



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008
o wspieraniu termomodernizacji i remontów**

Adres budynku	Gimnazjum nr4 im. I. J. Paderewskiego w Pile ulica: Kujawska 18 kod: 64-920 Piła powiat: pilski województwo: wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Ireneusz Stadnik tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 45/2013

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2 Rok ukończenia budowy	1964
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Piła ul. Plac Staszica 10 64-920 Piła	1.4 Adres budynku	Ul. Kujawska 18 64-920 Piła powiat pilski 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 0047			
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	grudzień 2013
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	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	15121,00
4.	Powierzchnia netto budynku	[m ²]	3773,60
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m ²]	0,00
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	3773,60
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	448	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny	
11.	Współczynnik kształtu A/V	[1/m.]	0,43
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
		[W/(m ² K)]	
1.	ściany zewnętrzne szczytowe	1,43	0,24
2.	Dach/stropodach	0,69	0,18
		6,25	0,20
3.	podłoga na gruncie	0,37	0,37
4.	Okna	2,70	1,10
5.	Drzwi/bramy	2,70	1,10
6.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłania	0,97	0,97
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,93	0,93
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	0,91	0,91
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]	9330,00 9330,00
4.	Liczba wymian	[l/h]	
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania	[KW]	617,05 229,80
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu.	[KW]	9,50 9,50
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	3692,84 999,97
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	3198,39 866,08
5	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	[GJ/rok]	123,13 123,13
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego .(służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ]	3205,71

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]	67,80	18,40
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]	58,72	15,94
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]	218,95	59,33
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie ^{*)} zł.	54,54	54,54
2	Opłata 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ^{**)} zł.	10626,72	10626,72
3	Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej zł.	17,69	17,69
4	Opłata 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu. na miesiąc zł.		
5	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie zł.	5,59	1,69
6	Inne	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł.]	1428495,4	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	70,22%
Planowane koszty całkowite [zł]	1428495,4	Premia termomodernizacyjna [zł]	228559,26
		Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	176582,2
^{*)} - 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:**

Dokumentacja projektowo-kosztorysowa budynku 1962r.
Projekt techniczny Sali gimnastycznej - architektura 2003r.
Projekt instalacji c.o. Sali gimnastycznej 2007r.
Projekt wymiany instalacji c.o. w budynku szkoły 2009r.
Mapa sytuacyjno wysokościowa osiedla

3.2. Inne dokumenty:

- Taryfa dla ciepła z MEC Piła
- Dane odnośnie rocznego zużycia ciepła

3.3. Osoby udzielające informacji:

- Przedstawiciel Zarządcy budynku

3.4. Data wizji lokalnej :

listopad .2013 roku

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykonanie obliczeń do ewentualnej korekty mocy zamówionej na c.o.
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej

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	1500000 zł

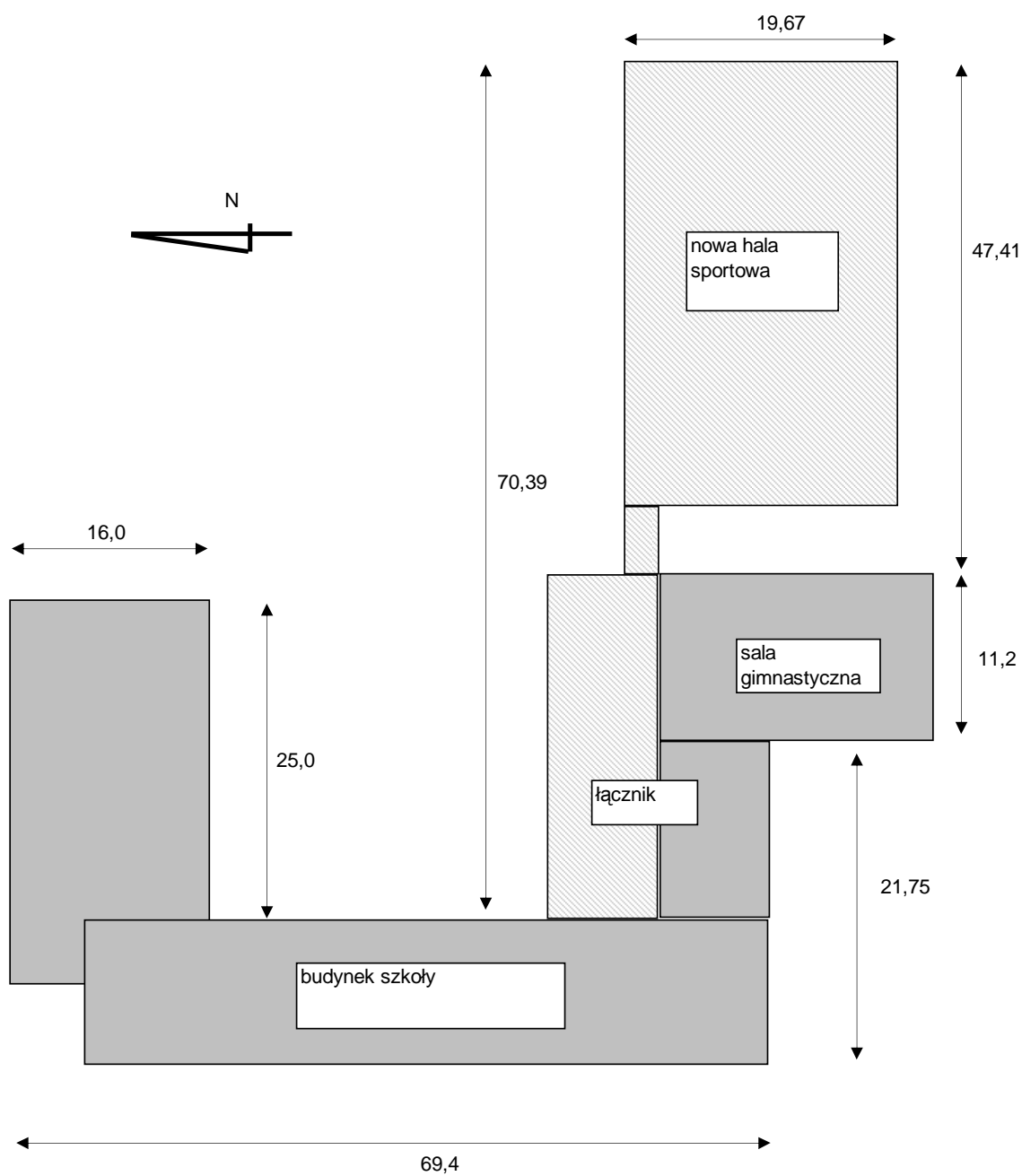
4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

4.a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku				
Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	wspólnota mieszkaniowa
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszkalno-usługowy	<input checked="" type="checkbox"/> inny	
Osiedle				
Adres	Gimnazjum nr4 im. I.J. Paderewskiego w Pile			
Budynek	<input checked="" type="checkbox"/> wolno stojący bliźniak segment w zabudowie szeregowej 			

Rok budowy	1964	Rok zasiedlenia	1964	
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 <input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna ramowa
szkieletowa	inna - określić	MBY	wielki blok	
1. Powierzchnia zabudowana [m ²]	2347,3	11. Liczba klatek schodowych	2	
2. Kubatura budynku [m ³]	19446,5	12. Liczba kondygnacji	3	
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 ³]	15121,00	13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,71 3,5 2,5	
4. Powierzchnia użytkowa [m ²]	3773,60	14. Liczba użytkowników	448	
5. Powierzchnia korytarzy [m ²]	0,00			
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu [m ²]	0,00			
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0,00			
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy) [m ²]	0,00			
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²] (4+5+6+7+8)	3773,60			
10. Budynek podpiwniczony	nie			

SZKIC BUUDYNKU



Widok budynku



4 c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły składa się z dwóch części. Pierwsza to budynek wykonany w 1964 roku wraz z małą salą gimnastyczną, druga to dobudowana w 2008 roku sala gimnastyczna z łącznikiem.

Pierwszy budynek wykonany w technologii tradycyjnej posiadający 3 kondygnacje bez podpiwniczenia

Ściany zewnętrzne podłużne i szczytowe wykonane z cegły ceramicznej pełnej grubości 38 cm.

Ściany wewnętrzne z cegły ceramicznej pełnej

Stropy typu DMS grubości 27 cm. Strop ostatniej kondygnacji docieplony warstwą 5 cm trzciny i żuźla

strop sali gimnastycznej docieplony warstwą 5 cm waty szklanej i płyty trzcinowej

Stropodachy wykonane jako nie wentylowane

Podłoga na gruncie docieplona płytami trzcinowymi grubości 3,5 cm

Okna wymienione na nowe pcv o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,4 (W/m^2K)$.

