

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY O
WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

Zespół Szkół Licealnych i Zawodowych nr 2

ul. 1-go Maja 39/41

58-500 Jelenia Góra

województwo: dolnośląskie

Wykonawca:

E-SPIN s.c.
ul. Mogilska 25
31-542 Kraków
www.espin.pl



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej		1.2. Rok budowy 1710
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL*	Miasto Jelenia Góra	1.4 Adres budynku	
	Plac Ratuszowy 58 58-500 Jelenia Góra woj.: dolnośląskie 75 75 46 353	ul. 1-go Maja 39/41 58-500 Jelenia Góra powiat: jeleniogórski woj.: dolnośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
E-SPIN s.c. ul. Mogilska 25 31-542 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 341 59 16 REGON 120559958			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
1.	mgr inż. Magda OKULSKA ul.W.Warneńczyka 13/36 39-300 Mielec woj. Podkarpackie PESEL 88041012426	mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Łukasz KRUK	wykonanie bilansu ciepła	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185
3.	mgr inż. Łukasz KOWALCZYK	sprawdzenie	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158
5. Miejscowość i data wykonania opracowania		Kraków, 15.11.2015r.	

6.	Spis treści	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku	4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7
5.	Ocena stanu technicznego budynku	8
6.	Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	9
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	10
8.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	19
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	21
10.	Lista czynności niezbędnych do zrealizowania inwestycji	22
11.	Załączniki	24

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1.	Dane ogólne	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnice	3+piwnice
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	7376,0	7376,0
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2362,6	2362,6
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m ²]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2305,0	2305,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	564	564
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralny, kotłownia gazowa	centralny, kotłownia gazowa
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, kotłownia gazowa	centralny, kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,45	0,45
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,98 0,76	0,98 0,76
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,85	0,18
3.	Strop na piwnicą	0,81	0,81
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,36	0,36
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60 1,40	1,10 1,40
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,50 2,50	1,50 2,50
7.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,94	0,94
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
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 ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,94	0,94
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.	stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	9313,4	7376,0
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,26	1,00

6.	Charakterystyka energetyczna budynku		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	239,266	187,310
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,867	18,867
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1063,41	504,03
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1081,34	512,53
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	124,80	124,80
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1224,32 *zużycie łączne c.o.+c.w.u	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	128,153	60,741
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	130,313	61,765
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7.	Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Koszt za 1 GJ ciepła na ogrzewanie budynku [zł/GJ]	52,19	52,19
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	5088,65	5088,65
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	19,16	19,16
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	5088,65	5088,65
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,63	1,45
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	148,83	148,83
7.	Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu [zł]	430 762,49	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	47,16%
Planowane koszty całkowite [zł]	506 779,40	Premia termomodernizacyjna, [zł]	65 717,72
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	32 858,86		

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

3.1. Materiały wykorzystane do sporządzenia opracowania

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,
- ankieta wypełniona podczas wizji lokalnej,
- faktury za zużyte ciepło lub paliwo.

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu AUDYTOR OZC 6.6 PRO

3.3. Osoby udzielające informacji:

Dyrekcja obiektu

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery,
- wzrost efektywności energetycznej.

3.5. Wizja lokalna przeprowadzona w dniu: 06.10.2015r.

3.6. Maksymalny deklarowany udział środków własnych Inwestora wynosi 15%.

3.7. Akty Prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Norma na obliczanie oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród - EN ISO 6946

Norma na obliczanie strat ciepła - PN EN 12831

Norma na obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii - PN-EN ISO 13790

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Opis ogólny obiektu

Budynek Zespołu Szkół Licealnych i Zawodowych nr 2 jest obiektem wzniesionym w technologii tradycyjnej. Posiada trzy kondygnacje nadziemne i jest częściowo podpiwniczony. Obiekt wybudowany w 1710 roku. Budynek znajduje się pod ochroną konserwatora zabytków. Część piwnic oraz parteru stanowią lokale użytkowe, które nie są przedmiotem audytu.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne murowane z kamienia i cegły. Grubość ścian od 60 do 90 cm. Ściany obustronnie tynkowane.

Strop pod dachem drewniany o niewystarczającej izolacji termicznej. Dach wielospadowy na konstrukcji drewnianej, kryty dachówką.

Okna zewnętrzne nowe drewniane w dobrym stanie technicznym (13 szt.) oraz stare drewniane w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne od ul. 1 Maja drewniane przeszklone w złym stanie technicznym. Drzwi boczne i tylne drewniane, nowe, w dobrym stanie technicznym.

