_{drzwi}$
		całkowita	do obliczeń strat ciepła					
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>					
1	Ściany zewnętrzne (średnio)	4964,58	4546,70	1,143				
2	Stropodach wentylowany	787,00	802,50	0,637				
3	Okna (średnio)				2162,60	1,662		
4	Drzwi zewnętrzne						39,70	3,000
5	Ściany zewnętrzne przy gruncie	342,47	329,30	0,924				
6	Podłoga na gruncie (średnio)	847,70	847,70	0,498				
7								
8								
9								

**4.d. Charakterystyka energetyczna budynku**

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	429,379
	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.	$q_{moc}$ [kW]	560,4
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	0,000
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	3 407,80
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	27,60
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ]	5 210,70
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	8108,96
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	29,29
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

**4e. Charakterystyka systemu ogrzewania**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z węzła ciepłaj, dwufunkcyjnego zlokalizowanego w budynku szkoły. Instalacja z rozdziałem dolnym.	
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C	
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Stan dobry.	
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe	
5.	Oslonięcie grzejników	nie	
6.	Zawory termostatyczne	nie	
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p = 0,95$ $\eta_r = 0,90$ $\eta_w = 0,81$ $\eta_e = 0,95$	$\eta_{co} = 0,90$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24	
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	nie	
UWAGA :		Ze względu na wytyczne Inwestora nie rozpatrywane jest usprawnienie ani instalacji centralnego ogrzewania ani węzła ciepła.	



**4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym		
1.	Rodzaj instalacji	Centralna instalacja c.w.u. łącznie z instalacją cyrkulacyjną		
2.	Piony i ich izolacja	Piony prowadzone w szachtach , zaizolowane		
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak		
4.	Zużycie ciepłej wody określone wg. pomiaru	m <sup>3</sup> /m-c	brak danych	-

**4.g. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	26 580

**4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku**

Kotłownia gazowa :	Ze względu na wytyczne Inwestora nie rozpatrywane jest usprawnienie ani instalacji centralnego ogrzewania ani węzła ciepła.
--------------------	---

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Stolarka okienna jest w dobrym stanie, wymieniona na nową. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

### 5.2. System grzewczy

Instalacja wewnętrzna oraz źródło ciepła w zadowalającym stanie. Na życzenie Inwestora nie rozpatrywano usprawnienia systemu grzewczego.

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja w dobrym stanie technicznym ale z uwagi na wysokie koszty eksploatacji rozpatruje się możliwość wykorzystania kolektorów słonecznych do produkcji c.w.u.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b>Przegrody zewnętrzne</b>  <b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [W/m <sup>2</sup> K] - Ściany zewnętrzne $U = 1,14$ - Stropodach wentylowany $U = 0,64$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne '- dla ścian $R \geq 4$ '- dla stropodachu $R \geq 4,5$ '- dla stropu nad piwnicą $R \geq 2$
2	<b>Okna jeszcze nie wymienione</b> są nieszczelne w średnim stanie technicznym o współczynniku przenikania ciepła : $U = 1,662$ W/m <sup>2</sup> /K	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U$ nie większym niż 1,5
3	<b>Wentylacja grawitacyjna</b> - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nieznacznie nadmierny napływ zimnego powietrza co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników w oknach.
4	<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> - cwu przygotowywana zbiorczo w węźle ciepła	Możliwe obniżenie kosztów przygotowania c.w.u. poprzez budowę instalacji przygotowania c.w.u. zasilanej z kolektorów słonecznych.
5	<b>System grzewczy</b> - węzeł ciepła Na życzenie Inwestora nie rozpatrywano usprawnienia systemu grzewczego	Nie zachodzi potrzeba modernizacji systemu grzewczego

**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach wentylowany budynku	Ocieplenie stropodachu - wełna mineralna luzem na strop
3.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien łącznie z wprowadzeniem nawiewników
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na PCV lub aluminium
5	Zmniejszenie kosztów przygotowania c.w.u.	Budowa instalacji przygotowania c.w.u. zasilanej z kolektorów słonecznych.
UWAGI :		Ze względu na wytyczne Inwestora nie rozpatrywane jest usprawnienie ani instalacji centralnego ogrzewania ani węzła ciepła.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego *, **)	-Ocieplenie ścian zewnętrznych
		-Ocieplenie stropodachu wentylowanego
		-Wymiana przeszkleń w hallu głównym oraz na klatkach schodowych.
		-Wymiana drzwi zewnętrznych
II	Podwyższenie sprawności instalacji c.o. **)	Nie przewiduje się.
III	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie cwu	Budowa instalacji przygotowania c.w.u. zasilanej z kolektorów słonecznych.

#### Uwagi:

\* - Ocieplenie ścian zewnętrznych - ze względu na wysokość budynku ocieplenie ścian zewnętrznych powinno być zaprojektowane . Audyt wskazuje tylko parametry cieplne przegrody po dociepleniu.

\*\*Ze względu na wytyczne Inwestora nie rozpatrywane jest usprawnienie ani instalacji centralnego ogrzewania ani węzła ciepła.

## 7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi i raz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		Jednostki	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji
Temperatura wewnętrzna	$t_{wo}$	$^{\circ}\text{C}$	20,0	20,0
Temperatura wewnętrzna pomieszczeń nieogrzewanych	$t_{wopn}$	$^{\circ}\text{C}$	10,0	10,0
Temperatura zewnętrzna	$t_{zo}$	$^{\circ}\text{C}$	-18,0	-18,0
Sd - dla przegród zewnętrznych *)	$S_d^*$	dzień·K·a	3686	3686
Sd - dla pomieszczeń nieogrzewanych **)	$S_d^{**}$	dzień·K·a	1944	1944
Opłata miesięczna stała związana z dystrybucją i przesylem energii	$O_{0m}, O_{1m}$	zł/(MW·mc)	8108,96	8108,96
Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem energii	$O_{0z}, O_{1z}$	zł/GJ	29,29	29,29
Miesięczna opłata abonamentowa	$A_{b0}, A_{b1}$	zł/m-c	0,00	0,00

