



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Adres budynku	Publiczne Gimnazjum ulica: Ul. Wroniecka 136 kod: 64-700 Czarneków województwo: wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Ireneusz Stadnik tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 61/2015

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	oświatowy	1.2 Rok ukończenia budowy	1966
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Miasta Czarnków Plac Wolności 6 64-700 Czarnków	1.4 Adres budynku	ul. Wroniecka 136 64-700 Czarnków województwo wielkopolskie
2. Nazwa , nr REGON i adres firmy wykonującej audyt: TERMOEKO Firma Usługowo-Projektowa Iwona Stadnik REGON: 572122208 64-920 Piła ul. Dąbrowskiego 115 tel.067 213 94 40 ; 0605 034 063.			
3. Imię i nazwisko , nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu , posiadane kwalifikacje , podpis. mgr inż.. Ireneusz Stadnik , 58102006374 , 64-920 Piła ul. Dąbrowskiego 115 upr.bud. nr. 7342/1834/94 autoryzacja audytora KAPE nr 47			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje
5. Miejscowość	Piła	data wykonania opracowania	14.10.2015
6. Spis treści 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	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	7487,25	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2354,48	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2354,48	
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	360	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m.]	0,44	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m ² K)]		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	ściany zewnętrzne	1,43	0,21
2.	Dach/stropodach	0,71	0,16
3.	podłoga na gruncie	0,27	0,27
4.	Okna	2,60	1,10
5.	Drzwi/bramy	2,50	2,50
6.	inne		
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	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	1,00	1,00
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 ³ /h]	7487,25	5241,07
4.	Liczba wymian [l/h]		
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [KW]	219,89	121,49
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu. [KW]	6,41	4,81
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1750,00	925,52
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	2134,27	1003,33
5	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu [GJ/rok]	151,57	113,67
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 ³ rok]	67,70	35,70
8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	97,14	45,53
9	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	283,31	132,80
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie ^{*)} zł.	49,90	49,90
2	Opłata 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ^{**)} zł.	11502,82	11502,82
3	Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej zł.	12,29	9,22
4	Opłata 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu. na miesiąc zł.	11502,82	11502,82
5	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie zł.	4,84	2,37
6	Inne		-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł.]	1562065,28	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	51,13%
Planowane koszty całkowite [zł]	1562065,28	Premia termomodernizacyjna [zł]	143816,87
		Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	71908,44
^{*)} - opłata zmienna związana z przesyłem i dystrybucją jednostki energii ^{**)} - 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 - Centrum Projektowe C2 Magdalena Wilczyńska
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	1600000 zł