4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Obiekt zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej (kocioł Viessman o mocy 235 kW) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa z grzejnikami stalowymi, panelowymi o znikomej bezwładności cieplnej. Zamontowane przygrzejnikowe zawory termostatyczne.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej. Zasobnik o pojemności 1000 litrów.

4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.

5. Ocena stanu technicznego budynku		
l.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	przegrody zewnętrzne	
	P1 Strop pod dachem U= 0,85 W/(m ² K)	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,18 W/(m ² K)
	P2 Ściana zewnętrzna 63 cm U= 0,98 W/(m ² K)	Budynek zabytkowy. Brał możliwości docieplenia.
	P3 Ściana zewnętrzna 86 cm U= 0,76 W/(m ² K)	Budynek zabytkowy. Brał możliwości docieplenia.
2.	okna i drzwi	
	Okna zewnętrzne nowe drewniane w dobrym stanie technicznym (13 szt.) oraz stare drewniane w złym stanie technicznym.	Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza, spełniające warunki techniczne WT2017.
3.	Drzwi zewnętrzne od ul. 1 Maja drewniane przeszklone w złym stanie technicznym. Drzwi boczne i tylne drewniane, nowe, w dobrym stanie technicznym.	Wymiana starych drzwi na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
	wentylacja	
4.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
	instalacja ciepłej wody użytkowej	
5.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej. Zasobnik o pojemności 1000 litrów.	Bez zmian.
	instalacja grzewcza	
5.	Obiekt zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej (kocioł Viessman o mocy 235 kW) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa z grzejnikami stalowymi, panelowymi o znikomej bezwładności cieplnej. Zamontowane przygrzejnikowe zawory termostatyczne.	Bez zmian.

6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
I.p.	rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	sposób realizacji
1.	przegrody zewnętrzne	
	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
2.	okna i drzwi	
	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	Wymiana starych okien z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
3.	wentylacja	
	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

- a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C]	t_{wo}	19,00	19,00
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	t_{zo}	-20,00	-20,00
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	O_{0z}, O_{1z}	52,19	52,19
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O_{0m}, O_{1m}	5088,65	5088,65
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	Ab_0, Ab_1	148,83	148,83
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	x_0, x_1	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	y_0, y_1	1	1

7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	STR	
			Strop pod dachem		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,85	Materiał izolacyjny	wełna mineralna	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,18	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	1341,22	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	342,834
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	1220,85	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,044305
Liczba stopniodni	S _d [dzień×K/rok]	3492,9			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,68	3,50	0,21	0,011175	86,476	92784,60	15402,30	6,02
	16	5,18	4,00	0,19	0,010097	78,130	97668,00	15903,75	6,14
	18	5,68	4,50	0,18	0,009208	71,253	102551,40	16316,92	6,28
	20	6,18	5,00	0,16	0,008463	65,489	107434,80	16663,24	6,45
	22	6,68	5,50	0,15	0,007830	60,587	112318,20	16957,72	6,62

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	5,68	4,50	0,18	0,009208	71,253	102551,40	16316,92	6,28

7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZS				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m^2	268,62	wymiana starych okien, montaż nawiewników powietrza		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 $W/(m^2K)$	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	1027,756
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m^3/h	6027,1	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,131133

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,10	1400,00	268,62	720,479	0,091443	18460,42	376068,00	20,37
2	0,90	1600,00	268,62	704,266	0,089348	19434,53	429792,00	22,11

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,10	1400,00	268,62	720,479	0,091443	18460,42	376068,00	20,37

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h	vobl	7835,2	6027,1	6027,1
współczynnik przepływu, $m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c_r	1,1	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	c_m	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

7.2.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZDS				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{ok} m ²	14,40	wymiana starych drzwi		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	3,50	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	62,988
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	323,1	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,007964

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1400,00	14,40	46,333	0,005127	1042,43	20160,00	19,34
2	1,30	1600,00	14,40	45,464	0,005014	1094,65	23040,00	21,05

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1400,00	14,40	46,333	0,005127	1042,43	20160,00	19,34

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	452,3	323,1	323,1
współczynnik przepływu, m ³ /(m ² *h*daPa ^(2/3))	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c _r	1,2	1,00	1,00
współczynnik korekcyjny	c _m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c _w	1,2	1,2	1,2

