

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1

ul. Kochanowskiego 18

58-500 Jelenia Góra

województwo: dolnośląskie

Wykonawca:

Małopolska Agencja Energii i Środowiska Sp. z o.o.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1913
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. Kochanowskiego 18 58-500 Jelenia Góra powiat: jeleniogórski woj.: dolnośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
Małopolska Agencja Energii i Środowiska Sp. z o.o. ul. Łukasiewicza 1 31-429 Kraków woj. małopolskie tel.: 012 294-20-73, fax.: 012 294-20-54 REGON 357190538			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
1.	mgr inż. Łukasz KRUK ul. Borsucza 7/67 30-408 Kraków woj. małopolskie PESEL 78101506811	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185	
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 KOWALCZYK	sprawdzenie	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158
5.	Miejscowość i data wykonania opracowania	Kraków, 05.05.2011r.	

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	21
9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	23
10. Załączniki	26

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1.	Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna		
2.	Liczba kondygnacji	5+piwnice		
3.	Kubatura części ogrzewanej, [m ³]	29289		
4.	Powierzchnia budynku netto, [m ²]	7415,3		
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej, [m ²]	0,0		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m ²]	7322,3		
7.	Liczba mieszkań	0		
8.	Liczba osób użytkujących budynek	1127		
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny, kotłownia gazowa		
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny, kotłownia gazowa		
11.	Współczynnik kształtu A/V, [l/m]	0,29		
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m²K)]	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne/ ściany wewnętrzne/ ściana w gruncie	0,96 1,15	1,43 1,88	0,96 1,15 1,88
2.	Dach / stropodach/ strop nad przejściem	0,90 1,76		0,21 0,22
3.	Strop piwnicy/ podłoga na gruncie	0,37		0,37
4.	Okna	1,60 2,60	5,00	1,60 1,40 1,40
5.	Drzwi	3,50		3,50
3.	Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91		0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,95		0,95
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,93		0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00		1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85		0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91		0,91
4.	Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego, [m ³ /h]	38415,7		29289,2
4.	Liczba wymian, [1/h]	1,31		1,00
5.	Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW]	849,433		694,214
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW]	75,424		75,424
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	5894,02		3665,62

4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	5670,53	3526,63
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu, [GJ/rok]	543,05	543,05
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła), [GJ/rok]	6380,74	
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	223,595	139,058
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	215,117	133,786
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m3rok)]	53,779	33,446
6.	Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Oplata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł]	44,08	44,08
2.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł]	5668,48	5668,48
3.	Oplata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, [zł]	8,96	8,96
4.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc, [zł]	5668,48	5668,48
5.	Oplata za ogrzanie 1m ² pow. użytkowej, [zł/m-c]	3,52	2,33
6.	Oplata abonamentowa, [zł/m-c]	148,83	148,83
7.	Oplata abonamentowa cwu, [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu, [zł]	2 457 174,50	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	34,5%
Planowane koszty całkowite, [zł]	2 457 174,50	Premia termomodernizacyjna, [zł]	210 123,20
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	105 061,60		

* Audyt wykonany został zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. W przypadku skorzystania z innych (niż fundusz termomodernizacji) środków, wartości planowanej kwoty kredytu oraz premii termomodernizacyjnej nie będą brane pod uwagę.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu OZC

3.3. Osoby udzielające informacji:

Dyrekcja obiektu

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,

3.5. Wizja lokalna miała miejsce w dniu: 14.04.2011r.

3.6. Akty Prawne

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

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. W sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. W sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Opis ogólny obiektu

Budynek Zespołu Szkół Ogólnokształcących nr 1 przy ul. Kochanowskiego 18 w Jeleniej Górze wybudowany został w 1913 roku. Obiekt o pięciu kondygnacjami nadziemnymi wzniesiony w technologii tradycyjnej, murowanej.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne budynku wykonane z cegły ceramicznej pełnej o zróżnicowanej grubości 25 - 64 cm. Ściany zewnętrzne obustronnie tynkowane.

Dach wielospadowy na konstrukcji drewnianej kryty dachówką ceramiczną. Strop nad ostatnią kondygnacją o niewystarczającej izolacji termicznej.