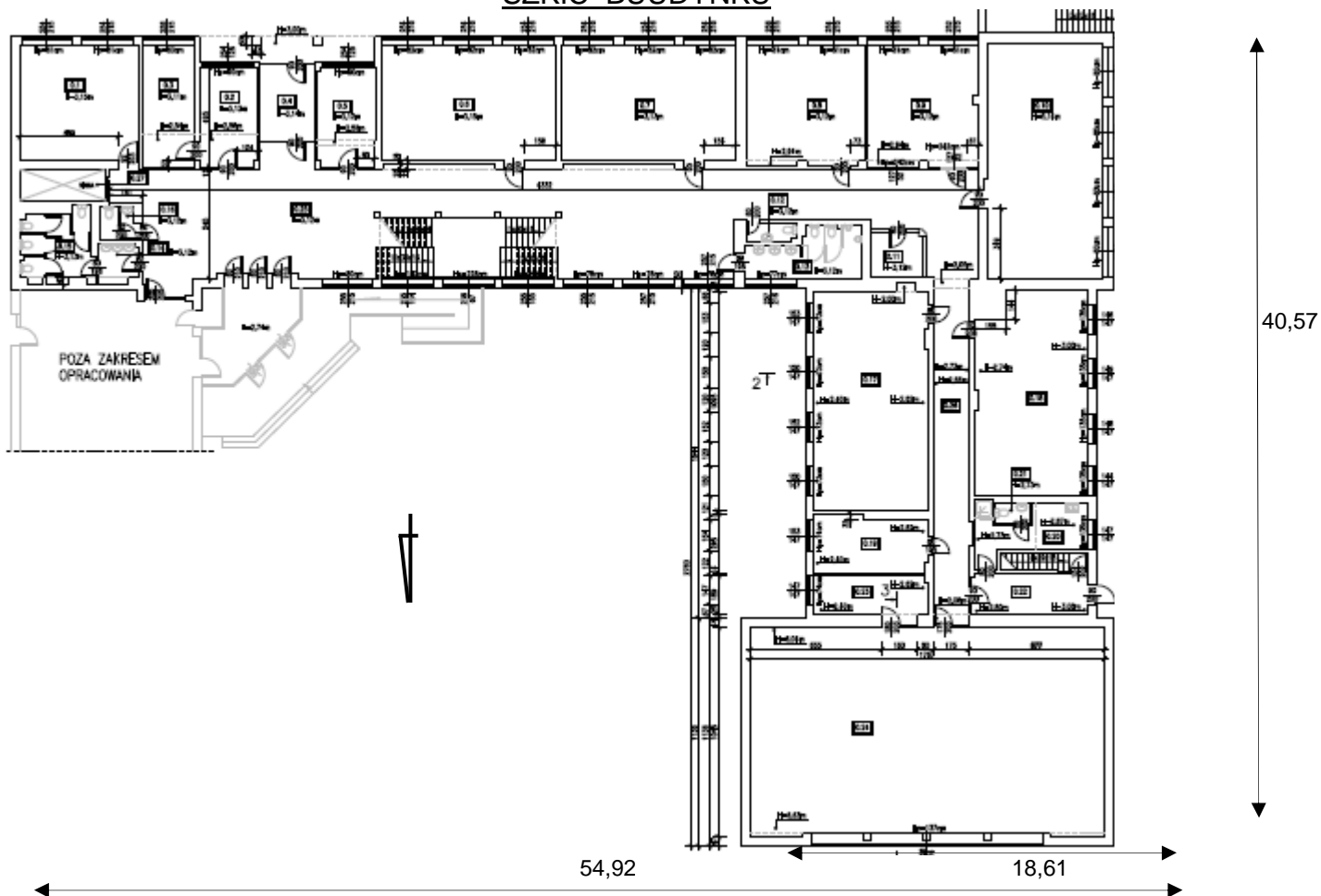
4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

4.a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku				
Własność	prywatna	spółdzielcza	x komunalna	wspólnota mieszkaniowa
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszkalno-usługowy	x inny	
Osiedle				
Adres	Gimnazjum ul. Wroniecka 136 Czarnków			
Budynek	x wolno stojący bliźniak segment w zabudowie szeregowej 			

Rok budowy	1966	Rok zasiedlenia	1966	
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 X tradycyjna ramowa
szkieletowa	inna - określić	MBY	wielki blok	
1. Powierzchnia zabudowana [m ²]	1146,46	11. Liczba klatek schodowych	1	
2. Kubatura budynku [m ³]	10207,1	12. Liczba kondygnacji	1	
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szczytów, loggi i galerii [m ³]	7487,25	13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,2 6,6	
4. Powierzchnia użytkowa [m ²]	2354,48	14. Liczba użytkowników	360	
5. Powierzchnia korytarzy [m ²]		15. Liczba mieszkań	0	
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu [m ²]	0,00	16. Liczba mieszkań z WC w łazience	0	
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]		17. Liczba mieszkań z WC osobno		
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy) [m ²]	0,00			
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²] (4+5+6+7+8)	2354,48			
10. Budynek podpiwniczony	częściowo			

SZKIC BUDYNKU





4 c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły dwupiętrowy wykonany w technologii tradycyjnej, połączony parterowym łącznikiem z salą sportową. Budynek łącznika podpiwniczony, nie ogrzewany

Ściany zewnętrzne budynku głównego wykonane z cegły silikatowej pełnej grubości 52 cm

ściany zewnętrzne łącznika wykonane z cegły kratówki grubości 45cm

Ściany sali sportowej wykonane z cegły pełnej grubości 50 cm , ściana z oknami od ulicy docieplona warstwą 12 cm styropianu

Przykrycie stropodachu wentylowanego stanowi układ z prefabrykowanych żelbetowych grubości 10cm opartych na ażurowych ściankach z cegły dziurawki ustawionych na stropie ostatniej kondygnacji.