\* liczbę stopniocdni przyjęto dla Poznania

Dane wyjściowe dla ciepłej wody użytkowej

Opłata miesięczna stała związana z dystrybucją i przesylem energii	$O_{0m}, O_{1m}$	zł/(MW·mc)	8108,96	8108,96
Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem energii	$O_{0z}, O_{1z}$	zł/GJ	29,29	29,29
Miesięczna opłata abonamentowa	$A_{b0}, A_{b1}$	zł/m-c	0,00	0,00



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach wentylowany		
<div>Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat      <b>A</b>      =      802,5 m<sup>2</sup> powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia      <b>A<sub>kosz</sub></b>      =      787,0 m<sup>2</sup></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu metodą wdmuchiwania z użyciem wełny mineralnej luzem o współczynniku przewodności λ=      0,050 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:      poszukiwanie grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5(m^2 \cdot K)/W$						
wariant 2:      o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione jest wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 (m^2 \cdot K)/W$						
wariant 3:      o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		2,80	3,00	3,20
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	1,57	4,37	4,57	4,77
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A/R	GJ/a	162,8	58,5	55,9	53,6
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,019	0,007	0,007	0,006
6	Roczna oszczędność kosztów ΔQ <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		4 223	4 299	4 464
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		96	102	108
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		75 552	80 274	84 996
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔQ <sub>ru</sub>	lata		17,9	18,7	19,0
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,64	0,23	0,22	0,21
11	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub> = 1/U + ΔU	W/m <sup>2</sup> ·K	0,64	0,23	0,22	0,21
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg oferty rynkowej z terenu inwestycji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A <sub>koszt</sub> )						
UWAGA :						
W obszarze ciągów komunikacyjno - technologicznych stropodachu wentylowanego należy ułożyć warstwę styropianu odmiany 30 o grubości 14 cm - co będzie odpowiadało parametrom cieplnym pozostałej części docieplenia						
Wybrany wariant :		2	Koszt :	80 274 zł	SPBT=	18,7 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
<p><b>Dane:</b> powierzchnia drzwi <math>A_{drz} = 39,70 \text{ m}^2</math></p> <p><math>V_{nom} = \Psi = 476 \text{ m}^3/\text{h}</math> <math>V_{obl} = \Psi * C_m</math></p> <p><math>C_w = 1</math></p> <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych istniejących na szczelne, o lepszych współczynnikach U:</p> <p>wariant 1 : drzwi z PCV <math>U = 2,00</math> <math>a = 0,8</math></p> <p>wariant 2: drzwi z aluminium <math>U = 2,50</math> <math>a = 0,8</math></p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi $U =$	W/m <sup>2</sup> K	3,00	2,00	2,50	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $C_r$	-	1,2	1,00	1,00	
	$C_m$	-	1,2	1,00	1,00	
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	37,9	25,3	31,6	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	61,9	51,6	51,6	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	99,8	76,9	83,2	
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0045	0,0030	0,0038	
7	$3,4 * 10^{-7} * C_w * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0074	0,0061	0,0061	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0119	0,0091	0,0099	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		943	681	
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		53 099	60 533	
11	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		0	0	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		56,3	88,9	
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m<sup>2</sup> wg oferty firm z terenu inwestycji. Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana 39,7 m2 drzwi* 1337,5 zł/m<sup>2</sup> = 53 099 zł</p> <p>wariant 2 : wymiana 39,7 m2 drzwi* 1524,8 zł/m<sup>2</sup> = 60 533 zł</p> <p>UWAGA :</p> <p>Z uwagi na większą trwałość i funkcjonalność drzwi aluminiowych przyjęto do dalszych obliczeń ten rodzaj materiału.</p>						
Wybrany wariant :		2	Koszt :	60 533 zł	SPBT=	88,9 lat



7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych		
<div>Dane:           powierzchnia okien           <math>A_{ok} = 317,90 \text{ m}^2</math> <math>V_{nom} = \Psi = 3\,802 \text{ m}^3/\text{h}</math>           <math>V_{obl} = \Psi * C_m</math> <math>C_w = 1</math></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV                                   U= 1,5                                   a= 0,8						
wariant 2: okna drewniane                           U= 1,5                                   a= 0,8						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien    U =	W/m <sup>2</sup> K	2,60	1,5	1,5	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,1	1,00	1,00
		Cm	-	1,1	1,00	1,00
3	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{ok}*U$	GJ/a	263,2	151,9	151,9	
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$	GJ/a	453,2	412,0	412,0	
5	Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub> = (3) + (4)	GJ/a	716,4	563,9	563,9	
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$	MW	0,0314	0,0181	0,0181	
7	$3,4*10^{-7}*c_w*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,054	0,0491	0,0491	
8	q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = (6) + (7)	MW	0,0854	0,0672	0,0672	
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/rok		6 238	6 238	
10	Koszt wymiany okien    N <sub>ok</sub>	zł		213 616	230 160	
11	Koszt modernizacji wentylacji N <sub>w</sub>	zł		4 080	4 080	
12	SPBT = (N <sub>ok</sub> +N <sub>w</sub> )/ΔO <sub>ru</sub>	lata		34,9	37,6	
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m <sup>2</sup> wg oferty firm z terenu inwestycji. Koszt modernizacji:						
wariant 1: wymiana                                   317,9   m2 okien*    672   zł/m <sup>2</sup> =           213 616 zł						
wariant 2 : wymiana                                   317,9   m2 okien*    724   zł/m <sup>2</sup> =           230 160 zł						
montaż nawiewników                               34       szt.   *           120 zł/szt. =           4 080 zł						
- w obu wariantach						
Wybrany wariant :		1	Koszt :	217 696 zł	SPBT=	34,9 lat

**7.2.3. Ocena i wybór przesiewznięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

**Dan**     $Q_{ocw} = 4\,415,04 \text{ GJ}$                        $q_{ocw} = 0,5604 \text{ MW}$                       zmniejszenie zużycia -        brak