Budynek nowej hali sportowej wykonany jako konstrukcja lekka z drewna klejonego

z zadaszeniem pcv na bazie tkaniny poliestrowej. Dach nad zapleczem płaski z płyty warstwowej

grubości 10 cm, ściany zewnętrzne murowane z bloczków gazobetonowych 24 cm ocieplone styropianem 8 cm

Od strony wschodniej w ścianie szczytowej ponad murem wypełnienie z płyt poliwęglanowych

Stolarka zewnętrzna z profili aluminiowych wypełnionych płytami poliwęglanowymi dwukomorowymi grubości 1 cm.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Opis	położenie	pow. całkow. m ²	pow. do obl. strat ciepła	U_k W/m ² K	pow. okna m ²	U okna W/m ² K	pow. drzwi m ²
śc zewnętrzna szkoła	N	517,000	470,05	1,428	108,56	1,40	3,70
śc zewnętrzna szkoła	W	871,000	791,70	1,428	208,96	1,40	9,20
śc zewnętrzna szkoła	S	486,000	440,99	1,168	98,56	1,40	6,60
śc zewnętrzna szkoła	E	897,500	815,90	1,428	193,60	1,40	
podłoga na gruncie szkoła		1136,86	1136,86	0,374			
dach szkoły		1478,00	1136,86	0,69			
podłoga na gruncie hala+łączn.		995,70	995,70	0,374			
śc zewnętrzna hala	N		208,15	0,276	75,00	2,70	
					9,00	1,40	4,14
śc zewnętrzna hala	W	153,23	139,30	0,276			
śc zewnętrzna hala	S	146,24	132,94	0,276	24,00	2,70	
śc zewnętrzna hala	E	180,65	164,23	0,276	90,00	2,70	
dach hala sportowa		960,00	953,60	6,25			
dach łączniki hali		260,00	242,00	0,379			

1424190,40

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Zamówiona moc cieplna na cele c.o. Zamówiona moc cieplna na cele c.w.u.	377,37 kW 40,00 kW
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o. Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	617,05 kW 9,50 kW
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania Q_H	3692,84 GJ
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła EV	252,80 kWh/m ³ a
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania Q_S	3198,39 GJ
6	Taryfa opłat (z VAT) Opłata stała (za moc + za przesył) miesięcznie Opłata zmienna (za ciepło + za przesył) wg. licznika Opłata abonamentowa miesięcznie	zł/MW zł/GJ zł 10 626,72 54,54 0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	instalacja dwururowa pompowa z rozdziałem dolnym ciepło z sieci dostarczane z wężła cieplnego
2	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3	Przewody w instalacji	Stalowe czarne spawane, piony miedziane Stan izolacji przewodów dobry
4	Ośłonięcie grzejników	nie
5	Zawory termostatyczne	tak
6	Rodzaje grzejników	stalowe płytowe
7	Zabezpieczenie instalacji	zawory bezpieczeństwa
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu liczba godzin na dobę	5 24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985-2013	tak

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,99
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,97
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,93
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,89
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,91

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	c.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym dwufunkcyjnym
2	Piony i ich izolacja	stan dobry
3	Opomiarowanie	tak
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	 126,0 GJ 123,1 GJ

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	9 330

4h. Charakterystyka węzła cieplnego

Ciepło do budynku dostarczane z sieci ciepłej wysokoparametrowej do dwóch węzłów. Jednofunkcyjnego zasilającego starą część szkoły i dwufunkcyjnego zasilającego nową halę sportową i ciepłą wodę dla całej szkoły. W węzłach zainstalowane liczniki ciepła i automatyka pogodowa

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Okna hali sportowej mają duży współczynnik przenikania ciepła

Przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym.

5.2 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna wymieniona na nową w 2011r.

5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda przygotowywana centralnie, wymieniona na nową w 2011r.

Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy	
1	Przegrody zewnętrzne		
	Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K]	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny R [m ² K/W]	
		Istniejące	wymagane
	ściany zewnętrzne szkoły U = 1,428	0,70	4,0
	ściany zew.hali sport U = 1,428	0,70	4,0
2	stropodach U= 0,690	1,45	4,5
	dach hali sportowej U= 6,25	0,16	4,5
3	Okna okna w budynku szkoły wymienione na nowe okna w hali sportowej z poliwęglanu o współcz. U =2,7 W/m2K	Pożądana wymiana okien i drzwi z wkładami poliwęglanowymi na nowe o lepszym współczynniku U	
4	Wentylacja grawitacyjna wentylacja po modernizacji wraz z wymiana okien		
5	Instalacja ciepłej wody użytkowej instalacja po wymianie w 2011r.		
	System grzewczy instalacja po wymianie w 2011r.		