Strop typu DZ-3 grubości 23cm

Ocieplenie stropodachu stanowi trocinobeton grubości 10cm

Dach nad łącznikiem wykonany jako wentylowany bez izolacji termicznej

Dach sali sportowej wykonany z płyt korytkowych opartych na wiązarach stalowych. Izolację dachu stanowi warstwa około 20cm trzciny i słomy

Podłoga na gruncie izolowana warstwą 10 cm trocinobetonu

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

Okna sali sportowej wymienione na nowe $U=1,4W/m^2K$

Drzwi wejściowe zewnętrzne nowe z profili aluminiowych

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 zewnętrzna	S	700,63	643,96	1,43	254,60	2,60	2,00
śc zewnętrzna	W	289,31	262,62	1,43	76,52	2,60	1,70
śc zewnętrzna	N	470,42	427,65	1,43	133,40	2,60	5,18
śc.hali docieplona	N		130,27	0,27	40,99	1,4	
śc zewnętrzna	E	163,26	131,00	1,43	13,23	2,60	
podłoga na gruncie			704,40	0,27			
stropodach		1124,00	860,00	0,71			
strop piwnic			255,13	0,65			

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.	219,89 kW 6,41 kW
2	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania Q_H	1750 GJ
3	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła EV	67,70 kWh/m ³ a
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania Q_S	2134,27 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	11 502,82 49,90 0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	instalacja dwururowa pompowa z rozdziałem dolnym ciepło z sieci miejskiej dostarczane do węzła cieplnego
2	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3	Przewody w instalacji	Stalowe czarne spawane, prowadzone po wierzchu. Stan izolacji przewodów zły
4	Oślonienie grzejników	tak
5	Zawory termostatyczne	tak
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	η_g	0,99
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,70
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	c.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym
2	Piony i ich izolacja	Piony usytuowane na wierzchu, przewody rozprowadzające usytuowane w kanałach pod posadzką, słaba izolacja przewodów
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 ³ GJ 42 101,5 GJ

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	7 487

4h. Charakterystyka węzła cieplnego

Ciepło wytwarzane z węzła cieplnego dwufunkcyjnego, węzeł z automatyką pogodową i licznikiem ciepła

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, z zaworami termostatycznymi przy grzejnikach

Grzejniki żeliwne i płytowe, poziomy rozprowadzane w kanałach pod posadzką, słaba izolacja przewodów

Przewody skorodowane. Niska sprawność instalacji

5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja tradycyjna, przewody rozprowadzane pod posadzką słaba izolacja, brak możliwości zlokalizowania wycieków wody, duże straty ciepła na cyrkulacji

Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy	
1	Przegrody zewnętrzne	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 $U = 1,430$	0,70	4,0
	podłoga na gruncie $U = 0,273$	3,66	4,0
	stropodach $U = 0,710$	1,41	5,0
2	Okna drewniane dwuszybowe $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	Pożądana wymiana okien na nowe o lepszym współczynniku U	
3	Wentylacja grawitacyjna okna szczelne, zbyt mały napływ powietrza	Możliwość zastosowania nawiewników higrosterowalnych w nowych oknach	
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej instalacja tradycyjna, duże straty na cyrkulacji	pożądana wymiana instalacji na nową	
5	System grzewczy instalacja tradycyjna, przewody skorodowane 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 przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu poprzez naklejenie warstwy styropianu z papą
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana okien na nowe PCV
4	Zwiększenie sprawności ogrzewania	Wykonanie nowej instalacji c.o.
5	Zwiększenie sprawności ciepłej wody użytkowej	Wymiana instalacji ciepłej wody na nową
Uwagi:		