**Opis:**

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu proponuje się przeprowadzić przez montaż kolektorów słonecznych na dachu budynku szkoły. Przewidywane pokrycie zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. dostarczone z kolektorów słonecznych wyniesie 40 % w skali roku.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	4 415,04	2649,0
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,5604	0,3362
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	183 857	116 120
	Oszczędność	zł/a		67 737
4.	Koszt modernizacji	zł		600 000
5.	SPBT	lata		8,9

**Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$** 

Wg. stawek lokalnych firm instalacyjnych

Powierzchnia kolektorów próżniowych                      125 m<sup>2</sup>

Koszt wykonania kolektorów :                      125                      \*                      4800                      zł/m<sup>2</sup> =                      600 000,00 zł

<b>KOSZT</b>	600 000 zł	<b>SPBT</b>	8,9 lat
--------------	------------	-------------	---------

**7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata	Procentowy efekt usprawnienia
1	2	3	4	5
1	Instalacja kolektorów słonecznych	600 000	8,86	18,36 %
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	903 554	16,96	14,85 %
3	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	80 274	18,67	1,28 %
4	Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych	217 696	34,90	2,21 %
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	60 533	88,90	0,21 %
<b>Uwaga :</b>				

**7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego**

Dane:  $Q_{0co} = 3\,407,80$  GJ/a  
 $q_{0co} = 0,4294$  MW

$w_{t0} = 1,00$      $w_{d0} = 1,00$      $\eta_0 = 0,65$

$\eta_{co0} = 0,9$

Nie przewiduje się żadnych usprawnień systemu grzewczego

$\eta_{co1} = 0,9$

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki sprawności związane z eksploatacją systemu grzewczego.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Sprawności		Koszt usprawnienia zł.
		przed	po	
1	wytwarzanie ciepła węzeł ciepła - bez zmian	$\eta_w = 0,95$	$\eta_w = 0,95$	nie przewiduje się
2	przesyłanie ciepła bez zmian	$\eta_p = 0,90$	$\eta_p = 0,90$	nie przewiduje się
3	regulacja systemu ogrzewania bez zmian	$\eta_r = 0,81$	$\eta_r = 0,75$	nie przewiduje się
4	wykorzystanie ciepła bez zmian	$\eta_e = 0,95$	$\eta_o = 0,95$	nie przewiduje się
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,65$	$\eta_p = 0,61$	nie przewiduje się
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$	nie przewiduje się
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - bez przerw, bez zmiany	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$	nie przewiduje się

**Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,65	0,65
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych $w_d$	-	1,00	1,00
4	Zapotrzebowanie budynku na ciepło $Q_{H0}, Q_{H1}$	GJ/a	3407,80	3407,80
5	Zapotrzebowanie budynku na ciepło z uwzględnieniem sprawności instalacji i przerw w $Q_{H0}, Q_{H1}$ ogrzewaniu	GJ/a	5210,7	5210,70
6	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco}$	zł/a		0,00
7	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		0
8	Prosty czas zwrotu SPBT	lata		-

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia
- b. wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.stosuje się skrótowe

- Instalacja kolektorów słonecznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego
- Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych
- Wymiana drzwi zewnętrznych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Ze względu na wytyczne Inwestora nie rozpatrywane jest usprawnienie ani instalacji centralnego ogrzewania ani węzła ciepła

Zakres	Nr wariantu							
	1	2	3	4	5	ist.		
Instalacja kolektorów słonecznych	X	X	X	X	X			
Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X				
Ocieplenie stropodachu wentylowanego	X	X	X					
Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych	X	X						
Wymiana drzwi zewnętrznych	X							

**7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

$$Q_0 = W_{d0} * W_{t0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW}$$

$$Q_{11} = W_{d1} * W_{t1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

Ceny energii przed modernizacją				Ceny energii po modernizacji		
		CO	CWU			
$O_{0m}, O_{1m},$	zł/(MW.mc)	8108,96	8108,96	zł/(MW.mc)	8108,96	8108,96
$O_{0z}, O_{1z},$	zł/GJ	29,29	29,29	zł/GJ	29,29	29,29
$A_{b0}, A_{b1},$	zł/m-c	0,00	0,00	zł/m-c	0,00	0,00

Nr. war.	$Q_{0CO}$	$q_{0CO}$	$\eta_0, W_{d0} * W_{t0}$	$Q_{0CW}$	$q_{0CW}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{0r}$	$\Delta O_r$	N
	$Q_{1CO}$	$q_{1CO}$	$\eta_1, W_{d1} * W_{t1}$	$Q_{1CW}$	$q_{1CW}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{1r}$		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	3 407,80	429,38	0,65 1,000	4415,04	560,4	9622,99	989,78	378 191		
1	2 112,50	230,78	0,61 , 1,000	2649,0	336,2	6102,54	567,02	233 932	144 259	1 862 057
2	2 125,04	232,84	0,61 , 1,000	2649,0	336,2	6119,68	569,08	234 635	143 557	1 801 524
3	2 268,45	255,92	0,62 , 1,000	2649,0	336,2	6315,43	592,16	242 614	135 577	1 583 828
4	2 351,65	269,04	0,62 , 1,000	2649,0	336,2	6428,80	605,28	247 212	130 979	1 503 554
5	3 407,80	429,38	0,65 , 1,000	2649,0	336,2	7856,97	765,62	304 648	73 543	600 000
			,							

**UWAGA :**

$Q_0, Q_1$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacją , [GJ/a]

N - planowane koszty całkowite naabrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego , obejmujące koszty robót wraz z kosztami audytu energetycznego i dokumentacji technicznej [ zł. ]

