



## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji  
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008

Adres budynku	<b>Przedszkole Miejskie nr 1</b> ulica: <b>ul. Wroniecka 13</b> kod: <b>64-700 Czarnków</b>  województwo: wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Ireneusz Stadnik tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 59/2015

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	oświatowy	<b>1.2 Rok ukończenia budowy</b>	1968
<b>1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)</b>	Gmina Miasta Czarnków Plac Wolności 6 64-700 Czarnków	<b>1.4 Adres budynku</b>	ul. Wroniecka 13 64-700 Czarnków województwo wielkopolskie
<b>2. Nazwa , nr REGON i adres firmy wykonującej audyt:</b> TERMOEKO Firma Usługowo-Projektowa Iwona Stadnik REGON: 572122208 64-920 Piła ul. Dąbrowskiego 115 tel.067 213 94 40 ; 0605 034 063.			
<b>3. Imię i nazwisko , nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu , posiadane kwalifikacje , podpis.</b> mgr inż.. Ireneusz Stadnik , 58102006374 , 64-920 Piła ul. Dąbrowskiego 115 upr.bud. nr. 7342/1834/94 autoryzacja audytora KAPE nr 47			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje
<b>5. Miejscowość</b>	Piła	<b>data wykonania opracowania</b>	13.10.2015
<b>6. Spis treści</b>  1. Strony tytułowe 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu, oraz wytyczne i uwagi inwestora 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 7. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis optymalnego wariantu			

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	uprzemysłowiona	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3253,10	
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	1032,73	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	1032,73	
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	169	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m.]	0,47	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m <sup>2</sup> K)]		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	ściany zewnętrzne	1,12	0,20
2.	Dach/stropodach	1,01	0,15
3.	podłoga na gruncie	0,30	0,30
4.	Okna	2,60	1,10
5.	Drzwi/bramy	2,50	2,50
6.			
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1	Sprawność wytwarzania	0,86	0,98
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie doby	0,95	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
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]	3253,10	2277,17
4.	Liczba wymian [l/h]	1,00	0,70
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [KW]	74,73	48,61
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu. [KW]	2,81	2,81
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	369,61	200,78
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	563,39	208,89
5	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu [GJ/rok]	66,48	49,86
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i c.w.u. przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ]		

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> rok]	33,00	17,90
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> rok]	59,18	21,91
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> rok]	157,00	58,16
<b>6. Opłaty jednostkowe ( obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie <sup>*)</sup> zł.	52,32	49,90
2	Opłata 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>**)</sup> zł.	0,00	11502,82
3	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej zł.	11,53	9,22
4	Opłata 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu. na miesiąc zł.	0,00	11502,82
5	Opłata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie zł.	2,61	1,38
6	Inne - abonament zł/rok	2822,41	0
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł.]	<b>923046,42</b>	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [ %]	58,92%
Planowane koszty całkowite [zł]	<b>923046,42</b>	Premia termomodernizacyjna [zł]	31733,06
		Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	15866,53
<sup>*)</sup> - opłata zmienna związana z przesyłem i dystrybucją jednostki energii <sup>**)</sup> - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w załączniku 5 (uwaga - przy tym załączniku powinny się znaleźć wydruki z programu komputerowego lub arkusza kalkulacyjnego z pełnymi obliczeniami)
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 4
- 6) Wyliczenie opłat jednostkowych zamieszczono w załączniku 1

**3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora****3.1. Dokumentacja projektowa:**

Projekt wykonany przez :

Projekt wykonany przez inwentaryzacja

- Mapa sytuacyjno wysokościowa osiedla

**3.2. Inne dokumenty:****3.3. Osoby udzielające informacji:**

- Centrum Projektowe C2 Magdalena Wilczyńska

**3.4. Data wizji lokalnej :**

październik 2015 roku

**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
- wykonanie obliczeń do ewentualnej korekty mocy zamówionej na c.o.