**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 szkoły	Ocieplenie dachu od spodu warstwą styropianu
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach hali sportowej	Ocieplenie dachu od spodu warstwą wełny mineralnej
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi	Wymiana okien i drzwi balkonowych z wypełnieniem z poliwęglanu na nowe
5		
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	Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły Ocieplenie stropodachu starej części szkoły (budynek szkoły, sala gimnastyczna, łącznik) Ocieplenie dachu nowej hali sportowej Wymiana okien i drzwi nowej hali sportowej

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	3619,0	b.z.	dzień*K*a
O_{0m}, O_{1m}	10626,72	b.z.	zł/MW*m-c
O_{0z}, O_{1z}	54,54	b.z.	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	0	b.z.	zł/m-c

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

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda			
			ściany zewnętrzne szkoły			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =	1889,46			
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A _{koszt} =	2142,32			
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany "15" o współczynniku przewodności λ= 0,04 W/mK. Rozpatruje się dwa warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego R > 4,0 (m².K) / W						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacyjnej o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
λ = 0,04						
Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m²*K)/W		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny R	(m²*K)/W	0,700	3,70	4,20	4,70
4	Q0U , Q1U = 8,64*10 ⁻⁵ *SD*A/R	GJ/a	843,66	159,66	140,66	125,69
5	q0U , q1U = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,103	0,019	0,0171	0,0153
6	roczna oszczędność kosztów ΔOru =(Q0u-Q1u)Oz+12(q0u-q1u)Om	zł/rok		47904,29	49235,41	50283,32
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m²		292,05	295,00	303,85
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		625664,56	631984,40	650943,93
9	SPBT= Nu/ΔOru	lata		13,06	12,84	12,95
10	U0 , U1	W/m²K	1,43	0,27	0,24	0,21
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² wg. średniej ceny docieplenia ścian w rejonie Piły koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 631984.40 zł		SPBT = 12.84		

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

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach szkoły		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =		1378,86		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A _{koszt} =		1738,00		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się docieplenie dachu budynku szkoły, sali gimnastycznej i łącznika poprzez ułożenie na jego powierzchni warstwy 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		0,14	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	1,45	4,95	5,45	5,95
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64*10 ⁻⁵ *SD*A/R	GJ/a	297,49	87,11	79,12	72,47
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,036	0,0106	0,0096	0,0088
6	roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =(Q _{0u} -Q _{1u})O _z +12(q _{0u} -q _{1u})O _m	zł/rok		14733,89	15293,69	15759,39
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m ²		141,29	142,00	147,68
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		245562,0	246796,00	256668,0
9	SPBT= Nu/ΔO _{ru}	lata		16,67	16,14	16,29
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,69	0,20	0,18	0,17
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg. średniej ceny docieplenia dachu w rejonie Piły koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu do docieplenia.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 246796.00 zł		SPBT = 16.14		

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach hali sportowej		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczeń strat		A =		953,60		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A _{koszt} =		960,00		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się docieplenie dachu hali sportowej poprzez demontaż istniejącego pokrycia dachu, wykonanie izolacji termicznej z wełny mineralnej ułożonej szczelnie i położenie nowego pokrycia dachu o λ= 0,042W/mK. Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej .						
λ= 0,042						
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		4,29	4,76	5,24
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,16	4,45	4,92	5,40
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64*10 ⁻⁵ *SD*A/R	GJ/a	1863,58	67,07	60,58	55,24
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,226	0,0039	0,0035	0,0032
6	roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =(Q _{0u} -Q _{1u})O _z +12(q _{0u} -q _{1u})O _m	zł/rok		126367,08	126768,61	127099,30
7	Koszt jednostkowy usprawnienia	zł/m ²		430,56	432,29	440,94
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		413340,0	415000,00	423300,0
9	SPBT= Nu/ΔOru	lata		3,27	3,27	3,33
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	6,25	0,22	0,20	0,19
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg. średniej ceny docieplenia dachu w rejonie Piły koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu do docieplenia.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 415000,00 zł		SPBT = 3,27		