Niewielka część okien zewnętrznych częściowo wymieniona na stolarkę drewnianą z szybą zespoloną. Pozostałe okna drewniane pojedynczo i podwójnie szklone w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne drewniane, przeszklone w złym stanie technicznym.

4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Obiekt zasilany w ciepło z kotłowni gazowej (dwa kotły Viessmann o mocy 550 kW każdy) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania nowa, miedziana. Grzejniki stalowe o znikomej bezwładności cieplnej z zainstalowanymi przygrzejnikowymi zaworami termostatycznymi.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda przygotowywana za pomocą podgrzewacza wody współpracującego z kotłownią gazową.

4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.

5. Ocena stanu technicznego budynku		
I.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
przegrody zewnętrzne		
1.	P1 Strop pod dachem U= 0,90 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu matami z wełny mineralnej. U=0,22 W/(m2K)
	P2 Strop nad aulą U= 1,76 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,22 W/(m2K)
okna i drzwi		
2.	Niewielka część okien zewnętrznych częściowo wymieniona na stolarkę drewnianą z szybą zespoloną. Pozostałe okna drewniane pojedynczo i podwójnie szklone w złym stanie technicznym.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe drewniane z automatycznymi nawiewnikami.
	Drzwi zewnętrzne drewniane, przeszklone w złym stanie technicznym.	Renowacja starych drzwi zewnętrznych.
wentylacja		
3.	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe drewniane z automatycznymi nawiewnikami. Renowacja starych drzwi zewnętrznych.
instalacja ciepłej wody użytkowej		
4.	Ciepła woda przygotowywana za pomocą podgrzewacza wody współpracującego z kotłownią gazową.	Bez zmian.
instalacja grzewcza		
5.	Obiekt zasilany w ciepło z kotłowni gazowej (dwa kotły Viessmann o mocy 550 kW każdy) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania nowa, miedziana. Grzejniki stalowe o znikomej bezwładności cieplnej z zainstalowanymi przygrzejnikowymi zaworami termostatycznymi.	Bez zmian.

6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
I.p.	rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	sposób realizacji
	przegrody zewnętrzne	
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	Docieplenie stropodachu matami z wełny mineralnej. $U=0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
	okna i drzwi	
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe drewniane z automatycznymi nawiewnikami. Renowacja starych drzwi zewnętrznych.
	wentylacja	
3.	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe drewniane z automatycznymi nawiewnikami. Renowacja starych drzwi zewnętrznych.

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}	20,0	20,0
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	t_{zo}	-20,0	-20,0
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	O_{0z}, O_{1z}	44,08	44,08
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O_{0m}, O_{1m}	5668,48	5668,48
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): STRPOD	
			Strop pod dachem	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² K)]	0,90	Materiał izolacyjny	wełna mineralna
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	1,11	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)] 0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	1255,95	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok] 362,404
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	1133,52	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW] 0,045164
Liczba stopniodni	S_d [dzień*K/rok]	3714,9		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	13	4,36	3,25	0,23	0,011516	92,409	70845,00	14190,16	4,99
	14	4,61	3,50	0,22	0,010892	87,400	73678,80	14453,41	5,10
	15	4,86	3,75	0,21	0,010332	82,906	76512,60	14689,59	5,21
	16	5,11	4,00	0,20	0,009827	78,852	79346,40	14902,66	5,32
	17	5,36	4,25	0,19	0,009369	75,176	82180,20	15095,87	5,44

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
15	4,86	3,75	0,21	0,010332	82,906	76512,60	14689,59	5,21

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STR AULA	
			Strop nad aulą	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² K)]	1,76	Materiał izolacyjny	wełna mineralna
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	0,57	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)] 0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	333,50	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok] 188,502
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	316,94	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW] 0,023492
Liczba stopniodni	S_d [dzień*K/rok]	3714,9		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{r,u}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,07	3,50	0,25	0,003279	26,314	20601,10	8524,12	2,42
	15	4,32	3,75	0,23	0,003089	24,791	21393,45	8604,19	2,49
	16	4,57	4,00	0,22	0,002920	23,434	22185,80	8675,50	2,56
	17	4,82	4,25	0,21	0,002769	22,218	22978,15	8739,41	2,63
	18	5,07	4,50	0,20	0,002632	21,122	23770,50	8797,02	2,70