**3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia**

Wkład środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

0 zł

Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

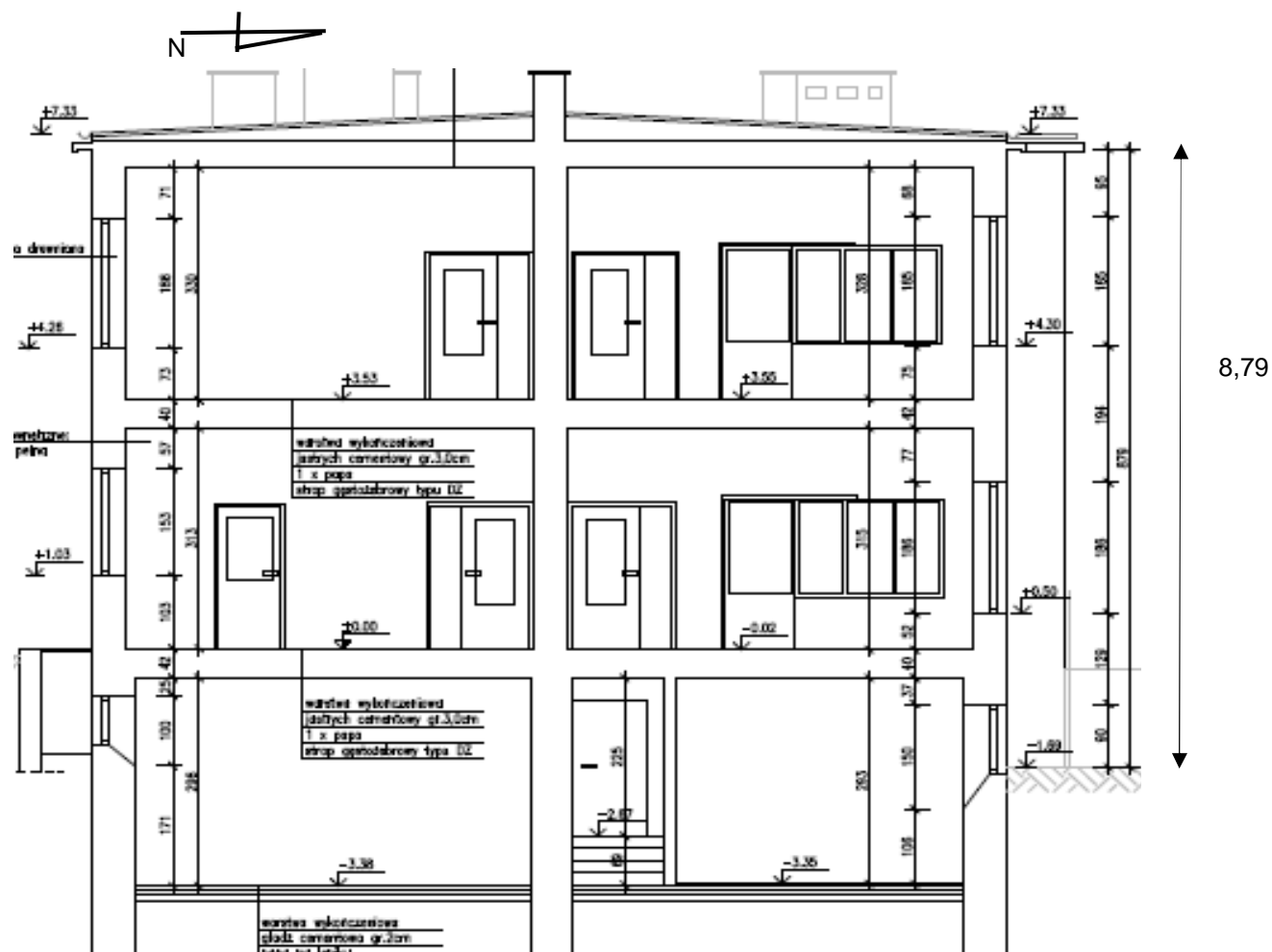
1000000 zł

#### 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

##### 4.a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku				
Własność	prywatna	spółdzielcza	x komunalna	wspólnota mieszkaniowa
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszkalno-usługowy	x inny	
Osiedle				
Adres	Przedszkole Miejskie nr 1 w Czarnkowie		ul. Wroniecka 13	
Budynek	x wolno stojący bliźniak blok mieszkalny wielorodzinny		segment w zabudowie szeregowej	

Rok budowy		1968	Rok zasiedlenia		1968		
technologia budynku		UW-2Ż - Cegła Żeranska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW-2J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"SZCZECIN"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna - określić		x MBY wielki blok			
1. Powierzchnia zabudowana [m <sup>2</sup> ]			439,92	11. Liczba klatek schodowych			1
2. Kubatura budynku [ m <sup>3</sup> ]			3682,78	12. Liczba kondygnacji			2
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, loggi i galerii [ m <sup>3</sup> ]			3253,10	13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]			3,2
4. Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]			1032,73	14. Liczba użytkowników			169
5. Powierzchnia korytarzy [m <sup>2</sup> ]				15. Liczba mieszkań			0
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu [m <sup>2</sup> ]			0,00	16. Liczba mieszkań z WC w łazience			0
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ]				17. Liczba mieszkań z WC osobno			
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych ( usługi, sklepy) [m <sup>2</sup> ]			0,00				
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m2] (4+5+6+7+8)			1032,73				
10. Budynek podpiwniczony			tak				





Widok budynku





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

Budynek przedszkola , piętrowy wykonany w technologii tradycyjnej, całkowicie podpiwniczony.

Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej grubości 46 cm

Dach płaski izolowany warstwą żużla paleniskowego, strop gestozebrowy typu DZ

Podłoga na gruncie izolowana warstwą 20 cm piasku

Okna drewniane dwuszybowe o współczynniku przenikania  $U = 2,6(W/m^2K)$

Drzwi wejściowe zewnętrzne nowe

Wartość współczynnika przenikania ciepła drzwi wejściowych ocenia się na  $U = 2,5 W/(m^2K)$

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

Opis	położenie	pow. całkow. $m^2$	pow. do obl. strat ciepła	$U_K$ $W/m^2K$	pow. okna $m^2$	$U$ okna $W/m^2K$	pow. drzwi $m^2$
śc. zew. podłużna	N	281,34	259,84	1,12	98,30	2,60	3,00
śc. zew. szczytowa	W	102,48	92,87	1,12	15,14	2,60	2,20
śc. zew. podłużna	S	281,34	259,84	1,12	53,64	2,60	3,00
śc. zew. szczytowa	E	102,48	92,87	1,12	16,70	2,60	2,20
podłoga w piwnicy			332,33	0,30			
stropodach		438,30	339,16	1,01			
ściany piwnic		170,28	146,00	0,58			