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

Przedsięwzięcie: wymiana okien
i drzwi balkonowych hali sportowej

Dane: powierzchnia okien i drzwi balkonowych do wymiany

$$A_{ok2,7} = 189,00$$

$$V_{\text{norm}2.7} = 15121,0$$

$$C_w = 1$$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę okien i drzwi wejściowych z wypełnieniem z poliwęglanu grubości 10 mm na nowe, o lepszej izolacyjności cieplnej. Przyjmuje się zastąpienie płyty poliwęglanowej dwukomorowej grubości 10mm płytą ośmio komorową. Rozpatruje się grubości 40mm, 45mm i 50mm

wariant 1	- okna	U = 1,3	poliwęglan 40mm	a = 0,8
wariant 2	- okna	U = 1,1	poliwęglan 45mm	a = 0,8
wariant 3	- okna	U = 0,8	poliwęglan 50mm	a = 0,8

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania stolarki	W/m ² K	2,70	1,3	1,10	0,90
2	0,0000864 Sd*Aok*U	GJ/rok	159,56	76,83	65,01	53,19
3	Współczynnik Cr	-	1,30	1,00	1,00	1,00
	Współczynnik cm		1,50	1,00	1,00	1,00
4	0,0000294Cr*Cw*Vnom*Sd	GJ/rok	2091,51	1608,85	1608,85	1608,85
5	Q0, Q1 = (2) + (4)	GJ/rok	2251,07	1685,68	1673,86	1662,04
6	10 ⁻⁶ *Aok(two - tzo) *U	MW	0,019391	0,009337	0,007900	0,006464
7	3,4*10 ⁻⁷ *Cm*Cw*Vnom*(two-tzo)	MW	0,293045	0,195363	0,195363	0,195363
8	q0 , q1 = (6) + (7)	MW	0,312436	0,204700	0,203264	0,201827
9	ΔOrok+ ΔOrw	zł/rok		44574,06	45401,84	46229,61
10	Koszt wymiany okien i drzwi Nok	zł		128331,00	130410,00	136080,00
11	Koszt modernizacji wentylacji					
12	SPBT = (Nok+ Nw)/(ΔOrok+ ΔOrw)			2.88	2.87	2.94

Podstawa przyjętych wartości Nu

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany stolarki w zł/m² wg. średnich cen

wariant 1	wymiana	189,00	m ² okien x	679,00 zł	128 331,00 zł
wariant 2	wymiana	189,00	m ² okien x	690,00 zł	130 410,00 zł
wariant 3	wymiana	189,00	m ² okien x	720,00 zł	136 080,00 zł

Wybrany wariant: 2	Koszt: 130410,00 zł	SPBT = 2,87
--------------------	---------------------	-------------

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 i drzwi hali	130410,00	2,87
1	Ocieplenie dachu hali sportowej	415000,00	3,27
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	631984,40	12,84
3	Ocieplenie dachu szkoły	246796,00	16,14
	RAZEM	1424190,40	

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	5	
Wymiana okien i drzwi hali	x	x	x	x		
Ocieplenie dachu hali	x	x	x			
Ocieplenie ścian zewnętrznych	x	x				
Ocieplenie dachu szkoły	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	1424190,4	4305,00	0,0	1428495,40
2.	1+2+3	1177394,40	4305,00	0,00	1181699,40
3.	1+2	545410,00	4305,00	0,00	549715,00
4.	1	130410,00	4305,00	0,00	134715,00
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	$w_d \cdot w_t$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oплата c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oплата c.w.u.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok
1	0,2298	999,97	0,893	0,77	866,1	76 538,6	0,0095	123,13	7 927,1
2	0,2780	1219,89	0,893	0,77	1 056,6	93 068,1	0,0095	123,13	7 927,1
3	0,3599	1885,00	0,893	0,77	1 632,6	134 935,4	0,0095	123,13	7 927,1
4	0,6040	3598,76	0,893	0,77	3 116,9	247 014,0	0,0095	123,13	7 927,1
5									
0-stan istniejąc	0,6171	3692,84	0,893	0,77	3 198,4	253 120,9	0,0095	123,13	7 927,1

warianty	C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oплата c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,2393	989	84 465,8	2 332	176 582,2
2	0,2875	1 180	100 995,2	2 142	160 052,7
3	0,3694	1 756	142 862,6	1 566	118 185,4
4	0,6135	3 240	254 941,2	81	6 106,8
5					
0-stan istniejący	0,6266	3 322	261 048,0		