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{r,u}	SPBT
cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
16	4,57	4,00	0,22	0,002920	23,434	22185,80	8675,50	2,56

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

Przegroda (symbol):	OZS POD				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m ²	1029,4	wymiana starych okien na nowe drewniane z nawiewnikami automatycznymi		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	3784,043
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	20289,0	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,465764

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	1,70	1595,00	1029,4	2423,045	0,345927	68144,26	1641845,15	24,09
2	1,40	1680,00	1029,4	2323,927	0,333575	73353,63	1729341,60	23,58

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
2	1,40	1650,00	1029,4	2323,927	0,333575	73353,63	1729341,60	23,58

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	26375,7	20289,0	20289,0
współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3))	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c_r	1,1	0,7	0,7
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 okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZS POJ				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m ²	349,9	wymiana starych okien na nowe drewniane z nawiewnikami automatycznymi		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	5,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	1646,135
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	6896,4	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,201285

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	1,70	1595,00	349,9	823,610	0,117583	41950,45	558074,55	13,30
2	1,40	1650,00	349,9	789,919	0,113384	43721,15	577318,50	13,20

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
2	1,40	1650,00	349,9	789,919	0,113384	43721,15	577318,50	13,20

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	9654,9	6896,4	6896,4
współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3))	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c_r	1,2	0,7	0,7
współczynnik korekcyjny	c_m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

7.2.3. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego remontu drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZD				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{ok} m ²	35,7	renowacja drzwi zewnętrznych		
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	150,686
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	703,3	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,018385

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	3,50	1200,00	35,7	132,252	0,014559	1072,80	42816,00	39,91

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	3,50	1200,00	35,68	132,252	0,014559	1072,80	42816,00	39,91

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	984,6	703,3
współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3))	a	3	0,5
współczynnik korekcyjny	c_r	1,2	1,0
współczynnik korekcyjny	c_m	1,4	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	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/m ³	1 000	1 000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{cw}	l/os	8,0	8,0
ilość osób, L_i	os	1 127	1 127
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej, θ_0	°C	10	10
czas użytkowania, t_{uz}	doba	200	200
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,rd}=V_{cw} * L_i * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_f * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	94 442,60	94 442,60
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	0,86	0,86
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,63	0,63
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	kWh/rok	150 847,50	150 847,50
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	543,05	543,05
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\acute{s}r}=(L_i * V_{cw}) / (10 * 1000)$	m ³ /h	0,90	0,90
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32 * L_i^{-0,244}$	-	1,68	1,68
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi}=c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_f / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,30	0,30
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\acute{s}r} * Q_{cwi} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	126,55	126,55
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	75,42	75,42
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	44,08	44,08
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	5 668,48	5668,48
abonament c.w.u.	zł/mc	0,00	0,00
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	29 068,14	29 068,14

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
Strop nad aulą	22 185,80	2,6
Strop pod dachem	76 512,60	5,2
Okna zewnętrzne pojedynczo szklone	577 318,50	13,2
Okna zewnętrzne podwójnie szklone	1 729 341,60	23,6
Drzwi zewnętrzne drewniane	42 816,00	39,9

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

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,91
sprawność przesyłania ciepła	η_n	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,93
sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	w_t	0,85
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,91
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_n \eta_e \eta_s$	0,80

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

L.p.	opis wariantu	$r_w r_b r_r r_e$	w_t	w_d	SZE	ΔO_{rco}	N_{co}	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,80	0,85	0,91	5894,02	-	-	-

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	$\eta_g =$	0,91	→	0,91
	bez zmian				
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,95	→	0,95
	bez zmian				
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_t =$	0,93	→	0,93
	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	$w_d =$	0,91	→	0,91
	bez zmian				
Sprawność całkowita systemu : $\eta_{g,d,t,s,w_t,w_d} =$		$\eta_{\text{całk}}$	0,80	→	0,80

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	0,8494	5894,02
Wariant		
w5 Strop nad aulą	0,8289	5718,14
w4 Strop pod dachem	0,7940	5421,90
w3 Okna zewnętrzne pojedynczo szklone	0,7436	4723,54
w2 Okna zewnętrzne podwójnie szklone	0,6942	3696,43
w1 Drzwi zewnętrzne drewniane	0,6942	3665,62