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 stropodachu Wymiana stolarki okiennej 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}	11502,82	11 502,82	zł/MW*m-c
O_{0z}, O_{1z}	49,90	49,90	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	0	0	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			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =	983,79			
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A _{koszt} =	1136,98			
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 ² ·K) / W						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3 - o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantie 2						
λ = 0,04						
Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² ·K)/W		3,50	4,00	4,50
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,699	4,20	4,70	5,20
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *SD*A/R	GJ/a	428,08	71,29	63,70	57,58
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,053	0,0089	0,0080	0,0072
6	roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =(Q _{0u} -Q _{1u})O _z +12(q _{0u} -q _{1u})O _m	zł/rok		23954,80	24464,04	24875,34
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m ²		323,00	326,94	334,00
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		367245,0	371725,0	379752,0
9	SPBT= Nu/ΔO _{ru}	lata		15,33	15,19	15,27
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,43	0,24	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg. ofert firm budowlanych . koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 371725.03 zł		SPBT = 15.19		

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		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =		860,00		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A _{koszt} =		1124,00		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu przez ułożenie na powierzchni dachu warstwy styropianu z papą o λ= 0,041 W/mK. Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej .						
λ= 0,041						
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 ² *K)/W		4,39	4,88	5,37
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	1,408	5,80	6,29	6,77
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *SD*A/R	GJ/a	185,80	45,13	41,63	38,63
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,023	0,0056	0,0052	0,0048
6	roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =(Q _{0u} -Q _{1u})O _z +12(q _{0u} -q _{1u})O _m	zł/rok		9444,51	9679,62	9880,87
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m ²		361,35	365,00	383,25
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		406157,0	410260,00	430773,0
9	SPBT= Nu/ΔO _{ru}	lata		43,00	42,38	43,60
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,71	0,17	0,16	0,15
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg. ofert firm budowlanych koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu do docieplenia.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 410260,00 zł		SPBT = 42,38		

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

$$A_{ok2,6} = 477,8$$

$$V_{norm2,6} = 7487$$

$$C_w = 1$$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę 102 szt. istniejących okien drewnianych 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 wariantach 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 ² K	3,0	1,3	1,10	0,90
2	0,0000864 Sd*A _{ok} *U	GJ/rok	436,13	188,99	159,91	130,84
3	Współczynnik C _r	-	1,00	1,00	0,70	0,70
	Współczynnik c _m		1,00	1,00	1,00	1,00
4	0,0000294C _r *C _w *V _{nom} *Sd	GJ/rok	775,26	775,26	542,68	542,68
5	Q ₀ , Q ₁ = (2) + (4)	GJ/rok	1211,39	964,25	702,59	673,52
6	10 ⁻⁶ *A _{ok} (t _{w0} - t _{z0}) *U	MW	0,054464	0,023601	0,019970	0,016339
7	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *C _w *V _{nom} *(t _{w0} -t _{z0})	MW	0,096735	0,096735	0,096735	0,096735
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,151199	0,120336	0,116705	0,113074
9	ΔO _{rok} + ΔO _{rw}	zł/rok		16592,57	30150,52	32102,58
10	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		329 648	339680,25	405609,75
11	Koszt modernizacji wentylacji				20 400	20 400,00
12	SPBT = (N _{ok} + N _w)/(ΔO _{rok} + ΔO _{rw})			19,87	11,94	13,27

Podstawa przyjętych wartości Nu

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² wg. ofert producentów okien z terenu Polski

wariant 1	wymiana	477,8	m ² okien x	690,00 zł	329 648 zł
wariant 2	wymiana	477,8	m ² okien x	711,00 zł	339 680 zł
wariant 3	wymiana	477,8	m ² okien x	849,00 zł	405 610 zł
	montaż	102	szt nawiewników x	200,00 zł	20 400 zł

Wybrany wariant: 2 Koszt: 360080,25 zł SPBT = 13,27

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

Dane: $Q_{ocw} = 151,57 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 6,4 \text{ kW}$

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

zmianie ulegną:

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

sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$ z 0,70 na 0,80

sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$ z 0,80 na 0,80

Lp.		Jedn	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Średnia moc cwu q _{cwu}	MW	0,0064	0,0048
2.	Roczne zapotrzebowanie ciepła	GJ/a	151,57	113,67
3.	Roczna opłata zmienna	zł/GJ	49,90	49,90
4.	Roczna opłata stała	zł/MW/rok	138033,90	138033,9
5.	Roczny abonament Ab	zł/a	0	0
6.	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/a	8 447,82	6335,86
7.	Różnica	zł/a		2111,95
8.	Koszt	zł/a		75000,0
9.	SPBT	lat		35,51

Podstawa przyjętych wartości N_{cw}

według ofert lokalnych firm instalacyjnych

Koszt wykonania instalacji centralnej ciepłej wody w budynku
koszt 75000,00 zł

Koszt = 75 000,00 zł **SPBT = 35,51**

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	360080,25	13,27
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	371725,03	15,19
3	Ciepła woda użytkowa	75000,00	35,51
4	Ocieplenie stropodachu	410260,00	42,38
5			
	razem	1217065,28	

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

Dane: $Q_{0co} = 1750 \text{ GJ/a}$
 $q_{0co} = 219,89 \text{ kW}$

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. (115 grzejników)	1	345000,00	345000,00
Koszt zł				345000,00

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	miejska sieć ciepła	miejska sieć ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,990$	$\eta_w = 0,990$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,800$	$\eta_p = 0,900$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,880$	$\eta_r = 0,880$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,000$	$\eta_e = 1,000$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} = 0,697$	$\eta = 0,784$
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	$w_d = 1,000$	$w_d = 1,000$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł kompaktowy z obudową mocy nominalnej powyżej 100kW	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	ogrzewanie centralne wodne przewody nieizolowane w przestrzeni nieogrzewanej	ogrzewanie centralne wodne, przewody izolowane w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K	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 ciągła	bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Po moderniza.
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	KW	219,89	219,89
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1750,0	1750,0
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}		0,70	0,78
4	Obniżenie nocne dobowe	-	1,00	1,00
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	2134,27	1897,13
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	106502,36	94668,77
8	Roczna opłata stała	zł/rok	30352,27	30352,27
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0,0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	136854,64	125021,0
11	Różnica	zł/rok		11833,6
12	Koszt modernizacji	zł		345000,0
13	SPBT	lat		29,2

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			
Ciepła woda użytkowa	x	x				
Ocieplenie stropodachu	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	1562065,28			1562065,28
2.	1+2+3+4	1151805,28			1151805,28
3.	1+2+3	1076805,28			1076805,28
4.	1+2	705080,25			705080,25
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. ¹⁾	η	$w_d \cdot w_t$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok
1	0,1215	925,52	0,78	0,85	1 003,33	66 837,1	0,0064	113,67	6 557,0
2	0,1447	1114,79	0,78	0,85	1 208,51	80 275,3	0,0064	113,67	6 557,0
3	0,1447	1114,79	0,78	0,85	1 208,51	80 275,3	0,0064	151,57	8 447,8
4	0,1926	1510,76	0,78	0,85	1 637,77	108 317,4	0,0064	151,57	8 447,8
0-stan istniejąc	0,2199	1750,00	0,70	0,85	2 134,27	136 854,7	0,0064	151,57	8 447,8

warianty	C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,1279	1 117,0	73 394,1	1 168,8	71 908
2	0,1511	1 322,2	86 832,3	963,7	58 470
3	0,1511	1 360,1	88 723,2	925,8	56 579
4	0,1990	1 789,3	116 765,2	496,5	28 537
0-stan istniejący	0,2263	2 285,8	145 302,5		

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 [$Q_0 - Q_1 / Q_0$] [%]	Planowana kwota odków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6	7		
1	Stropodach Dach łącznika ściany szczytowe ściany podłużne ciepła woda instalacja c.o.	1562065,28	71908,44	51,13%	<u>0,0</u> 1562065,3 <u>0,0%</u> 100,0%	312413,06	249930,44	143816,87
2	Stropodach Dach łącznika ściany szczytowe ściany podłużne instalacja c.o.	1151805,3	58470,2	42,16%	<u>0,0</u> 1151805,3 <u>0,0%</u> 100,0%	230361,06	184288,84	116940,34
3	Stropodach Dach łącznika ściany zewnętrzne instalacja c.o.	1076805,3	56579,35	40,50%	<u>0,0</u> 1076805,3 <u>0,0%</u> 100,0%	215361,06	172288,84	113158,70
4	Stropodach stropodach instalacja c.o.	705080,3	28 537	21,72%	<u>0,0</u> 705080,3 <u>0,0%</u> 100,0%	141016,05	112812,84	57074,64