**4d. Charakterystyka energetyczna budynku**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o. Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	74,73 kW 2,81 kW
2	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania $Q_H$	369,61 GJ
3	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła $EV$	33,00 kWh/m <sup>3</sup> a
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania $Q_S$	563,39 GJ
5	Taryfa opłat ( z VAT) Opłata stała (za moc + za przesył ) miesięcznie zł/MW Opłata zmienna ( za ciepło + za przesył) wg. licznika zł/GJ Opłata abonamentowa miesięcznie zł	0,00 52,32 235,20

**4e. Charakterystyka systemu ogrzewania**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	instalacja dwururowa pompowa z rozdziałem dolnym ciepło z kotłowni gazowej w piwnicy budynku
2	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3	Przewody w instalacji	Stalowe czarne spawane, prowadzone po wierzchu. Stan izolacji przewodów zły
4	Oslonięcie grzejników	tak
5	Zawory termostatyczne	nie
6	Rodzaje grzejników	żeliwne , konwektory
7	Zabezpieczenie instalacji	zawory bezpieczeństwa
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu liczba godzin na dobę	5 24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	nie

**Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji**

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,86
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80
3	Regulacja i wykorzystania	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,53
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,95

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

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	c.w.u. przygotowywana centralnie w kotle gazowym
2	Piony i ich izolacja	Piony usytuowane na wierzchu, przewody rozprowadzające nie izolowane
3	Opomiarowanie	brak
4	Zbiornik akumulacyjny	tak
5	Zużycie ciepłej wody - z licznika zużycie ciepła na c.w.u. z licznika zużycie ciepła na c.w.u. - obliczeniowe	m <sup>3</sup> GJ 66,5 GJ

**4g. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	3 253

**4h. Charakterystyka węzła cieplnego**

Ciepło wytwarzane z kotłowni gazowej usytuowanej w budynku. Kocioł gazowy typu Atest gaz z 1993r. z otwartą komorą spalania, brak automatyki pogodowej.

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Okna drewniane  $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ściany zewnętrzne i stropodach mają niską izolacyjność cieplną

### 5.2 System grzewczy

System starego typu, z odpowietrzeniem centralnym, bez zaworów termostatycznych przy grzejnikach

Grzejniki zabudowane, poziomy posiadają słabą izolację przewodów

Niska sprawność instalacji

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

Instalacja tradycyjna, słaba izolacja przewodów i zasobnika

duże straty ciepła na cyrkulacji

### Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy	
1	<b>Przegrody zewnętrzne</b>	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny $R [\text{m}^2\text{K/W}]$	
	Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U [\text{W/m}^2\text{K}]$	Istniejące	wymagane
	ściany zewnętrzne $U = 1,120$	0,89	4,0
	podłoga na gruncie $U = 0,300$	3,33	4,0
	stropodach $U = 1,010$	0,99	5,0
2	<b>Okna i drzwi</b> drewniane dwuszybowe $U = 2,6$	pożądana wymiana okien na nowe o lepszym współczynniku $U$	
3	<b>Wentylacja grawitacyjna</b> zbyt duży napływ powietrza w okresie mrozów	możliwe zastosowanie nawiewników higrosterowalnych	
4	<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> instalacja tradycyjna, duże straty na cyrkulacji	pożądana wymiana instalacji na nową	
5	<b>System grzewczy</b>  instalacja tradycyjna, brak zaworów termostatycznych, mała sprawność instalacji	pożądana wymiana instalacji na nową	

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

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych metoda bezspoinowa ( styropian)
2	zmniejszenie strat przez stolarkę okienną	Wymiana okien na nowe
3	Zmniejszenie strat przez dach	Ocieplenie dachu poprzez naklejenie na jego powierzchni warstwy styropapy
4	Zwiększenie sprawności ogrzewania	Wykonanie nowej instalacji c.o.
5	Zwiększenie sprawności ciepłej wody użytkowej	Wymiana instalacji ciepłej wody na nową
<b>Uwagi:</b>		

**7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego****7.1 wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło**

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego  Usprawnienia dotyczące zwiększenia sprawności instalacji grzewczych	Ocieplenie ścian zewnętrznych  Ocieplenie ścian piwnic Ocieplenie dachu Wymiana okien na nowe  Wymiana centralnej instalacji grzewczej  Wymiana instalacji ciepłej wody użytkowej
Uwagi:		



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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Ocena opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów ( SPBT ) charakteryzującego każde usprawnienie

w obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo modernizacji	
$t_{wo}$	20	bez zmian	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-18	b.z.	$^{\circ}\text{C}$
Sd - dla mieszkań	3521,9	b.z.	dzień*K*a
$O_{0m}, O_{1m}$	0,00	11 502,82	zł/MW*m-c
$O_{0z}, O_{1z}$	52,32	49,90	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$	235,20	0,00	zł/m-c

Ceny z podatkiem 23% VAT Wyliczenie opłat w załączniku 1.