7.3. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

opis	jednostka	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody, c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody, ρ_w	kg/dm ³	1	1
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., k_R	-	0,55	0,55
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, A_f	m ²	2 305	2 305
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, V_{wi}	dm ³ /m ² *doba	0,80	0,80
ilość osób, Li	os	564	564
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_w	°C	55	55
temperatura wody zimnej, θ_0	°C	10	10
czas użytkowania, t_R	doba	365	365
Ilość energii uzyskana z instalacji solarnej w ciągu roku	kWh/rok	0,00	0,00
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,rd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/*3600$	kWh/rok	19 388,3	19 388,3
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,94	0,94
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	0,70	0,70
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,56	0,56
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	kWh/rok	34 665,36	34 665,36
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	124,80	124,80
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\bar{s}r}=(A_f*V_{cw})/(10*1000)$	m ³ /h	0,18	0,18
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$	-	1,99	1,99
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m ³	0,19	0,19
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\bar{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$	kW	18,87	18,87
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\bar{s}r}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	9,50	9,50
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	52,19	52,19
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	5 088,65	5 088,65
abonament c.w.u.	zł/mc	0,00	0,00
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	7 093,01	7 093,01

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
Strop pod dachem	102 551,40	6,3
Drzwi zewnętrzne drewniane	20 160,00	19,3
Okna zewnętrzne stare	376 068,00	20,4

7.5. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,94
sprawność przesyłania ciepła	η_d	0,96
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,88
sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	w_t	0,85
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	0,79

7.5.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

L.p.	opis wariantu	$\eta_w \eta_p \eta_r \eta_e$	w_t	w_d	SZE	ΔO_{roo}	N_{co}	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,79	0,85	0,95	1063,41	-	-	-

7.5.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.				
L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności		
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g =$	0,94 → 0,94	
	bez zmian			
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,96 → 0,96	
	bez zmian			
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	0,88 → 0,88	
	bez zmian			
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s =$	1,00 → 1,00	
	bez zmian			
5	Przerwy w czasie tygodnia	$w_t =$	0,85 → 0,85	
	bez zmian			
6	Przerwy w czasie doby	$w_d =$	0,95 → 0,95	
	bez zmian			
Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		η_{calc}	0,79 → 0,79	

7.5.3. Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

	Zapotrzebowanie	
	Zapotrzebowanie mocy, MW	Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a
STAN ISTNIEJĄCY	0,2393	1063,41
Wariant		
w3 Strop pod dachem	0,2041	799,71
w2 Drzwi zewnętrzne drewniane	0,2030	778,74
w1 Okna zewnętrzne stare	0,1873	504,03

8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem spełnienia wymogów ustawowych
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

WARIANT 3	+		
WARIANT 2	+	+	
WARIANT 1	+	+	+
	Strop pod dachem	Drzwi zewnętrzne drewniane	Okna zewnętrzne stare

8.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%]	Optymalna kwota kredytu, [zł]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu, [zł]	16% kosztów całkowitych, [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii, [zł]
1	WARIANT 1	506 779,40	32 858,86	47,16%	430 762,49	86 152,50	81 084,70	65 717,72
2	WARIANT 2	130 711,40	17 320,48	24,00%	111 104,69	22 220,94	20 913,82	34 640,96
3	WARIANT 3	110 551,40	16 138,96	22,23%	93 968,69	18 793,74	17 688,22	32 277,92

9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie:	47,2%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	430 762,49 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:	76 016,91 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	65 717,72 zł

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić strop pod dachem wełną mineralną o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$. W celu zabezpieczenia izolacji stropu szkoły, należy wykonać podesty z płyt pilśniowych lub płyt OSB.
2. Wymienić stare drzwi zewnętrzne na nowe drewniane. Współczynnik przenikania ciepła dla drzwi $U=1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
3. Wymienić stare okna zewnętrzne w budynku szkoły na nowe drewniane, o charakterze zabytkowym z nawiewnikami powietrza. Współczynnik przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dla całego okna.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Przegroda 1 STR Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 18 cm	1 220,85	84,00	102 551,40
RAZEM			102 551,40

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wykonanie projektu termomodernizacji wraz z dokumentacją kosztorysową.	8 000,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 Okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza. Współczynnik U= 1,10 W/(m ² K)	268,62	1 400,00	376 068,00
Drzwi 1 Drzwi zewnętrzne drewniane Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,50 W/(m ² K)	14,40	1 400,00	20 160,00
RAZEM			396 228,00

11. Załączniki

11.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	STR	Strop pod dachem	0,85	1 220,85
Przegroda 2	SZ 63	Ściana zewnętrzna 63 cm	0,98	0,00
Przegroda 3	SZ 86	Ściana zewnętrzna 86 cm	0,76	0,00
Okno 1	OZS	Okna zewnętrzne stare	2,60	268,62
Okno 2	OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,40	38,22
Drzwi 1	DZDS	Drzwi zewnętrzne drewniane	3,50	14,40

11.2. Załącznik nr 2. Obliczenia dotyczące zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku.

Charakterystyka stanu istniejącego.