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:

- docieplenie stropodachu
- wymiana stolarki okiennej
- docieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana centralnej instalacji ciepłej wody
- wymiana instalacji centralnego ogrzewania

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **51,13%** 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 dachu budynku głównego, łącznika i sali gimnastycznej warstwą 20 cm styropianu z papą o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$
2. Docieplenie ścian zewnętrznych warstwą 16 cm styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$
3. Wymiana stolarki okiennej na nową PCV o współczynniku $U=1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ z nawiewnikami higrosterowalnymi
4. Wymiana centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej
5. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania ,

8.2 Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ip.	Opis	Obmiar m^2/szt	Cena jedn. $\text{zł}/\text{m}^2, \text{zł}/\text{szt}$	Koszt całkowity
1.	Ocieplenie stropodachu	1124,00	365,00	410260,00
2.	Wymiana okien	477,75	753,70	360080,25
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1136,98	326,94	371725,03
4.	Wymiana instalacji ciepłej wody użytkowej	1,00	75000,00	75000,00
5.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania	1,00	345000,00	345000,00

SUMA 1562065,28

8.2 Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

kalkulowany koszt robót wyniesie		1 562 065,28 zł
udział środków własnych inwestora	0,0%	0,00 zł
kredyt bankowy		1562065,28 zł
wysokość premii termomodernizacyjnej		143816,87 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		21,7 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 ciepła wg taryfy dostawcy ciepła**

Założenia:

- budynek z węzłem indywidualnym należącym do odbiorcy ciepła
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku



















Przed modernizacją

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

Po modernizacji

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

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

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 PODŁ GRUNT	Podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłożu: ŚC ZEW						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 1,50 m						
Pozioma izol. krawędziowa: PAPA-ASF o grubości d_{nh} = 0,01 m i długości D_h = 1,00 m						
Pionowa izol. krawędziowa: PAPA-ASF o grubości d_{nv} = 0,01 m i długości D_v = 0,50 m						
 BETON-2200	0,0350	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,300	2200	0,840	0,027
 PL-WIÓ-CE4	0,1200	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,857
 PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
 PIASEK-ŚR	0,3000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,750
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						3,667
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,273
 PODŁ PIW	Podłoga w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłożu: ŚC ZEW PIW						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 1,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,45 m						
 BETON-2200	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,300	2200	0,840	0,038
 PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
 BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
 PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
 GAZOBET-08	0,1500	Gazobeton 08.	0,233	800	1,000	0,644
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						3,311
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,302
 STROP PIWN	Stropodach wentylowany					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 BETON-2200	0,0400	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,300	2200	0,840	0,031
 STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
 PL-WIÓ-CE4	0,1200	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,857
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						1,543
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,648
 STROPODACH	Stropodach niewentylowany					
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
BETON-2200	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, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,239
PL-WIÓ-CE4	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,714
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,408
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,710
ŚC ZEW	Ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
CEGLA-SILP	0,5000	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	1900	0,880	0,500
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,429
ŚC ZEW DOC	Ściana zewnętrzna hali docieplona					
Rodzaj przegrody: ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
CEGLA-SILP	0,5000	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	1900	0,880	0,500
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
STYROPIANS	0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						3,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,270
ŚC ZEW ŁAC	Ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
CEGLA-KRAT	0,4500	Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento	0,560	1300	0,880	0,804
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,004
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,996
ŚC ZEW PIW	Ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PODEL PIW						
Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,30 m						
CEGLA-PŁN	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 ² ·K/W]:						1,061
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,740
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·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 ³ /h	Strumień w m ³ /s	Łączne zap. powietrza w m ³ /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		7487,25	2,080	2,080
ŁĄCZNIE V _o				2,080