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 5				
	WARIANT 4				
	WARIANT 3				
	WARIANT 2				
	WARIANT 1				
Strop nad aulą	+				
Strop pod dachem	+	+			
Okna zewnętrzne pojedynczo szklone	+	+	+		
Okna zewnętrzne podwójnie szklone	+	+	+	+	
Drzwi zewnętrzne drewniane	+	+	+	+	+

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	2 457 174,50	105 061,60	34,50%	2 457 174,50	491 434,90	393 147,92	210 123,20
2	WARIANT 2	2 414 358,50	103 754,99	34,03%	2 414 358,50	482 871,70	386 297,36	207 509,98
3	WARIANT 3	685 016,90	56 835,80	18,12%	685 016,90	137 003,38	109 602,70	113 671,61
4	WARIANT 4	107 698,40	23 792,06	7,31%	107 698,40	21 539,68	17 231,74	47 584,11
5	WARIANT 5	31 185,80	8 858,51	2,72%	31 185,80	6 237,16	4 989,73	17 717,02

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:	34,5%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	2 457 174,50 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:	0,00 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	210 123,20 zł

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

1. Docieplić strop pod dachem wełną mineralną o grubości 15 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040$ W/(mK). W celu zabezpieczenia izolacji stropu szkoły, należy wykonać podesty z płyt pilśniowych lub płyt OSB.
2. Docieplić strop auli wełną mineralną o grubości 16 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040$ W/(mK).
3. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe, drewniane z automatycznymi nawiewnikami powietrza. Współczynnik przenikania dla okna $U=1,4$ W/(m²K).
4. Wyremontować stare drzwi drewniane.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

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

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA,	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Przegroda 1 STRPOD Ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 15 cm	1 133,52	67,50	76 512,60
Przegroda 2 STR AULA Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 16 cm	316,94	70,00	22 185,80
RAZEM			98 698,40

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA,	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 Okna zewnętrzne podwójnie szklone Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe okna z nawiewnikami. Współczynnik U= 1,40 W/(m ² K)	1 029,37	1 680,00	1 729 341,60
Okno 2 Okna zewnętrzne pojedynczo szklone Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe okna. Współczynnik U= 1,40 W/(m ² K)	349,89	1 650,00	577 318,50
Drzwi 1 Drzwi zewnętrzne drewniane Renowacja starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 3,50 W/(m ² K)	35,68	1 200,00	42 816,00
RAZEM			2 349 476,10

Koszty opracowania audytu energetycznego, projektu termomodernizacji, nadzorów autorskich.	9 000,00
---	----------

10. Załączniki

10.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	STRPOD	Strop pod dachem	0,90	1 133,52
Przegroda 2	STR AULA	Strop nad aulą	1,76	316,94
Przegroda 3	SZ 64	Ściana zewnętrzna 64	0,96	2 867,79
Przegroda 4	SZ 51	Ściana zewnętrzna 51	1,15	991,16
Przegroda 5	SZ 38	Ściana zewnętrzna 38	1,43	198,09
Przegroda 6	SZ 25	Ściana wewnętrzna 25	1,88	124,92
Okno 1	OZS POD	Okna zewnętrzne podwójnie szklone	2,60	1 029,37
Okno 2	OZS POJ	Okna zewnętrzne pojedynczo szklone	5,00	349,89
Okno 3	OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,60	71,06
Drzwi 1	DZD	Drzwi zewnętrzne drewniane	3,50	35,68