## 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami
					środków własnych	kredytu	
					N - S	S	
					[zł,%]		zł/mies
1	2	3	4	5	6		7
1	Wszystkie usprawnienia	1 862 057	144 259	36,59	558 617	30%	57,28 zł
					1 303 440	70%	
2	Instalacja kolektorów słonecznych Ocieplenie ścian zewnętrznych  Ocieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych	1 801 524	143 557	36,42	540 457	30%	387,70 zł
					1 261 067	70%	
3	Instalacja kolektorów słonecznych Ocieplenie ścian zewnętrznych  Ocieplenie stropodachu wentylowanego	1 583 828	135 577	34,38	395 957	25%	394,63 zł
					1 187 871	75%	
4	Instalacja kolektorów słonecznych Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 503 554	130 979	33,20	375 889	25%	564,06 zł
					1 127 666	75%	
5	Instalacja kolektorów słonecznych	600 000	73 543	18,36	120 000	20%	1 722,65 zł
					480 000	80%	

**Uwaga:**

$$r = 8,2\%$$

$$q = 1 + r/12 = 1,00683$$

$$m = 120 \text{ miesięcy}$$

$$A = 0,75 \cdot S \cdot q^m (q-1) / (q^m - 1) =$$

$$0,00918 \cdot S$$

$$A/S = 0,00918$$

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- Instalacja kolektorów słonecznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego
- Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych
- Wymiana drzwi zewnętrznych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1	Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie	36,59%
	czyli powyżej 15%	
2	Planowany kredyt jest zgodny z warunkami ustawowymi i stanowi	70%
3	Środki własne Inwestora wyniosą	558 617,11 zł
	co spełni możliwości Inwestora deklarującego środki własne	
	w wysokości do	600 000,00 zł
4	Różnica pomiędzy 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą	
	kredytu i odsetek jest dodatnia i wynosi :	57,28 zł
	czyli możliwa jest spłata kredytu i odsetek z bieżących oszczędności kosztów	
	ciepła i pozostaje jeszcze znacząca nadwyżka.	

Możliwa jest także w ramach Ustawy realizacja **wariantu nr 2** o zakresie wyszczególnionym zgodnie z tabelą 7.4.3 .



## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Instalacja kolektorów słonecznych	1 kpl	za około	600 000,00 zł
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 kpl	za około	903 554,38 zł
3. Ocieplenie stropodachu wentylowanego	1 kpl	za około	80 274,00 zł
4. Wymiana okien w hallu oraz na klatkach schodowych	1 kpl	za około	217 696,08 zł
5. Wymiana drzwi zewnętrznych	1 kpl	za około	60 532,58 zł

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	1 922 589,6 zł
Udział środków własnych inwestora:	30%
Kredyt bankowy:	1 345 812,7 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	336 453,2 zł
Wielkość raty miesięcznej z odsetkami	13 673,5 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT ( bez premii )	13,327
Czas zwrotu nakładów SPBT ( z premią )	10,995
Zdyskontowana wartość netto NPV dla 15 lat (r=6%)	0,1 zł

### 8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1    Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 2    Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3    Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym
- Załącznik 4    Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 5    Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 3.0 dla stanu istniejącego oraz wariantu optymalnego.

## ***Załącznik 1***

Symbol	d	Opis materiału	Lam.	Ro	R
	m		W/mK	kg/m3	m2K/W
PP Podłoga w piwnicach					
Typ przegrody: Podłoga na gruncie II strefa, w warunkach średnio wilgotnych					
BET-CHUDY	0.050	Podkład z betonu chudego	1.050	1900	0.048
PAPA-ASF	0.005	Papa asfaltowa	0.180	1000	0.028
BET-CHUDY	0.050	Podkład z betonu chudego	1.050	1900	0.048
GRUZOBETON	0.100	Gruzobeton	1.000	1900	0.100
PIASEK-ŚR	0.450	Piasek średni	0.400	1650	1.125
Opór gruntu wraz z oporem przejmowania (B = 12.0 m, Z = 1.0 m) Rg					0.660
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					2.008
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					0.498

SD		Stropodach			
Typ przegrody: Stropodach wentylowany, w warunkach średnio wilgotnych					
PAPA-ASF	0.010	Papa asfaltowa	0.180	1000	0.056
BET-CHUDY	0.030	Podkład z betonu chudego	1.050	1900	0.029
ŻELBET	0.030	Żelbet	1.700	2500	0.018
Opór warstwy powietrznej stropodachu o średniej wysokości H =1.80 m					0.160
Skorygowana suma oporów warstwy powietrznej i połaci dachowej					0.000
WEŁNAF-STR	0.060	Filce, maty i płyty z wełny min. w strop	0.052	60	1.154
BET-CHUDY	0.030	Podkład z betonu chudego	1.050	1900	0.029
STR-ŻER-26	0.260	Strop z płyty żerańskiej o gr. 26 cm			0.180
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri					0.100
Opór przejmowania ciepła na zewnątrz Re					0.090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					1.571
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					0.637

SGP30		Ściana piwnic			
Typ przegrody: Ściana przy gruncie, w warunkach średnio wilgotnych					
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
BETON-2200	0.300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	1.300	2200	0.231
CEGŁA-DZIU	0.120	Mur z cegły dziurawki	0.620	1400	0.194
Opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg:					0.640
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					1.083
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					0.924

STRW		Strop nad piwnicą			
Typ przegrody: Strop ciepło do dołu, w warunkach średnio wilgotnych					
LINOLEUM	0.005	Linoleum	0.186	1180	0.027
BET-CHUDY	0.030	Podkład z betonu chudego	1.050	1900	0.029
STR-ŻER-26	0.260	Strop z płyty żerańskiej o gr. 26 cm			0.180
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri:					0.170
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri:					0.170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					0.594
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					1.684

Symbol	d	Opis materiału	Lam.	Ro	R
	m		W/mK	kg/m3	m2K/W

SZ-K Ściana zewnętrzna konstrukcyjna					
Typ przegrody: Ściana zewnętrzna, w warunkach średnio wilgotnych					
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
PŁYT_ŻERAŃ	0.240	Płyta konstrukcyjna typu "Żerań" - 24 cm	1.333	1200	0.180
BETON-BBK7	0.180	Ściana z bloczków z betonu komórk.	0.350	700	0.514
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri:					0.130
Opór przejmowania ciepła na zewnątrz Re:					0.040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					0.901
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					1.110