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 środków własnych i kwota kredytu [zł , %] [zł , %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6	7		
1	okna i drzwi hali dach hali ściany zewnętrzne dach szkoły	1428495,4	176582,2	70,22%	<u>0,0</u> <u>0,0%</u> 1428495,4 100,0%	285699,08	228559,26	353164,46
2	okna i drzwi hali dach hali ściany zewnętrzne	1181699,4	160053	64,48%	<u>0,0</u> <u>0,0%</u> 1181699,4 100,0%	236339,88	189071,90	320105,47
3	okna i drzwi hali dach hali	549715,00	118185	47,14%	<u>0,0</u> <u>0,0%</u> 549715,0 100,0%	109943,00	87954,40	236370,84
4	okna i drzwi hali	134715,00	6 107	2,45%	<u>0,0</u> <u>0,0%</u> 134715,0 100,0%	26943,00	21554,40	12213,63
5								

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:

- Wymianę okien i drzwi balkonowych w nowej hali sportowej
- Ocieplenie dachu nowej hali sportowej
- Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku szkoły
- Ocieplenie dachu szkoły (szkoła +sala+ łącznik)

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 70,22% czyli powyżej 15%
2. planowany kredyt nie przekroczy wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 0,0 zł, co spełnia oczekiwania inwestora

7.4.6 Obliczenie redukcji emisji CO₂

Nośnik energii	Wartość opałowa GJ/kg	Zużycie w roku GJ/rok	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ	Emisja przed modernizacją	Oszczędność ciepła %	Emisja po modernizacji	Efekt końcowy kg CO ₂ /rok
ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej	0,02176	3205,71	94,94	304350,11	70,22%	90641,37	213708,73

Wskaźniki emisji i wartości opałowe przyjęto na podstawie danych do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji stosowane w 2013 roku

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Wymianę okien i drzwi nowej hali sportowej na nowe z wkładem z poliwęglanu o współczynniku $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$,
2. Wymianę dachu nowej hali sportowej i izolacja warstwą 20 cm wełny mineralnej o współczynniku $\lambda = 0,042 \text{ W/(m K)}$
3. Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły warstwą 14 cm styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$
4. Docieplenie dachu szkoły warstwą 16 cm styropianu z papą $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$

8.2 Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

lp.	Opis	Obmiar m ² /szt	Cena jedn. zł/m ² , zł/szt	Koszt całkowity
1	Wymiana okien i drzwi balkonowych hali	189,00	690,00	130410,00
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły	2142,32	295,00	631984,40
3	Docieplenie dachu szkoły	1738,00	142,00	246796,00
4	Docieplenie dachu nowej hali	960,00	432,29	415000,00
5	Koszt wykonania audytu energetycznego	1	4305,00	4305,00
SUMA				1428495,40

8.2 Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

kalkulowany koszt robót wyniesie		1428495,40 zł
udział środków własnych inwestora	0,0%	0,00 zł
kredyt bankowy		1428495,40 zł
wysokość premii termomodernizacyjnej		228559,26 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		8,1 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 MEC Piła**

Założenia:

- budynek z węzłem cieplnym należącym do MEC
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
opłata stała za moc	zł/MWmiesiąc	5 950,22	7 318,77
opłata stała za przesył	zł/MWmiesiąc	2 689,39	3 307,95
Razem opłata stała	zł/MW/(m-c)	8 639,61	10 626,72
cena ciepła	zł/GJ	30,51	37,5273
opłata przesyłowa zmienna	zł/GJ	13,83	17,0109
Razem opłata zmienna	zł/GJ	44,34	54,54
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0	0

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	5 950,22	7 318,77
Przesył	zł/(MW-m-c)	2 689,39	3 307,95
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	8 639,61	10 626,72
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	30,51	37,53
Przesył	zł/GJ	13,83	17,01
Razem opłata zmienna	zł/GJ	44,34	54,54
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0	0

Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród (U)