V _o	7 487 m ³ /h
----------------	-------------------------

Kubatura wentylowana budynku	7 487 m ³ /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	1,00 h ⁻¹

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 _{min}	0,5 h ⁻¹
V _i	7 487 m ³ /h
V _{min}	3 744 m ³ /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 _i	7 487 m ³ /h
n ₅₀	4 h ⁻¹
e	0,02
ε	1,07
V _{inf}	639 m ³ /h

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

4.3. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg f $V_{nom} = \Psi = 7 487 \text{ m}^3/\text{h}$

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki
c _r	1,0	0,7
c _w	1,0	1,0
c _m	1,0	1,0

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

$$c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} = 7 487,2 \quad 5 241,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m \cdot \Psi = 7 487,2 \quad 7 487,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

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 ³ /(m ² *dzień)	0,8	0,8
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temp. powietrza (powierzchnia ogrzewana) A_f	m ²	2354,48	2354,48
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_w	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_R	-	0,55	0,55
czas użytkowania t_R	dość	365	365
Ilość mieszkańców / użytkowników	-	360	360
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	19 805	19 805
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 ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	42 101	31 576
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	151,57	113,67

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 $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,105	0,105
Wsp. godzinowej nierównomierności $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,217	2,217
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 ³	0,220	0,165
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	14,2	10,7
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	6,41	4,81

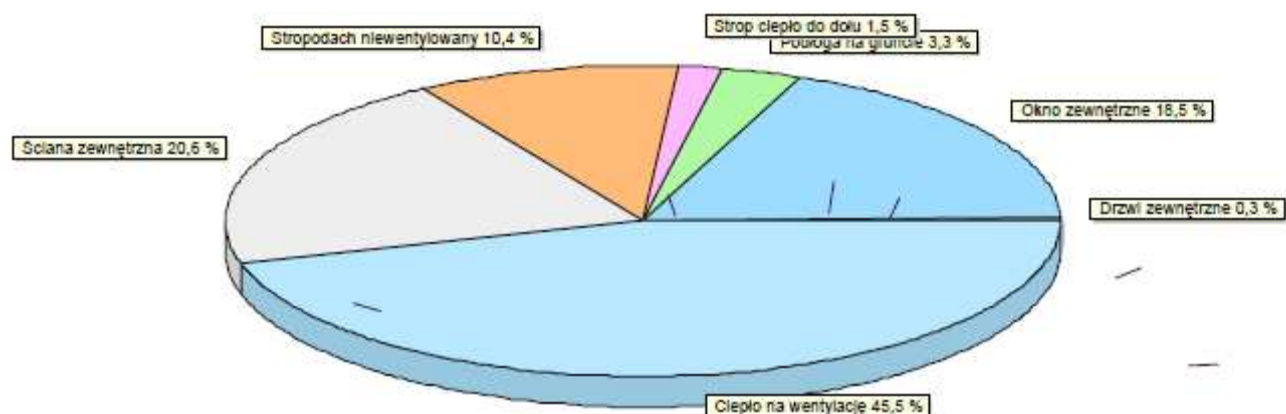
Wyniki komputerowych obliczeń zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie**Załącznik nr 5**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H GJ/a
1	121,49	925,52
2	144,67	1114,79
3	144,67	1114,79
4	192,64	1510,76
5	0,00	0,00
6	0,00	0,00
7		
8		

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Gimnazjum ul. Wroniecka	
Miejscowość:	Czarnków	
Adres:	Wroniecka 136	
Projektant:		
Data obliczeń:	Środa 14 Października 2015 11:31	
Data utworzenia projektu:	Środa 14 Października 2015 11:31	
Plik danych:	C:\Audytor4Pro\Dane\Gimnazjum Wroniecka 136.	
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 θ_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 δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2099,3	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7204,7	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	152428	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	67457	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	219885	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	219885	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	104,7	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	30,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1280,6	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:	0,0	m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	13263,2	m³/h

Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	13263,2	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	13263,2	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	13263,2	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	2,2	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	15624,4	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	4,6	°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 $V_{v,H}$:	15784,8	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1755,42	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	487616	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2099	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7204,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	836,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	232,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	243,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	67,7	kWh/(m ³ ·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 θ_{su} :		°C
Temperaturapowietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,3 % Drzwi zewnętrzne	18,5 % Okno zewnętrzne	3,3 % Podłoga na gruncie
1,5 % Strop ciepło do dołu	10,4 % Stropodach niewentylowany	20,6 % Ściana zewnętrzna
45,5 % Ciepło na wentylację		

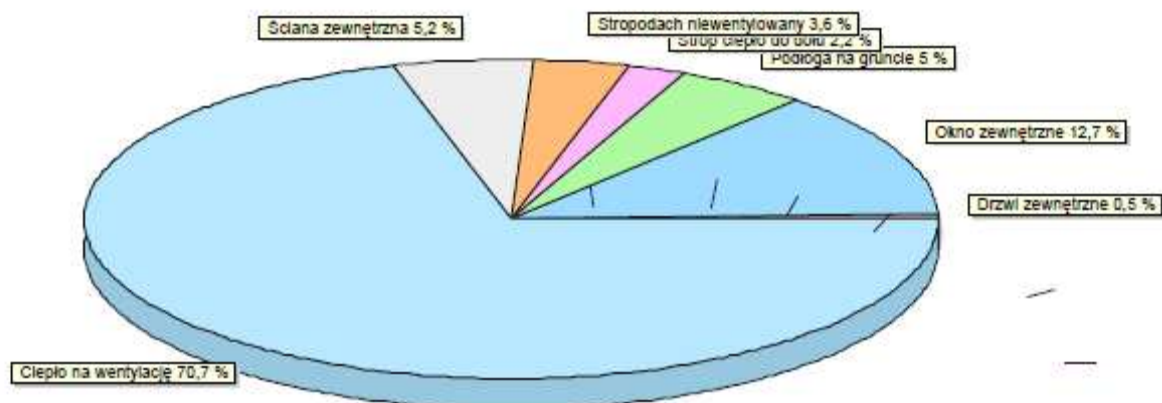
Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	8,14	2262	0,3
Okno zewnętrzne	472,58	131272	18,5
Podłoga na gruncie	83,52	23201	3,3
Strop ciepło do dołu	37,17	10325	1,5
Stropodach niewentylowany	266,61	74059	10,4
Ściana zewnętrzna	527,53	146536	20,6
Ciepło na wentylację	1165,81	323835	45,5
Razem	2561,37	711490	100,0

Wydruk komputerowy obliczeń dla stanu po modernizacji

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Gimnazjum ul. Wroniecka	
Miejscowość:	Czarnków	
Adres:	Wroniecka 136	
Projektant:		
Data obliczeń:	Środa 14 Października 2015 16:46	
Data utworzenia projektu:	Środa 14 Października 2015 16:46	
Plik danych:	C:\Audytor4Pro\Dane\Gimnazjum Wroniecka 136.	
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 θ_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/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2099,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7204,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	54035	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	67457	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	121492	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	121492	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	57,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	16,9	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1280,6	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:	0,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	13263,2	m ³ /h

Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	13263,2	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	13263,2	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	13263,2	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	2,2	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	15624,4	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	4,6	°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 $V_{v,H}$:	15784,8	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	925,52	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	257089	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2099	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7204,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	440,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	122,5	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	128,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	35,7	kWh/(m ³ ·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 θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	12,7 % Okno zewnętrzne	5 % Podłoga na gruncie
2,2 % Strop ciepło do dołu	3,6 % Stropodach niewentylowany	5,2 % Ściana zewnętrzna
70,7 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	8,14	2262	0,5
Okno zewnętrzne	210,02	58339	12,7
Podłoga na gruncie	82,69	22969	5,0
Strop ciepło do dołu	36,90	10250	2,2
Stropodach niewentylowany	59,94	16649	3,6
Ściana zewnętrzna	85,76	23822	5,2
Ciepło na wentylację	1166,06	323906	70,7
Razem	1649,51	458197	100,0