Źródłem światła w obiekcie są żarówki tradycyjne, halogeny oraz świetlówki liniowe w starych i nowych oprawach.

Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym.

Stan istniejący - inwentaryzacja			
Rodzaj źródła światła	ilość [szt.]	moc jednostkowa [W]	moc [W]
żarówka	141	75	10575
żarówka kompaktowa	10	20	200
świetlówka liniowa	292	36	10512
świetlówka liniowa	62	36	2232
świetlówka liniowa	15	18	270
świetlówka liniowa	270	18	4860
halogeny	8	30	240
RAZEM	798		28889

Powierzchnia użytkowa budynku, A_f 2305 m²

Jednostkowa moc opraw przed modernizacją P_N 12,53 W/m²

Możliwości i sposób poprawy.

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i świetlówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie po modernizacji.

Stan po modernizacji			
Rodzaj źródła światła	ilość [szt.]	moc jednostkowa [W]	moc [W]
żarówka LED	141	12	1692
żarówka LED	10	12	120
świetlówka LED	292	18	5256
świetlówka LED	62	18	1116
świetlówka LED	15	9	135
świetlówka LED	270	9	2430
halogen LED	8	4	32
RAZEM	798		10781

Powierzchnia użytkowa budynku, A_f 2305 m²

Jednostkowa moc opraw po modernizacji P_N 4,68 W/m²

Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym i po modernizacji.

Stan istniejący			Stan po modernizacji		
rodzaj źródła światła	moc jedn. [W]	moc [W]	rodzaj źródła światła	moc jedn. [W]	moc [W]
żarówka	75	10575	żarówka LED	12	1692
żarówka kompaktowa	20	200	żarówka LED	12	120
światłówka liniowa	36	10512	światłówka LED	18	5256
światłówka liniowa	36	2232	światłówka LED	18	1116
światłówka liniowa	18	270	światłówka LED	9	135
światłówka liniowa	18	4860	światłówka LED	9	2430
halogeny	30	240	halogen LED	4	32
RAZEM		28889	RAZEM		10781

W wyniku zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku zostanie osiągnięty efekt energetyczny. Szacunkowe wyliczenie rocznej oszczędności ilości energii oraz rocznej oszczędności kosztów energii przedstawiono poniżej. Do obliczeń przyjęto obowiązującą stawkę za energię elektryczną według taryfy użytkownika.

Roczne jednostkowe zużycie energii, [kWh/m²]

$$LENI = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\}$$

symbol		stan istniejący	stan po modernizacji
P _N	jednostkowa moc opraw, W/m ²	12,53	4,68
t _D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, h/a	1800	1800
t _N	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, h/a	200	200
t _O	suma czasów t _D i t _N , h/a	2000	2000
t _y	liczba godzin w roku, h	8760	8760
F _D	współczynnik uwzględn. wykorzystanie światła dziennego	1	1
F _O	współczynnik uwzględn. nieobecność użytkowników	1	1
F _C	współczynnik uwzględn. obniżenie natężenia	1	1
m=1	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne, jeśli nie m=0	0	0
n=1	gdy stosowane jest sterowanie opraw, jeśli nie n=0	0	0
LENI	roczne jednostkowe zużycie energii, kWh/m ²	25,1	9,4
E _L	roczne zużycie energii do oświetlenia, kWh	57778,0	21562,0

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi: 36216,0 kWh/rok

Cena energii wg taryfy 0,48 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii **17383,68 zł/rok**

Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED 119780,00 zł

Czas zwrotu inwestycji 6,9 lat

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana oświetlenia na energooszczędne

OPIS	ILOŚĆ, szt.	CENA JEDNOSTKOWA, zł/szt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
żarówka LED 12W wraz z oprawą	141	95,00	13 395,00
żarówka LED 12W wraz z oprawą	10	95,00	950,00
światłówka LED 18W wraz z oprawą	292	235,00	68 620,00
światłówka LED 18W bez oprawy	62	160,00	9 920,00
światłówka LED 9W wraz z oprawą	15	165,00	2 475,00
światłówka LED 9W bez oprawy	270	90,00	24 300,00
halogen LED	8	15,00	120,00
Wymiana oświetlenia			119 780,00

Podsumowanie.