SZ-O Ściana zewnętrzna osłonowa					
Typ przegrody: Ściana zewnętrzna, w warunkach średnio wilgotnych					
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
BETON-BBK7	0.240	Ściana z bloczków z betonu komórk.	0.350	700	0.686
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri:					0.130
Opór przejmowania ciepła na zewnątrz Re:					0.040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					0.892
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					1.121

SZ-O1 Ściana zewnętrzna osłonowa - klatka					
Typ przegrody: Ściana zewnętrzna, w warunkach średnio wilgotnych					
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
BETON-BBK7	0.240	Ściana z bloczków z betonu komórk.	0.350	700	0.686
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri:					0.130
Opór przejmowania ciepła na zewnątrz Re:					0.040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					0.892
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					1.121

SZP30 Ściana piwnic powyżej gruntu					
Typ przegrody: Ściana zewnętrzna, w warunkach średnio wilgotnych					
TYNK-CW	0.015	Tynk cementowo wapienny.	0.820	1850	0.018
BETON-2200	0.300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	1.300	2200	0.231
TYNK-CEM	0.015	Tynk cementowy	1.000	2000	0.015
Opór przejmowania ciepła wewnątrz Ri:					0.130
Opór przejmowania ciepła na zewnątrz Re:					0.040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia ciepła R:					0.434
Współczynnik przenikania ciepła (W/m2K) k:					2.304

## Załącznik 2

### Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

#### 1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_w = 0,95$$

#### 2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,90$$

#### 3. Sprawność regulacji

$$\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) * 2(GLR)^{1/2}$$

$$\eta_{co} = 0,90$$

$$GRL = Q_{\text{zysk}} / Q_{\text{SZE}} = 0,94$$

$$\eta_r = 0,81$$

#### 4. Sprawność wykorzystania

$$\eta_e = 0,95$$

#### 5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

#### 6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

#### 7. Zestawienie

<b>Obliczenie współczynników <math>\eta_r</math> i <math>\eta</math> dla poszczególnych wariantów na podstawie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło - dla poszczególnych nośników energii</b>						
Wariant	Suma zysków	Suma strat	$\sqrt{GLR}$	$\eta_{co}$	$\eta_r$	$\eta$
	GJ/a	GJ/a	-	-	-	-
ist.	3219,74	3407,80	0,972	0,900	0,806	0,654
1	3219,74	2112,50	1,235	0,900	0,753	0,612
2	3219,74	2125,04	1,231	0,900	0,754	0,612
3	3219,74	2268,45	1,191	0,900	0,762	0,619
4	3219,74	2351,65	1,170	0,900	0,766	0,622
5	3219,74	3407,80	0,972	0,900	0,806	0,654

**Załącznik nr 3**

<b>Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym</b>		
1	Liczba użytkowników	OS = 800,00 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika (na podstawie analizy zużycia w 2000 roku)	$V_{OS} = 0,08 \text{ m}^3/\text{d}$
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} = 64 \text{ m}^3/\text{d}$
4	Współczynnik nierównomierności poboru c.w.u.	$N_h = 1,5$ -
5	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 9 = 7,11 \text{ m}^3/\text{h}$
6	Zapotrzebowanie na ciepła na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (55 - 10) / 10^6 = 0,189 \text{ GJ}/\text{m}^3$
7	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_h = 560,4 \text{ kW}$
8	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 = 23360 \text{ m}^3$
9	Zapotrzebowanie na ciepła dla przygotowania cwu	$Q_{cw} = 4415,0 \text{ GJ}$
10	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 = 183\,857 \text{ zł}$

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu COMAP OZC 3.0 (produkcyjna wersja programu Audytor OZC 3.0)**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	230,78	2 112,50
2	232,84	2 125,04
3	255,92	2 268,45
4	269,04	2 351,65
5	429,38	3 407,80
stan istniejący	429,38	3 407,80



## ***Załącznik 5***

***Stan istniejący***

Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny - Stan Istniejący
Lokalizacja....:	60-356 Poznań, ul. Przybyszewskiego 39
Projektant.....:	mgr inż. Arkadiusz Chatłas
Data obliczeń :	Wtorek, 15 Listopada 2005, 23:24

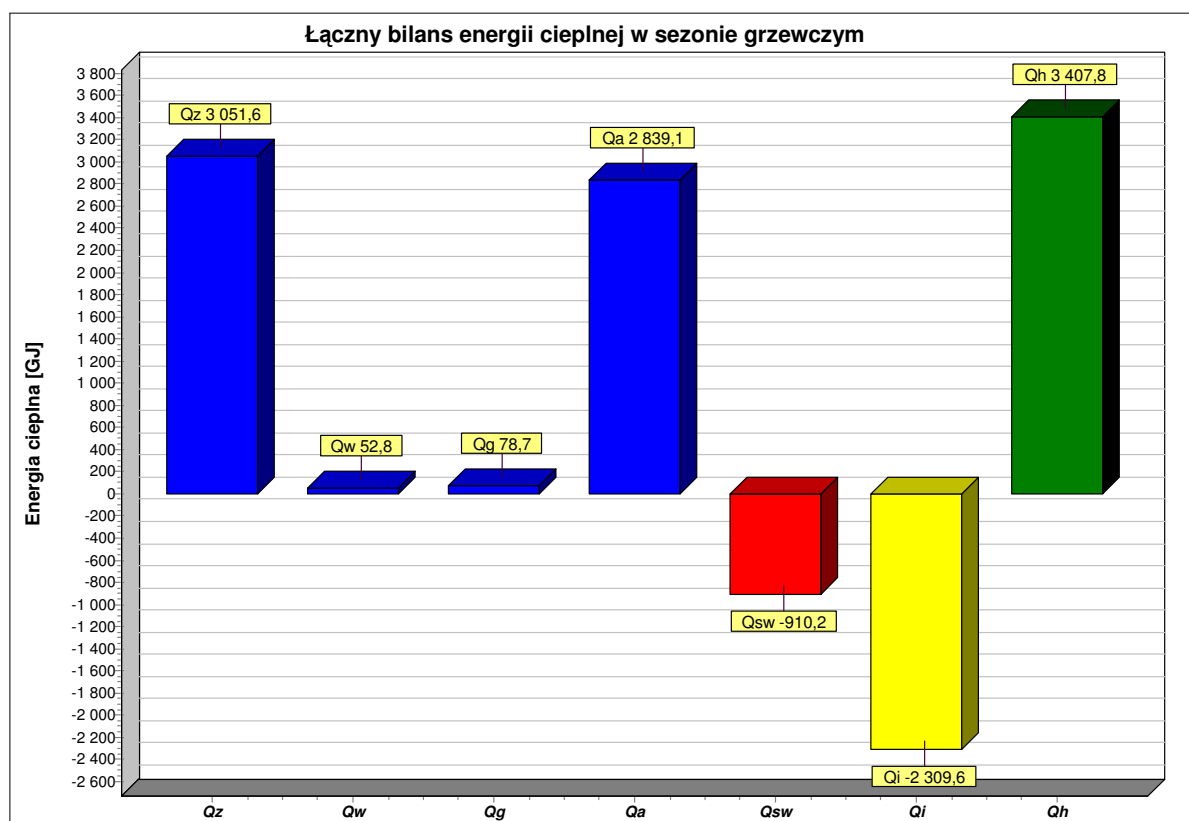
Miejscowość...	Poznań		
Strefa klim. :	2	Temp. zewnętrzna [°C]:	-18