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				ściany zewnętrzne budynku		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =	511,25			
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A <sub>koszt</sub> =	573,47			
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany "15" o współczynniku przewodności λ= 0,04 W/mK. Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego R > 4,0 (m <sup>2</sup> ·K) / W						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3 - o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
λ = 0,04						
Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	1	Warianty 2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m <sup>2</sup> ·K)/W		3,50	4,00	4,50
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,893	4,39	4,89	5,39
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·SD·A/R	GJ/a	174,24	35,41	31,79	28,85
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A·(t <sub>w0</sub> - t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,022	0,0044	0,0040	0,0036
6	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		7263,63	7452,98	7607,22
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		323,00	326,94	334,00
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		185230,0	187489,6	191538,0
9	SPBT= Nu/ΔO <sub>ru</sub>	lata		25,50	25,16	25,18
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,12	0,23	0,20	0,19
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m <sup>2</sup> wg. ofert firm budowlanych . koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 187489,63 zł		SPBT = 25,16		

uwaga : Powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu jest różnicą pomiędzy powierzchnią ścian a okien i drzwi znajdujących się w tych ścianach.

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				ściany piwnic		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =	146,00			
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A <sub>koszt</sub> =	170,28			
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>						
Przewiduje się ocieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem styropianu estrudowanego (XPS) o współczynniku przewodności λ= 0,04 W/mK. Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego R > 4,0 (m <sup>2</sup> .K) / W						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3 - o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 2 0,04						
Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m <sup>2</sup> *K)/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> *K)/W	1,739	6,24	6,74	7,24
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *SD*A/R	GJ/a	25,55	7,12	6,59	6,14
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> - t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,003	0,0009	0,0008	0,0008
6	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		964,04	991,68	1015,51
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		323,67	326,94	343,29
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		55113,0	55669,71	58453,0
9	SPBT= Nu/ΔO <sub>ru</sub>	lata		57,17	56,14	57,56
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,58	0,16	0,15	0,14
<b>Podstawa przyjętych wartości Nu</b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m <sup>2</sup> wg. ofert firm budowlanych koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian piwnic do docieplenia.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 55669,71 zł		SPBT = 56,14		

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =		339,16		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A <sub>koszt</sub> =		438,30		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie dachu przez ułożenie na jego powierzchni płyt styropianu z papą o λ= 0,040 W/mK. Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej .						
λ= 0,04						
Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m <sup>2</sup> *K)/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> *K)/W	0,990	5,49	5,99	6,49
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *SD*A/R	GJ/a	104,24	18,80	17,23	15,90
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> - t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,013	0,002	0,002	0,002
6	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		4470,37	4552,47	4621,92
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		362,50	365,00	383,25
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		158883,75	159979,50	167978,48
9	SPBT= Nu/ΔO <sub>ru</sub>	lata		35,54	35,14	36,34
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,01	0,18	0,17	0,15
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m <sup>2</sup> wg. ofert firm budowlanych koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu do docieplenia.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 159979,50 zł		SPBT = 35,14		

**7.2.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji**

Przedsięwzięcie: wymiana okien

Dane: powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok2,6} = 183,8$$

$$V_{norm2,6} = 3253$$

$$C_w = 1$$

**Opis wariantów usprawnienia:**

Usprawnienie obejmuje wymianę 65 szt okien istniejących na okna szczelne o lepszym współcz. U

wariant 1	- okna z PCV	U = 1,3	a = 0,8	
wariant 2	- okna z PCV	U = 1,1	a < 0,3	z nawiewnikami
wariant 3	- okna z PCV	U = 0,9	a < 0,3	higrosterowalnymi

W wariacie 2 i 3 przewiduje się montaż nawiewników w okna PCV wymieniane

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien	W/m <sup>2</sup> K	2,6	1,3	1,10	0,90
2	$0,0000864 S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/rok	145,40	72,70	61,52	50,33
3	Współczynnik $C_r$	-	1,00	1,00	0,70	0,70
	Współczynnik $c_m$		1,00	1,00	1,00	1,00
4	$0,0000294 C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/rok	336,84	336,84	235,79	235,79
5	$Q_0, Q_1 = (2) + (4)$	GJ/rok	<b>482,24</b>	<b>409,54</b>	<b>297,30</b>	<b>286,12</b>
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,018157	0,009079	0,007682	0,006285
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,042030	0,042030	0,042030	0,042030
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	<b>0,060188</b>	<b>0,051109</b>	<b>0,049712</b>	<b>0,048315</b>
9	$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw}$	zł/rok		3803,88	9676,44	10261,65
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		126 808	130667,6	156029,2
11	Koszt modernizacji wentylacji				13000,0	13000,0
12	$SPBT = \frac{(N_{ok} + N_w)}{(\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw})}$			33,34	14,85	16,47

**Podstawa przyjętych wartości  $N_u$** Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m<sup>2</sup> wg. ofert producentów okien z terenu Polski

wariant 1	wymiana	183,8	m <sup>2</sup> okien x	690,00 zł	126 808 zł
wariant 2	wymiana	183,8	m <sup>2</sup> okien x	711,00 zł	130 668 zł
wariant 3	wymiana	183,8	m <sup>2</sup> okien x	849,00 zł	156 029 zł
montaż	65	szt nawiewników	x	200,00 zł	13 000 zł