Załącznik nr 2

Symbol	d	Opis materiału	λ	R	R_{cor}
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W
DACH-HALA	Dach				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PCW	0,0040	PCW.	0,200	0,020	0,020
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]:					0,160
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					6,250
DACH-LĄCZ	Dach				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
STYROPIANS	0,1000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	2,500	2,500
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]:					2,640
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,379
PG-1	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ-38-CEG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 2,00 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 = 1,00 m					
GLAZURA	0,0100	Glazura.	1,050	0,010	0,010
BETON-2200	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,300	0,038	0,038
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	0,028
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095	0,095
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	0,500	0,500
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]:					2,671
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,374
STR-D	Stropodach niewentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	0,028
ŻELBET	0,0500	Żelbet.	1,700	0,029	0,029
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wysokości H = 0 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów przenikania ciepła połaci dachowej i warstwy powietrza, [m ² ·K/W]:					0,217
ŻUŻ-PAL10	0,0500	Żużel paleniskowy - gęstość 1000 kg/m ³ .	0,280	0,179	0,179
TRZCINA	0,0500	Płyty z trzciny.	0,070	0,714	0,714
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180	0,180
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	0,018
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]:					1,448
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,690
SW-25	Ściana wewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					

Symbol	d	Opis materiału	λ	R	R_{cor}
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,325	0,325
TYNK-CW	0,0300	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,037	0,037
Opór przejmowania wewnątrz R_1 , [m ² ·K/W]:				0,130	
Opór przejmowania wewnątrz R_1 , [m ² ·K/W]:				0,130	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,621	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,610	
SZ-38-CEG	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,494	0,494
TYNK-CW	0,0300	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,037	0,037
Opór przejmowania wewnątrz R_1 , [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)]:				1,428	
SZ-HAL	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
GAZOBET-06	0,2400	Gazobeton 06.	0,174	1,379	1,379
STYROPIANS	0,0800	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	2,000	2,000
TYNK-CW	0,0300	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,037	0,037
Opór przejmowania wewnątrz R_1 , [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]:				3,586	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,279	

Załącznik nr 4

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku -
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	5
jed.odniesienia - ilość osób L	os	448
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	200
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t \cdot t_{u,z} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	23 464,0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,98
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,7
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,686
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	34 204,1
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	123,1

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku -
(1)	(2)	(3)
Srednie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,1244
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,101
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,275
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	20,0
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	9,5

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	1	70	0,019	0,019
łazienka (z WC lub	6	50	0,014	0,083
ilość osób	448	20	0,006	2,489
ŁĄCZNIENIE V _o				2,592

V _o	9 330 m ³ /h
----------------	-------------------------

Kubatura wentylowana budynku 15 121 m³/hkrotność wymiany powietrza wentylacyjnego 0,62 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	15 121 m ³ /h
V _{min}	7 561 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	15 121 m ³ /h
n ₅₀	4 h ⁻¹
e	0,02
ε	1,07
V _{inf}	1 290 m ³ /h

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

4.3. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg P V_{nom} = Ψ = 9 330 m³/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]

$$c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} = 9 330,0 \cdot 6 531,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m \cdot \Psi = 9 330,0 \cdot 9 330,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

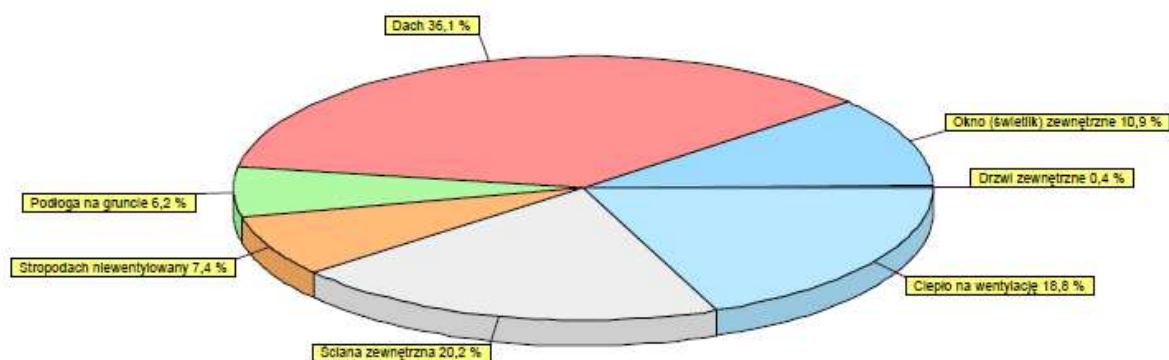
Wyniki komputerowych obliczeń zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie**Załącznik nr 5**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H GJ/a
1	229,80	999,97
2	277,96	1219,89
3	359,91	1885,00
4	604,01	3598,76
5	0,00	0,00
6		
7		
8		