10.2. Załącznik nr 2 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Jelenia Góra, ul. Kochanowskiego 18	
Adres:	Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1 - stan przed	
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:	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 :	7322,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	29289,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	451099	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	398334	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	849433	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	849433	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	38415,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	5894,02	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1637227	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	7322	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	29289,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	804,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	223,6	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	201,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	55,9	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}	$\tau_{H,gn}$	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	634,11	0,00	142,44	753,93	0,980	85,75	225,54	1225,32	13485	13092
Luty	-2,4	596,72	0,00	148,55	709,47	0,975	123,36	203,71	1135,77	13753	13092
Marzec	4,6	454,20	0,00	142,44	540,02	0,932	196,63	225,54	743,37	14465	13092
Kwiecień	6,3	391,03	0,00	79,58	464,91	0,882	270,97	218,26	504,20	13253	13092
Maj	11,6	247,75	0,00	-0,00	294,56	0,681	363,22	225,54	141,11	11012	13092
Czerwiec	15,0	142,71	0,00	-79,58	169,68	0,381	368,48	218,26	9,32	4871,0	13092
Lipiec	16,5	103,23	0,00	-142,44	122,73	0,138	379,51	225,54	0,00	-4183	13092
Sierpień	15,3	138,62	0,00	-164,47	164,81	0,243	345,99	225,54	0,28	-2054	13092
Wrzesień	12,0	228,34	0,00	-137,84	271,48	0,677	217,90	218,26	66,49	4364,2	13092
Październik	7,7	362,77	0,00	-82,24	431,32	0,894	167,56	225,54	360,47	8515,4	13092
Listopad	4,5	442,40	0,00	0,00	526,00	0,955	101,67	218,26	662,78	11012	13092
Grudzień	0,5	575,12	0,00	82,24	683,80	0,977	77,64	225,54	1044,91	12586	13092
W sezonie	7,6	4317,00	0,00	-11,32	5132,71	0,662	2698,67	2655,54	5894,02	10983	13092

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A	Q _{proc}
		W/m ² ·K	m ²	%
SZ 64	Ściana zewnętrzna 64	0,964	2867,79	25,2
SZ 51	Ściana zewnętrzna 51	1,151	991,16	10,8
SZ 38	Ściana zewnętrzna 38	1,428	198,09	2,7
SZ 25	Ściana wewnętrzna 25	1,882	124,92	2,1
STRPOD	Strop pod dachem	0,899	1255,95	10,3
STR AULA	strop nad aulą	1,761	333,50	5,3
PG	Podłoga na gruncie	0,372	1589,45	-0,3
OZS POJ	Okna zewnętrzne pojedynczo szklone	5,000	349,89	16,2
OZS POD	Okna zewnętrzne podwójnie szklone	2,600	1029,37	25,3
OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,600	71,06	1,1
DZD	Drzwi zewnętrzne drewniane	3,500	35,68	1,2

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 na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 64						
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						
LASTRIKO	0,0200	Lastriko.	0,720	1600	0,920	0,028
BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900		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]:						2,688
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,372
STR AULA	strop nad aulą					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CEM	0,0200	Dachówka cementowa.	1,000	1900	0,840	0,020
POLIETYLEN	0,0005	Folia polietylenowa.	0,200	1300	1,420	0,003
Opór warstwy powietrznej stropodachuo śr. wysokości $H = 2$ m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów przenikania ciepła połaci dachowej i warstwy powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020
TROCINY	0,0300	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,333
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
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]:						0,568
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,761
STRPOD	Strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CEM	0,0200	Dachówka cementowa.	1,000	1900	0,840	0,020
POLIETYLEN	0,0005	Folia polietylenowa.	0,200	1300	1,420	0,003
Opór warstwy powietrznej stropodachuo śr. wysokości $H = 2$ m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów przenikania ciepła połaci dachowej i warstwy powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
WAR.POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160
GLINA	0,0300	Glina.	0,850	1800	0,840	0,035
TROCINY	0,0300	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,333
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188

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
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]:						1,112
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,899
SZ 25	Ściana wewnętrzna 25					
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	0,2500	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]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,531
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,882
SZ 38	Ściana zewnętrzna 38					
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	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
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]:						0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,428
SZ 51	Ściana zewnętrzna 51					
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	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
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]:						0,869
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,151
SZ 64	Ściana zewnętrzna 64					
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	0,6400	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,831
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

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
						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]: 1,038
						Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,964