<b>Wybrany wariant: 2</b>	<b>Koszt: 143667,58 zł</b>	<b>SPBT = 14,85</b>
---------------------------	----------------------------	---------------------

**7.2.9 Ocena i wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

**Dane:**  $Q_{ocw} = 66,48 \text{ GJ}$   $q_{ocw} = 2,8 \text{ kW}$

**Opis**

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w c.w.u. proponuje się przez wykonanie nowej instalacji ciepłej wody użytkowej o dużej sprawności, z okresowym wyłączeniem pompy cyrkulacyjnej  
Likwidacja kotłowni gazowej, podłączenie do sieci miejskiej poprzez węzeł dwufunkcyjny  
zmianie ulegną:

sprawność wytwarzania ciepła  $\eta_{w,g}$  z 0,65 na 0,98

sprawność przesyłu ciepłej wody  $\eta_{w,p}$  z 0,7 na 0,80

sprawność akumulacji  $\eta_{w,s}$  z 0,8 na 0,85

Lp.	Jedn	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Średnia moc cwu $q_{cwu\bar{r}}$ MW	0,0028	0,0021
2.	Roczne zapotrzebowanie ciepła GJ/a	66,48	49,86
3.	Roczna opłata zmienna zł/GJ	52,32	49,90
4.	Roczna opłata stała zł/MW/rok	0,00	138033,9
5.	Roczny abonament $A_b$ zł/a	uwzględniony już w c.o.	0
6.	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody zł/a	3 478,45	2 779,06
7.	Różnica zł/a		699,40
8.	Koszt zł/a		59040,0
9.	SPBT lat		84,42

Podstawa przyjętych wartości  $N_{cw}$   
według ofert lokalnych firm instalacyjnych

Koszt wykonania instalacji centralnej ciepłej wody w budynku  
koszt 59040,00 zł

**Koszt = 59 040,00 zł**

**SPBT = 84,42**





**7.2.10 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT lat
1	Wymiana okien	143667,58	14,85
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	187489,63	25,16
2	Ocieplenie dachu budynku	159979,50	35,14
3	Ocieplenie ścian piwnic	55669,71	56,14
4	Ciepła woda użytkowa	59040,00	84,42
	razem	605846,42	

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

Dane:  $Q_{0co} = 369,61 \text{ GJ/a}$   
 $q_{0co} = 74,73 \text{ kW}$

przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych.

Wykonanie nowoczesnej instalacji centralnego ogrzewania z węzła ciepłego.

Lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1.	Wykonanie nowej instalacji c.o. ( 104 grzejniki)	1	312000,00	312000,00
2.	likwidacja kotłowni ,wykonanie węzła ciepłego	1	5200,00	5200,00
			<b>Koszt      zł</b>	<b>317200,00</b>

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	kotownia gazowa	miejska sieć ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,860$	$\eta_w = 0,980$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,800$	$\eta_p = 0,900$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,770$	$\eta_r = 0,880$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,000$	$\eta_e = 1,000$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} = 0,530$	$\eta = 0,776$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,850$	$w_t = 0,850$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - podzielniki kosztów	$w_d = 0,950$	$w_d = 0,950$

#### Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kotły na paliwo gazowe z otwartą komorą spalania	węzeł ciepły z obudową do 100 kW
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	ogrzewanie centralne wodne przewody nieizolowane w przestrzeni nieogrzewanej	przewody zaizolowane w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	ogrzewanie wodne bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	praca z przerwą 12h	bez zmian

**7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Po moderniza.
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	KW	74,73	74,73
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	369,6	369,6
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta_{tot}$		0,53	0,78
4	Obniżenie nocne dobowe	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzew	GJ/rok	563,39	384,53
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	29478,26	19188,68
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	10315,27
9	Roczny abonament	zł/rok	2822,41	0,0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	32300,66	29504,0
11	Różnica	zł/rok		2796,7
12	Koszt modernizacji	zł		317200,0
13	SPBT	lat		113,4

**7.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

**7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr. wariantu					
	1	2	3	4		
Wymiana okien	x	x	x	x		
Ocieplenie ścian zewnętrznych	x	x	x	x		
Ocieplenie dachu budynku	x	x	x			
Ocieplenie ścian piwnic	x	x				
Ciepła woda użytkowa	x					
Wymiana instalacji c.o.	x	x	x	x		

**7,4,2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego i projektu docieplenia budynku**

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt projektu docieplenia	Koszt całkowity [zł]
1.	1+2+3+4+5+6	923046,42			923046,42
2.	1+2+3+4+5	864006,42			864006,42
3.	1+2+3+4	808336,71			808336,71
4.	1+2+3	648357,21			648357,21
5.					
6.					