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Gimnazjum nr 4 w Pile	
Miejscowość:	Pila	
Adres:	Ul. Kujawska 18	
Projektant:	Ireneusz Stadnik	
Data obliczeń:	Piątek 6 Grudnia 2013 8:00	
Data utworzenia projektu:	Piątek 6 Grudnia 2013 8:00	
Plik danych:	C:\Audytor4Pro\Dane\Pila Gimnazjum nr 4.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 - miesiąc	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_{e} :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Pila	
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 :	4057,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15121,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	506701	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	110354	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	617054	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	617054	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	152,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	40,8	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1587,7	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	8394,3	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°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 $V_{v,H}$:	8394,3	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	3692,84	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1025789	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4058	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15121,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	910,1	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	252,8	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	244,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	67,8	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 zgodnie z EN 12831:2006		
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Tak	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Inny niemieszkalny	
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:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :	-18,0	°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



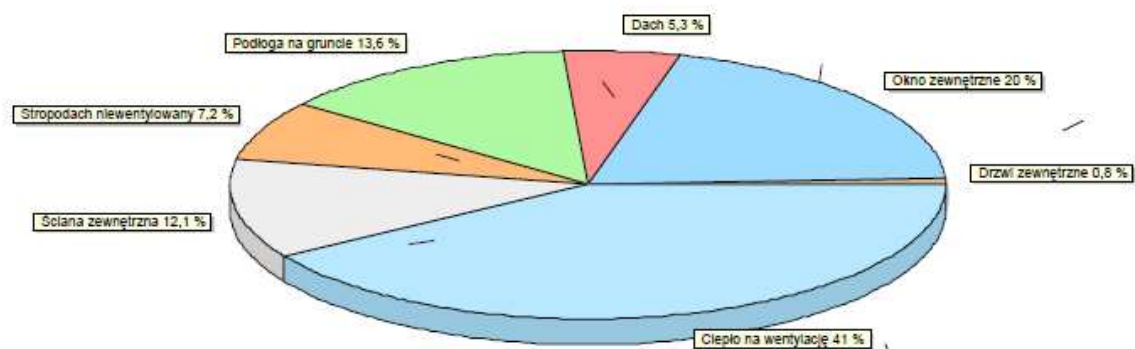
0,4 % Drzwi zewnętrzne	10,9 % Okno (światlik) zewnętrzne	36,1 % Dach	6,2 % Podłoga na gruncie
7,4 % Stropodach niewentylowany	20,2 % Ściana zewnętrzna	18,8 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	20,40	5667	0,4
Okno (światlik) zewnętrzne	589,93	163870	10,9
Dach	1952,12	542256	36,1
Podłoga na gruncie	335,75	93265	6,2
Stropodach niewentylowany	401,87	111631	7,4
Ściana zewnętrzna	1092,00	303333	20,2
Ciepło na wentylację	1013,71	281587	18,8
Razem	5405,79	1501608	100,0

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Gimnazjum nr 4 w Pile	
Miejscowość:	Piła	
Adres:	Ul. Kujawska 18	
Projektant:	Ireneusz Stadnik	
Data obliczeń:	Czwartek 5 Czerwca 2014 6:05	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 5 Czerwca 2014 6:05	
Plik danych:	C:\Audytor4Pro\Dane\Piła Gimnazjum nr 4.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 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 :	4057,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15121,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	139445	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	110354	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	249799	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	249799	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	61,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	16,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1587,7	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	8394,3	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Pila	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	8394,3	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	999,97	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	277770	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4058	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15121,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	246,4	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	68,5	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	66,1	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	18,4	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 zgodnie z EN 12831:2006		
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Tak	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Inny niemieszkalny	
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:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :	-18,0	°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :		m
Rzędna wody gruntowej:	-3,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,8 % Drzwi zewnętrzne	20 % Okno zewnętrzne	5,3 % Dach
13,6 % Podłoga na gruncie	7,2 % Stropodach niewentylowany	12,1 % Ściana zewnętrzna
41 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	20,40	5667	0,8
Okno zewnętrzne	494,43	137342	20,0
Dach	131,56	36546	5,3
Podłoga na gruncie	334,93	93037	13,6
Stropodach niewentylowany	177,67	49352	7,2
Ściana zewnętrzna	298,63	82953	12,1
Ciepło na wentylację	1013,71	281587	41,0
Razem	2471,34	686483	100,0