Pow.ogrz. [m2]:	13443	Kubatura ogrz.[m3]....:	34286
-----------------	-------	-------------------------	-------

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną..... Qo[W]:	429379
Zapotrzebowanie na moc cieplną dla wentylacji.. Qwent[W]:	32233
Dodatkowe zyski ciepła w pomieszczeniach..... Qzc[W]:	0
Zapotrzebowanie na m2 powierzchni ogrzewanej.. Qf, [W/m2]:	31.9
Zapotrzebowanie na m3 kubatury ogrzewanej..... Qv, [W/m3]:	12.5

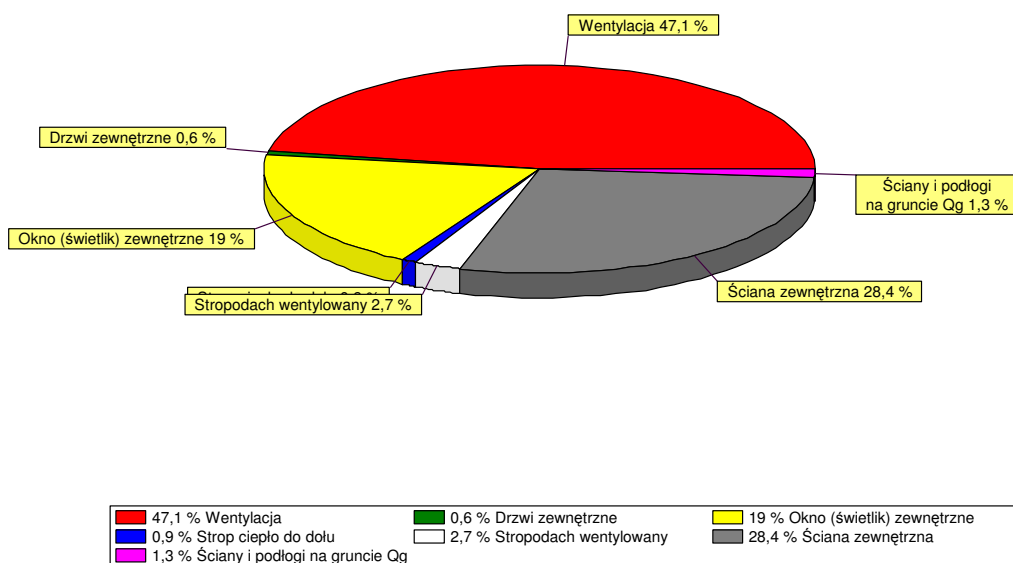
Roczne zapotrzeb. na ciepło do ogrzewania...Qh, [GJ/rok]:	3407.80
Qh, [kWh/rok]:	946611
Wskaźnik sezonowego zapotrzeb. na ciepło EA, [MJ/m2*rok]:	253.5
EA, [kWh/m2*rok]:	70.4
Wskaźnik sezonowego zapotrzeb. na ciepło EV, [MJ/m3*rok]:	99.4
EV, [kWh/m3*rok]:	27.6

Miesiąc	Qz	Qw	Qg	Qa	Eta	Qsw	Qi	Qh
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Wrzesień	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
Październik	291.55	7.71	6.57	269.76	0.698	143.68	337.72	239.82
Listopad	404.67	7.46	8.86	376.23	0.870	64.37	326.83	457.00
Grudzień	516.35	7.71	11.73	481.06	0.931	41.59	337.72	663.53
Styczeń	570.61	7.71	13.62	532.07	0.941	59.78	337.72	750.02
Luty	496.72	6.97	12.93	463.03	0.901	118.16	305.04	598.25
Marzec	459.51	7.71	13.62	427.63	0.810	208.47	337.72	465.79
Kwiecień	312.15	7.46	11.35	289.27	0.644	274.13	326.83	233.38
Maj	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
W sezonie	3051.57	52.75	78.68	2839.05	0.812	910.17	2309.57	3407.80