Zaproponowana modernizacja oświetlenia polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i światłówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Obliczeniowa roczna oszczędność energii elektrycznej wyniesie: 36216,00 kWh/rok

Pozwoli to obniżyć roczne koszty energii elektrycznej o: 17383,68 zł/rok

Koszt wymiany oświetlenia oszacowano na: 119780,00 zł












11.3. Załącznik nr 3 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Jelenia Góra-Zespół Szkół Licealnych i Zawodowych	
Adres:	ul. 1 Maja 39/41 - stan istniejący	
Projektant:		
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:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2305,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7376,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	141461	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	97806	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	239266	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	239266	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	9313,3	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1063,41	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	295392	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2305	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7376,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	461,3	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	128,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	144,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	40,0	kWh/(m ³ ·rok)


















Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,5	193,40	2,15	5,09	174,88	0,933	14,83	148,17	223,37	3654,0	3185,0
Luty	-2,4	182,35	1,98	4,59	182,56	0,937	22,74	133,83	224,73	3649,3	3185,0
Marzec	4,6	135,85	1,91	5,09	122,84	0,832	40,90	148,17	108,33	3703,7	3185,0
Kwiecień	6,3	115,95	1,75	4,92	108,34	0,771	57,33	143,39	76,14	3724,9	3185,0
Maj	11,6	69,81	1,55	5,09	63,13	0,524	83,82	148,17	17,93	3857,0	3185,0
Czerwiec	15,0	36,52	1,32	4,92	34,12	0,320	86,55	143,39	3,31	4124,2	3185,0
Lipiec	16,5	23,58	1,27	5,09	21,33	0,212	88,82	148,17	0,95	4470,8	3185,0
Sierpień	15,3	34,91	1,30	5,09	31,56	0,307	79,44	148,17	2,89	4166,3	3185,0
Wrzesień	12,0	63,91	1,39	4,92	59,71	0,573	47,44	143,39	20,65	3870,2	3185,0
Październik	7,7	106,60	1,64	5,09	96,40	0,777	30,52	148,17	70,81	3744,6	3185,0
Listopad	4,5	132,38	1,76	4,92	123,69	0,870	17,81	143,39	122,54	3700,1	3185,0
Grudzień	0,5	174,53	2,03	5,09	157,82	0,921	12,26	148,17	191,75	3665,8	3185,0
W sezonie	7,6	1269,77	20,05	59,89	1176,37	0,629	582,48	1744,57	1063,41	3744,0	3185,0




















Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZDN	Drzwi zewnętrzne nowe	2,500	7,50
 DZDS	Drzwi zewnętrzne drewniane	3,500	14,40
 OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,400	38,22
 OZS	Okna zewnętrzne stare	2,600	268,62
 PG	Podłoga w piwnicy	0,364	150,00
 PGP	Podłoga	0,364	483,20
 SG 90	Ściana w gruncie 90 cm	0,494	252,85
 STR	Strop pod dachem	0,847	1341,22
 STRPIW	Strop nad piwnicą	0,812	150,00
 SZ 63	Ściana zewnętrzna 63 cm	0,976	1229,76
 SZ 86	Ściana zewnętrzna 86 cm	0,756	331,68




Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 PG	Podłoga w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG 90						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m						
 BUK	0,0200	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,09
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,080
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
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]:						2,751
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,364
 PGP	Podłoga					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 86						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m						
 BUK	0,0200	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,091
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,080
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
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]:						2,751
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,364
 SG 90	Ściana w gruncie 90 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,9000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,169
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						0,838
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,025
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,494

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 STR	Strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 DACHÓW_CEM	0,0200	Dachówka cementowa.	1,000	1900	0,840	0,020
 SOSNA	0,0200	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,125
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 2 m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
 WAR.POW	0,0300	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160
 GLINA	0,0200	Glina.	0,850	1800	0,840	0,024
 TROCINY	0,0400	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,444
 SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,180
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,847
 STRPIW	Strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 BUK	0,0200	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,091
 SOSNA	0,0200	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,125
 TROCINY	0,0300	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,333
 CEGŁA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:						1,232
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,812
 SZ 63	Ściana zewnętrzna 63 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,6300	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,818
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:						1,025
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,976
 SZ 86	Ściana zewnętrzna 86 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						