## 7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.		
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d \cdot w_t$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	
1	0,0486	200,78	0,78	0,81	208,89	17 133,7	0,0021	49,86	2 779,1
2	0,0486	200,78	0,78	0,81	208,89	17 133,7	0,0028	66,48	3 478,5
3	0,0502	211,27	0,78	0,81	219,80	17 896,2	0,0028	66,48	3 478,5
4	0,0585	292,29	0,78	0,81	304,09	23 248,0	0,0028	66,48	3 478,5
0-stan istniejący	0,0747	369,61	0,53	0,81	563,39	32 300,8	0,0028	66,48	3 478,5

warianty	C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cwu}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,0507	258,8	19 912,7	371,1	15 867
2	0,0514	275,4	20 612,1	354,5	15 167
3	0,0530	286,3	21 374,6	343,6	14 405
4	0,0613	370,6	26 726,5	259,3	9 053
0-stan istniejący	0,0775	629,9	35 779,3		

1 wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl\_moc"

2) - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl\_cwu"

**7.4.4 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Lp	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł.	Roczna oszczędność kosztów energii zł.	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii [Q <sub>0</sub> -Q <sub>1</sub> /Q <sub>0</sub> ] [%]	Planowana kwota odskądów własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6	7		
1	wymiana okien ściany zewnętrzne ocieplenie dachu ściany piwnic ciepła woda instalacja c.o.	923046,42	15866,53	58,92%	<u>0,0</u> 923046,4 <u>0,0%</u> 100,0%	184609,28	147687,43	31733,06
2	wymiana okien ściany zewnętrzne ocieplenie dachu ściany piwnic instalacja c.o.	864006,4	15167,1	56,28%	<u>0,0</u> 864006,4 <u>0,0%</u> 100,0%	172801,28	138241,03	30334,27
3	wymiana okien ściany zewnętrzne ocieplenie dachu instalacja c.o.	808336,71	14404,62	54,55%	<u>0,0</u> 808336,7 <u>0,0%</u> 100,0%	161667,34	129333,87	28809,24
4	wymiana okien ściany zewnętrzne instalacja c.o.	648 357	9 053	41,17%	<u>0,0</u> 648357,2 <u>0,0%</u> 100,0%	129671,44	103737,15	18105,55

**7.4.5 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

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

- wymiana okien w budynku
- docieplenie ścian piwnic
- docieplenie dachu budynku
- docieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana na nową instalacji ciepłej wody użytkowej
- wymiana instalacji centralnego ogrzewania, zmiana źródła zasilania
- 

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **58,92%** czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekroczy wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 0,0 zł, co spełnia oczekiwania inwestora

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

### 8.1 Opis robót

W ramach wskazanego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Docieplenie ścian piwnic warstwą 16cm styropianu ekstrudowanego o współczynniku  $\lambda = 0,040\text{W}/(\text{m K})$
2. Docieplenie dachu budynku warstwą 20 cm styropianu z papą o współczynniku  $\lambda = 0,040\text{W}/(\text{m K})$
3. Docieplenie ścian zewnętrznych warstwą 16 cm styropianu o współczynniku  $\lambda = 0,040\text{W}/(\text{m K})$
4. Wymiana okien drewnianych na nowe o współczynniku  $U=1,1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  z nawiewnikami higrosterowalnymi
5. Wymiana instalacji ciepłej wody użytkowej
6. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania, zmiana źródła zasilania na węzeł dwufunkcyjny i sieć miejską ,

### 8.2 Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

lp.	Opis	Obmiar m <sup>2</sup> /szt	Cena jedn. zł/m <sup>2</sup> , zł/szt	Koszt całkowity
1	Ocieplenie ścian piwnic	170,28	326,94	55669,71
2	Ocieplenie dachu	438,30	365,00	159979,50
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	573,47	326,94	187489,63
4	Wymiana okien z nawiewnikami	183,8	781,74	143667,58
5	Wykonanie instalacji centralnego ogrzewania	1,00	317200,00	317200,00
6	Wykonanie instalacji ciepłej wody użytkowej	1,00	59040,00	59040,00

**SUMA 923046,42**

### 8.2 Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

kalkulowany koszt robót wyniesie		923046,42 zł
udział środków własnych inwestora	0,0%	0,00 zł
kredyt bankowy		923046,42 zł
wysokość premii termomodernizacyjnej		31733,06 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		58,2 lat

### 8.3 Dalsze działania inwestora

**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 zmniejszeniem zapotrzebowania ciepła i mocy cieplnej
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia po pierwszym sezonie grzewczym.

## Załączniki do audytu

1. Załącznik nr. 1  
Obliczenie jednostkowych opłat za zużyte ciepło
2. Załącznik nr.2  
Obliczenie współczynników przenikania przegród
3. Załącznik nr.3  
Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
4. Załącznik nr 4.  
Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej
5. Załącznik nr.5  
Wyniki komputerowe obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie w poszczególnych wariantach

**Załącznik nr 1****Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Opłaty za zużycie gazu wg taryfy W-4 PGNiG****Przed modernizacją**




















		<b>Ceny netto</b>	<b>Ceny z VAT</b>
Abonament	zł/m-c	17,60	21,65
Opłata dystrybucyjna stała	zł/m-c	173,62	213,55
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/m-c</b>	<b>191,22</b>	<b>235,20</b>
Opłata za paliwo gazowe	kWh	0,11978	0,1473
Opłata dystrybucyjna zmienna	kWh	0,03336	0,0410
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>kWh</b>	<b>0,15314</b>	<b>0,1884</b>
1 GJ = 277,78 kWh	GJ		<b>52,32</b>