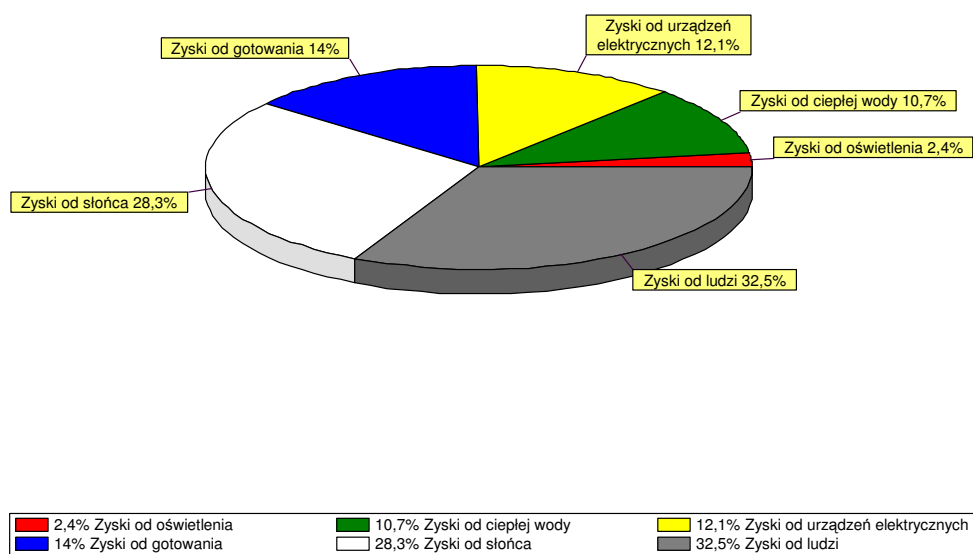
Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	36.83	10230	0.6
Okno (świetlik) zewnętrzne	1142.10	317249	19.0
Strop ciepło do dołu	52.75	14652	0.9
Stropodach wentylowany	162.79	45220	2.7
Ściana zewnętrzna	1709.86	474960	28.4
Ściany i podłogi na gruncie	78.68	21855	1.3
Ciepło na wentylację .....	2839.05	788624	47.1
Razem .....	6022.04	1672789	100.0

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca .....	910.17	252826	28.3
Zyski od ludzi .....	1047.72	291034	32.5
Zyski od ciepłej wody .....	344.36	95654	10.7
Zyski od gotowania .....	451.33	125368	14.0
Zyski od oświetlenia .....	76.38	21217	2.4
Zyski od urządzeń elektrycznych .	389.78	108273	12.1
Razem .....	3219.74	894372	100.0

**Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej**



## ***Załącznik 5***

***Wariant nr 1***

Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny - Wariant optymalny
Lokalizacja....:	60-356 Poznań, ul. Przybyszewskiego 39
Projektant.....:	mgr inż. Arkadiusz Chatłas
Data obliczeń :	Środa, 16 Listopada 2005, 1:07

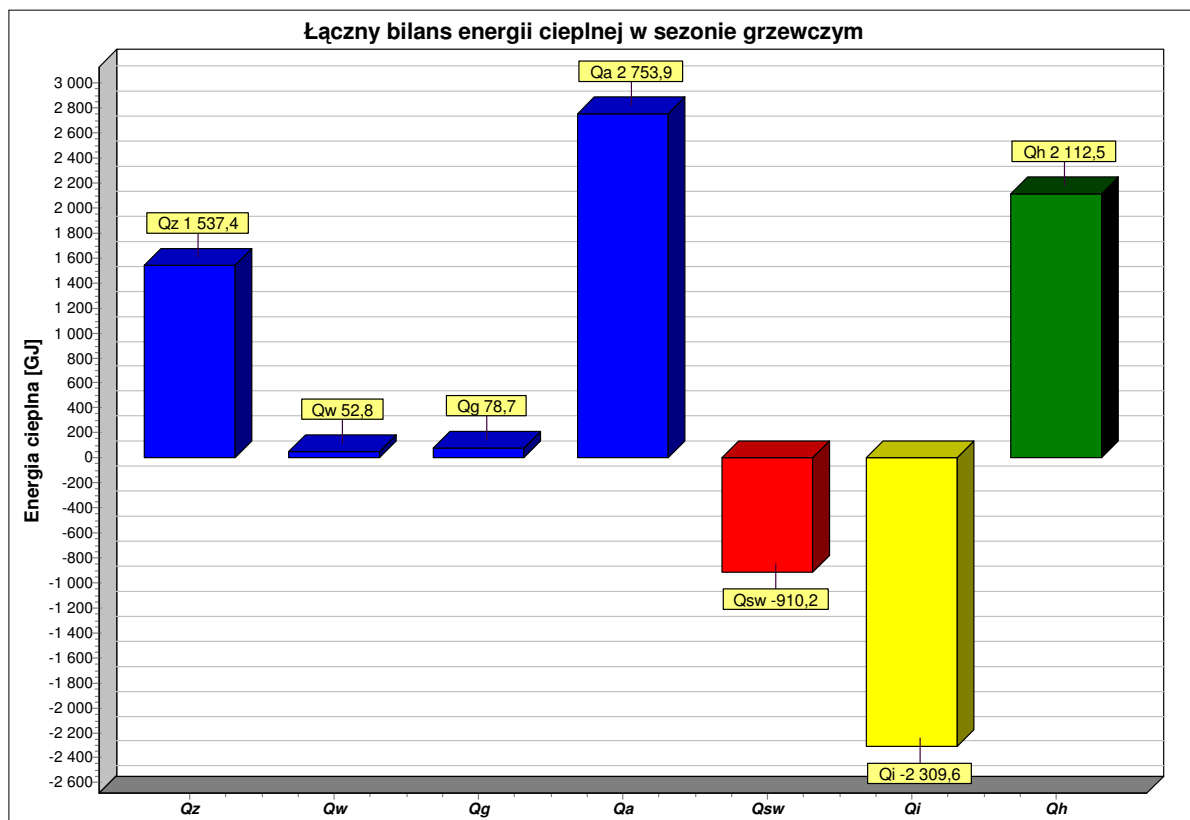
Miejscowość...	Poznań		
Strefa klim. :	2	Temp. zewnętrzna [°C]:	-18

Pow.ogrz. [m2]:	13443	Kubatura ogrz.[m3]....:	34286
-----------------	-------	-------------------------	-------