Wyniki - Przegrody












Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,8600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,117
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:						1,323
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,756

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Jelenia Góra-Zespół Szkół Licealnych i Zawodowych	
Adres:	ul. 1 Maja 39/41 - stan po modernizacji	
Projektant:		
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:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2305,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7376,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	89504	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	97806	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	187310	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	187310	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	7376,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	504,03	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	140009	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2305	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7376,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	218,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	60,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	68,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	19,0	kWh/(m ³ ·rok)


















Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,5	120,25	2,15	5,09	138,50	0,913	14,03	148,17	117,90	2321,7	2522,4
Luty	-2,4	113,38	1,98	4,59	144,58	0,921	21,14	133,83	121,83	2317,1	2522,4
Marzec	4,6	84,47	1,91	5,09	97,29	0,772	37,61	148,17	45,38	2371,5	2522,4
Kwiecień	6,3	72,09	1,75	4,92	85,80	0,695	52,49	143,39	28,48	2392,7	2522,4
Maj	11,6	43,41	1,55	5,09	50,00	0,426	76,47	148,17	4,32	2524,8	2522,4
Czerwiec	15,0	22,71	1,32	4,92	27,02	0,249	78,87	143,39	0,59	2792,0	2522,4
Lipiec	16,5	14,66	1,27	5,09	16,89	0,165	80,95	148,17	0,15	3138,6	2522,4
Sierpień	15,3	21,70	1,30	5,09	25,00	0,238	72,51	148,17	0,51	2834,1	2522,4
Wrzesień	12,0	39,74	1,39	4,92	47,29	0,471	43,47	143,39	5,39	2538,0	2522,4
Październik	7,7	66,28	1,64	5,09	76,34	0,698	28,24	148,17	26,30	2412,4	2522,4
Listopad	4,5	82,31	1,76	4,92	97,96	0,821	16,69	143,39	55,47	2367,9	2522,4
Grudzień	0,5	108,52	2,03	5,09	124,99	0,894	11,68	148,17	97,70	2333,6	2522,4
W sezonie	7,6	789,51	20,05	59,89	931,67	0,569	534,16	1744,57	504,03	2411,8	2522,4



















Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZDN	Drzwi zewnętrzne nowe	2,500	7,50
 DZDS	Drzwi zewnętrzne drewniane	1,500	14,40
 OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,400	38,22
 OZS	Okna zewnętrzne stare	1,100	268,62
 PG	Podłoga w piwnicy	0,364	150,00
 PGP	Podłoga	0,364	483,20
 SG 90	Ściana w gruncie 90 cm	0,494	252,85
 STR	Strop pod dachem	0,176	1341,22
 STRPIW	Strop nad piwnicą	0,812	150,00
 SZ 63	Ściana zewnętrzna 63 cm	0,976	1229,76
 SZ 86	Ściana zewnętrzna 86 cm	0,756	331,68




Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 PG	Podłoga w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG 90						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 8,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m						
 BUK	0,0200	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,09
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,080
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
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]:						2,751
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,364
 PGP	Podłoga					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 86						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d _{nh} = m i długości D _h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d _{nv} = m i długości D _v = m						
 BUK	0,0200	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,091
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,080
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
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]:						2,751
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,364
 SG 90	Ściana w gruncie 90 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,9000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,169
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:						0,838
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,025
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,494

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 STR	Strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 DACHÓW_CEM	0,0200	Dachówka cementowa.	1,000	1900	0,840	0,020
 SOSNA	0,0200	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,125
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 2 m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
 WEŁNA 04	0,1800	Płyty z wełny mineralnej	0,040	130	0,750	4,500
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
 WAR.POW	0,0300	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160
 GLINA	0,0200	Glina.	0,850	1800	0,840	0,024
 TROCINY	0,0400	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,444
 SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						5,680
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,176
 STRPIW	Strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 BUK	0,0200	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,091
 SOSNA	0,0200	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,125
 TROCINY	0,0300	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,333
 CEGŁA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:						1,232
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,812
 SZ 63	Ściana zewnętrzna 63 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,6300	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,818
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:						1,025
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,976
 SZ 86	Ściana zewnętrzna 86 cm					

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,8600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,117
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:						1,323
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,756