**Po modernizacji****Opłaty za zużycie ciepła wg taryfy dostawcy ciepła**

		<b>Ceny bez VAT</b>	<b>Ceny z VAT 23%</b>
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	6 639,32	8 166,36
Przesył	zł/(MW-m-c)	2 712,57	3 336,46
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 351,89</b>	<b>11 502,82</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	28,38	34,91
Przesył	zł/GJ	12,19	14,87
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>40,57</b>	<b>49,90</b>
<b>Abonament</b>	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	<b>0</b>	<b>0</b>



**Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród (U)****Załącznik nr 2**

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
 <b>PODŁ PIW</b>	Podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: ŚC ZEW PIW						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 1,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,45 m						
 <b>BETON-2200</b>	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	2200	0,840	0,038
 <b>PAPA-ASF</b>	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
 <b>BET-CHUDY</b>	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
 <b>PIASEK-ŚR</b>	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
 <b>GAZOBET-08</b>	0,1500	Gazobeton 08.	0,233	800	1,000	0,644
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m²·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						3,311
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						0,302
 <b>STROP PIWN</b>	Stropodach wentylowany					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 <b>BETON-2200</b>	0,0400	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	2200	0,840	0,031
 <b>STR-DZ3-24</b>	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
 <b>PAPA-ASF</b>	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m²·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m²·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						0,686
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						1,457
 <b>STROPODACH</b>	Stropodach niewentylowany					
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 <b>PAPA-ASF</b>	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
 <b>BETON-2200</b>	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	2200	0,840	0,023
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m²·K/W]:						0,150
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:						0,229
 <b>ŻUŻ-PAL7</b>	0,1000	Żużel paleniskowy - gęstość 700 kg/m³.	0,220	700	0,750	0,455
 <b>STR-DZ3-24</b>	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
 <b>PAPA-ASF</b>	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m²·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						1,139
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						0,878
 <b>ŚC ZEW</b>	Ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 <b>CEGLA-PĘŁN</b>	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
 <b>TYNK-CEM</b>	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,745
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,341
ŚC ZEW PIW	Ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PODE PIW						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,30 m						
CEGLA-PĘŁN	0,5000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,649
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,061
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,740
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,575

## Załącznik nr 3

## 4. Wentylacja naturalna

## 4.1. Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430/AZ3:2000

pomieszczenie	ilość	strumień powietrza wg. normy w m <sup>3</sup> /h	Strumień w m <sup>3</sup> /s	Łączne zap. powietrza w m <sup>3</sup> /s
kuchnia z oknem	0	70	0,019	0,000
łazienka ( z WC lub	0	50	0,014	0,000
oddzielne WC	0	30	0,008	0,000
pomieszczenia wentylowane		3253,10	0,904	0,904
ŁĄCZNIE V <sub>o</sub>				0,904

V <sub>o</sub>	3 253 m <sup>3</sup> /h
----------------	-------------------------

Kubatura wentylowana budynku 3 253 m<sup>3</sup>/hkrotność wymiany powietrza wentylacyjnego 1,00 h<sup>-1</sup>

## 4.2. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN 12831

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}), \text{ m}^3/\text{h} \quad \dot{V}_{mini} = n_{min} \cdot V_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

Wg PN-EN 12831 minimalna  
krotność powietrza na godzinę dla  
pomieszczeń mieszkalnych, kuchni i

n <sub>min</sub>	0,5 h <sup>-1</sup>
V <sub>i</sub>	3 253 m <sup>3</sup> /h
V <sub>min</sub>	1 627 m <sup>3</sup> /h

Wg PN-EN 12831 strumień powietrza na

$$\dot{V}_{inf,i} = V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

Średni stopień obudowy budynku

Współczynnik osłonięcie, więcej niż jedna fasada odsłonięta

Współczynnik poprawkowy ze względu na  
wysokość (wartość średnia dla 15 m)

V <sub>i</sub>	3 253 m <sup>3</sup> /h
n <sub>50</sub>	4 h <sup>-1</sup>
e	0,02
ε	1,07
V <sub>inf</sub>	278 m <sup>3</sup> /h

$$V_{min} > V_{inf}$$

## 4.3. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-EN 12831 V<sub>nom</sub> = Ψ = 3 253 m<sup>3</sup>/h

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki
C <sub>r</sub>	1,0	0,7
C <sub>w</sub>	1,0	1,0
C <sub>m</sub>	1,0	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$$C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} = 3 253,1 \cdot 2 277,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$C_m \cdot \Psi = 3 253,1 \cdot 3 253,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Załącznik nr 4

## Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Jednostkowe dobowe zużycie c.w.u. $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)	0,8	0,8
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temp. powietrza (powierzchnia ogrzewana) $A_f$	m <sup>2</sup>	1032,73	1032,73
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu $\theta_w$	°C	55	55
temperatura wody zimnej $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. $k_R$	-	0,55	0,55
czas użytkowania $t_R$	doba	365	365
Ilość mieszkańców / użytkowników	-	169	169
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła użytkowego</b> $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	<b>8 687</b>	<b>8 687</b>
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,98	0,98
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,6	0,8
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,8	0,8
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,47	0,63
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,W}$	kWh/a	<b>18 467</b>	<b>13 850</b>
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,W}$	GJ/a	<b>66,48</b>	<b>49,86</b>

## Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan istniejący
(1)	(2)	(3)	(3)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,046	0,046
Wsp. godzinowej nierównomierności $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,666	2,666
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,220	0,165
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	7,5	5,6
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	<b>2,81</b>	<b>2,11</b>

**Wyniki komputerowych obliczeń zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie****Załącznik nr 5**

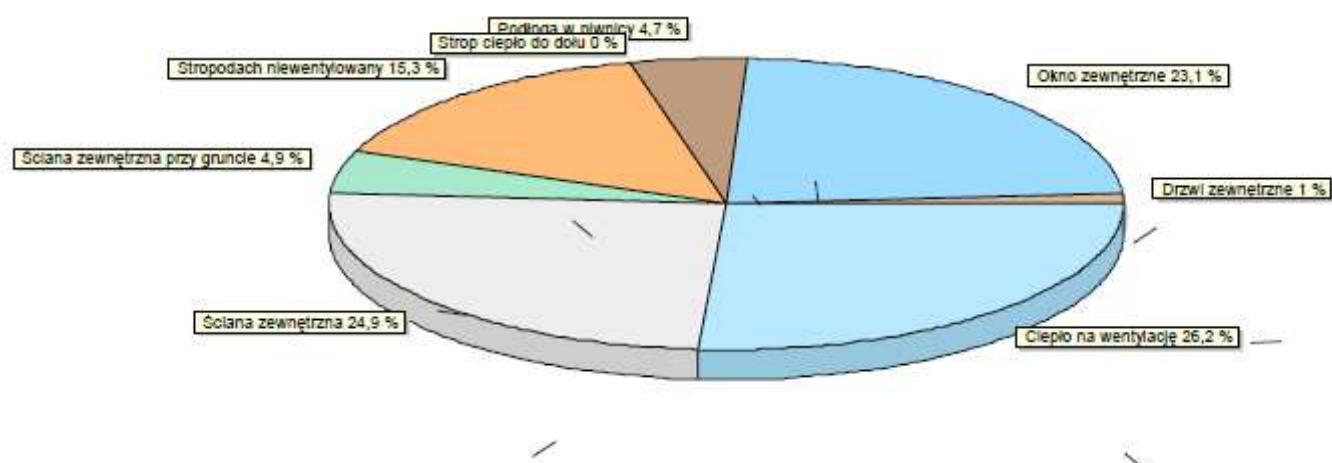
Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ GJ/a
1	48,61	200,78
2	48,61	200,78
3	50,19	211,27
4	58,49	292,29
5	0,00	0,00
6	0,00	0,00
7		
8		

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Przedszkole Miejskie nr 1 ul. Wroniecka	
Miejscowość:	Czarnków	
Adres:	Wroniecka 30	
Projektant:		
Data obliczeń:	Wtorek 13 Października 2015 16:25	
Data utworzenia projektu:	Wtorek 13 Października 2015 16:25	
Plik danych:	C:\Audytor4Pro\Dane\Rolna 2 Przedszkole.ozd	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Piła	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	996,9	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	3111,3	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	60223	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	14510	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	74733	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	74733	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	75,0	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	24,0	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	544,5	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$ :	0,0	m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	1068,8	m³/h



Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :	1360,9	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :	1360,9	m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :	1360,9	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	2449,9	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-3,2	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Piła	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	2271,2	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	369,61	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	102671	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	997	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	3111,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	370,8	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	103,0	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	118,8	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	33,0	kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Sportowo-rekreac.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski	
Krotność wymiany powietrza wewn. $n_{50}$ :	5,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła	
Temperatura powietrza nawiewanego $\theta_{su}$ :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego $\theta_c$ :	20,0	°C

## Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1 % Drzwi zewnętrzne	23,1 % Okno zewnętrzne	4,7 % Podłoga w piwnicy
0 % Strop ciepło do dołu	15,3 % Stropodach niewentylowany	4,9 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
24,9 % Ściana zewnętrzna	26,2 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	7,65	2126	1,0
Okno zewnętrzne	174,89	48580	23,1
Podłoga w piwnicy	35,88	9968	4,7
Strop ciepło do dołu	0,00	0	0,0
Stropodach niewentylowany	116,13	32259	15,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	37,01	10281	4,9
Ściana zewnętrzna	188,71	52420	24,9
Ciepło na wentylację	198,44	55122	26,2
Razem	758,72	210756	100,0



## Wydruk komputerowy obliczeń dla stanu po modernizacji

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Przedszkole Miejskie nr 1 ul. Wroniecka	
Miejscowość:	Czarnków	
Adres:	Wroniecka 30	
Projektant:		
Data obliczeń:	Wtorek 13 Października 2015 21:11	
Data utworzenia projektu:	Wtorek 13 Października 2015 21:11	
Plik danych:	C:\Audytor4Pro\Dane\Rolna 2 Przedszkole.ozd	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Piła	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	996,9	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	3111,3	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	34296	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	14313	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	48609	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	48609	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	48,8	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	15,6	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	544,5	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :	0,0	m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	1068,8	m³/h