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną..... Qo[W]:	230784
Zapotrzebowanie na moc cieplną dla wentylacji.. Qwent[W]:	22198
Dodatkowe zyski ciepła w pomieszczeniach..... Qzc[W]:	0
Zapotrzebowanie na m2 powierzchni ogrzewanej.. Qf, [W/m2]:	17.2
Zapotrzebowanie na m3 kubatury ogrzewanej..... Qv, [W/m3]:	6.7

Roczne zapotrzeb. na ciepło do ogrzewania...Qh, [GJ/rok]:	2112.50
Qh, [kWh/rok]:	586806
Wskaźnik sezonowego zapotrzeb. na ciepło EA, [MJ/m2*rok]:	157.1
EA, [kWh/m2*rok]:	43.7
Wskaźnik sezonowego zapotrzeb. na ciepło EV, [MJ/m3*rok]:	61.6
EV, [kWh/m3*rok]:	17.1

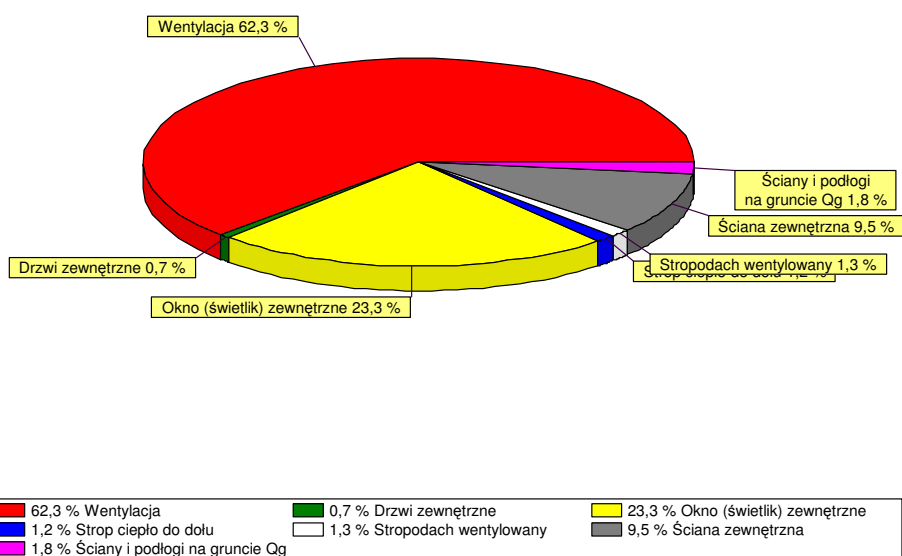
Miesiąc	Qz	Qw	Qg	Qa	Eta	Qsw	Qi	Qh
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Wrzesień	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
Październik	147.12	7.71	6.57	262.01	0.585	143.68	337.72	141.78
Listopad	203.91	7.46	8.86	365.00	0.776	64.37	326.83	281.68
Grudzień	260.02	7.71	11.73	466.48	0.860	41.59	337.72	419.71
Styczeń	287.27	7.71	13.62	515.83	0.874	59.78	337.72	476.90
Luty	250.10	6.97	12.93	448.93	0.817	118.16	305.04	373.13
Marzec	231.47	7.71	13.62	414.77	0.705	208.47	337.72	282.28
Kwiecień	157.45	7.46	11.35	280.85	0.533	274.13	326.83	137.02
Maj	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
W sezonie	1537.36	52.75	78.68	2753.87	0.717	910.17	2309.57	2112.50





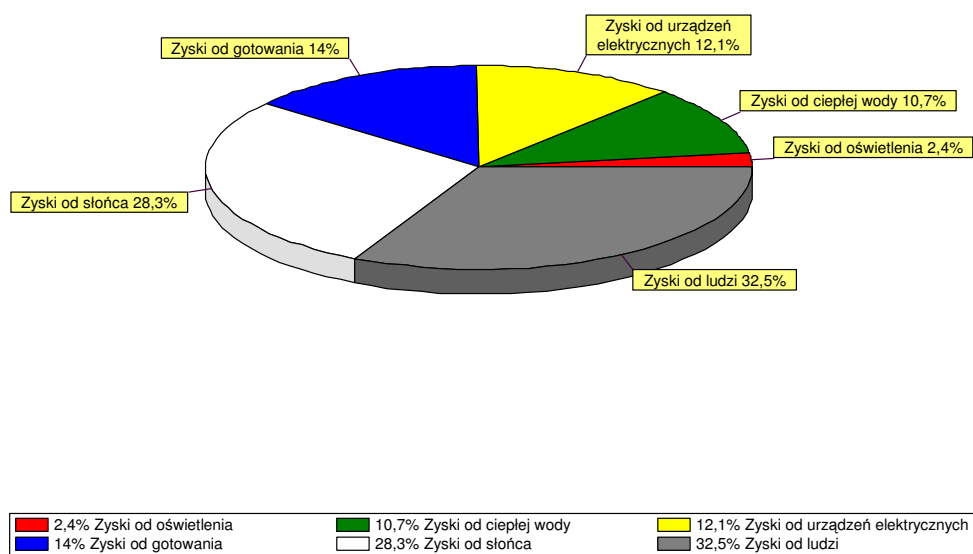
Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	30.69	8525	0.7
Okno (świetlik) zewnętrzne	1030.75	286318	23.3
Strop ciepło do dołu	52.75	14652	1.2
Stropodach wentylowany	55.97	15546	1.3
Ściana zewnętrzna	419.95	116653	9.5
Ściany i podłogi na gruncie	78.68	21855	1.8
Ciepło na wentylację .....	2753.87	764964	62.3
Razem .....	4422.65	1228513	100.0

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca .....	910.17	252826	28.3
Zyski od ludzi .....	1047.72	291034	32.5
Zyski od ciepłej wody .....	344.36	95654	10.7
Zyski od gotowania .....	451.33	125368	14.0
Zyski od oświetlenia .....	76.38	21217	2.4
Zyski od urządzeń elektrycznych .	389.78	108273	12.1
Razem .....	3219.74	894372	100.0

**Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej**



## ***Załącznik 6***

***RYSUNKI***