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Jelenia Góra, ul. Kochanowskiego 18	
Adres:	Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1	
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:	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 :	7322,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	29289,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	295880	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	398334	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	694214	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	694214	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	29289,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	3665,62	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1018227	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	7322	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	29289,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	500,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	139,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	125,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	34,8	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}	$\tau_{H,gn}$	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	410,65	0,00	142,44	574,82	0,981	78,02	225,54	830,01	9604,6	9981,9
Luty	-2,4	386,44	0,00	148,55	540,92	0,977	110,53	203,71	769,05	9872,5	9981,9
Marzec	4,6	294,14	0,00	142,44	411,73	0,927	174,37	225,54	477,64	10584	9981,9
Kwiecień	6,3	253,23	0,00	79,58	354,46	0,866	239,04	218,26	291,40	9372,3	9981,9
Maj	11,6	160,44	0,00	-0,00	224,58	0,612	319,35	225,54	51,64	7131,2	9981,9
Czerwiec	15,0	92,42	0,00	-79,58	129,37	0,262	323,56	218,26	0,37	990,50	9981,9
Lipiec	16,5	66,85	0,00	-142,44	93,57	0,032	333,25	225,54	0,00	-8063	9981,9
Sierpień	15,3	89,77	0,00	-164,47	125,66	0,096	304,45	225,54	0,00	-5934	9981,9
Wrzesień	12,0	147,87	0,00	-137,84	206,99	0,512	192,53	218,26	6,51	483,70	9981,9
Październik	7,7	234,93	0,00	-82,24	328,85	0,859	149,23	225,54	159,58	4635,0	9981,9
Listopad	4,5	286,50	0,00	0,00	401,03	0,950	91,66	218,26	393,08	7131,2	9981,9
Grudzień	0,5	372,45	0,00	82,24	521,35	0,977	70,83	225,54	686,34	8705,7	9981,9
W sezonie	7,6	2795,70	0,00	-11,32	3913,32	0,601	2386,82	2655,54	3665,62	7102,3	9981,9

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A	Q _{proc}
		W/m ² ·K	m ²	%
DZD	Drzwi zewnętrzne drewniane	3,500	35,68	1,8
OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,600	71,06	1,7
OZS POD	Okna zewnętrzne podwójnie szklone	1,400	1029,37	21,7
OZS POJ	Okna zewnętrzne pojedynczo szklone	1,400	349,89	7,4
PG	Podłoga na gruncie	0,372	1589,45	-0,4
STR AULA	strop nad aulą	0,219	333,50	1,0
STRPOD	Strop pod dachem	0,206	1255,95	3,6
SZ 25	Ściana wewnętrzna 25	1,882	124,92	3,3
SZ 38	Ściana zewnętrzna 38	1,428	198,09	4,1
SZ 51	Ściana zewnętrzna 51	1,151	991,16	16,8
SZ 64	Ściana zewnętrzna 64	0,964	2867,79	38,9

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 na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 64						
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						
LASTRIKO	0,0200	Lastriko.	0,720	1600	0,920	0,028
BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900		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]:						2,688
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,372
STR AULA	strop nad aulą					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CEM	0,0200	Dachówka cementowa.	1,000	1900	0,840	0,020
POLIETYLEN	0,0005	Folia polietylenowa.	0,200	1300	1,420	0,003
Opór warstwy powietrznej stropodachuo śr. wysokości $H = 2$ m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów przenikania ciepła połączenia dachowej i warstwy powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
!WEŁ 04	0,1600	wełna mineralna 0,04	0,040	60	0,750	4,000
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020
TROCINY	0,0300	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,333
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
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]:						4,568
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,219
STRPOD	Strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CEM	0,0200	Dachówka cementowa.	1,000	1900	0,840	0,020
POLIETYLEN	0,0005	Folia polietylenowa.	0,200	1300	1,420	0,003
Opór warstwy powietrznej stropodachuo śr. wysokości $H = 2$ m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów przenikania ciepła połączenia dachowej i warstwy powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
!WEŁ 04	0,1500	wełna mineralna 0,04	0,040	60	0,750	3,750
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
WAR.POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160
GLINA	0,0300	Gлина.	0,850	1800	0,840	0,035

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
TROCINY	0,0300	Trociny drzewne luzem.	0,090	250	2,510	0,333
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
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]:						4,862
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,206
SZ 25	Ściana wewnętrzna 25					
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	0,2500	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]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,531
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,882
SZ 38	Ściana zewnętrzna 38					
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	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
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]:						0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,428
SZ 51	Ściana zewnętrzna 51					
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	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
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]:						0,869
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,151
SZ 64	Ściana zewnętrzna 64					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

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
CEGŁA-PEŁN	0,6400	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,831
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]:						1,038
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,964