

Audyt energetyczny budynku

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z 18.12.98
znowelizowanej 21.06.01.

Adres budynku:	ulica: <i>Powiatowe Centrum Edukacji - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2, ul. Pionierów 16</i> nr <i>budynek B</i> kod: <i>84-300</i> miejscowość: <i>Lębork</i> powiat: <i>łęborski</i> województwo: <i>pomorskie</i>
Wykonawca audytu:	imię i nazwisko: <i>Adam Dziamski</i> tytuł zawodowy: <i>mgr inż. Budownictwa P. P.</i> nr opracowania: <i>16/112/2006</i>

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1.1 Dane identyfikacyjne budynku					
1. Rodzaj budynku		szkolny		2. Rok ukończenia budowy	
				1970	
3. Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	ulica:	Powiatowe Centrum Edukacji - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2, ul. Pionierów 16		ulica:	Powiatowe Centrum Edukacji - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2, ul. Pionierów 16
	nr	budynek B		nr	budynek B
	kod:	84-300		kod:	84-300
	mięscowość:	Łębork		mięscowość:	Łębork
	powiat:	łęborski		powiat:	łęborski
	województwo:	pomorskie		województwo:	pomorskie
telefon / fax					
1.2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt:					
"MINTER" Walczak Michał, 631010211, 60-687 Poznań, os. ST. Batorego 39/43, tel./fax: (061)/prefiks/8218-122					
1.3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:					
<i>Adam Dziamski, PESEL: 78012705576 61-374 Poznań, os. Armii Krajowej 19/6 mgr inż. Budownictwa P. P., Audytor Energetyczny</i>					
1.4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje					
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego		Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)	
1	mgr inż. Bogdan Walczak	inwentaryzacja, konstrukcja		661/73/PW	
2	Marta Mamzer	inwentaryzacja instalacji c.o.			
3	Barbara Łoza	wykonanie bilansu ciepłego budynku			
1.5. Miejsowość:		Poznań	Data wykonania opracowania:		2.08.2006
1.6. Spis treści:					
1 Strona tytułowa. 2 Karta audytu energetycznego. 3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku. 4 Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku. 5 Ocena stanu technicznego budynku. 6 Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych. 7 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. 8 Opis optymalnego wariantu. 9 Załączniki.					

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Łęborku, budynek B

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾			
2.1 Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 689	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 277	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	1 686	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	
7.	Liczba mieszkań	6	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	300	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	zasobnik c.w.u.	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotłownia na słomę	
11.	Współczynnik kształtu A / V [1/m]	0,46	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2.2	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/m²·K]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,391	0,20
2.	Ściany zewnętrzne sali	0,615	0,24
3.	Strop nad przejazdem	1,522	0,32
4.	Stropodach sali	0,375	0,21
5.	Stropodach	0,255	0,26
6.	Wymiana stolarki otworowej	4,016	1,50
7.	Podłoga na gruncie I	0,86	0,86
8.	Podłoga na gruncie II	0,22	0,22
2.3	Sprawności składowe systemu ogrzewania		
1.	Sprawność wytwarzania	0,75	0,75
2.	Sprawność przesyłania	0,93	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,76	0,92
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Lehorlu, budynek B

2.4 Charakterystyka systemu wentylacji						
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)		naturalna	naturalna		
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		Okna/kanały	Okna/kanały		
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]		10 198	10 198		
4.	Liczba wymian [1/h]		1,2	1,2		
2.5 Charakterystyka energetyczna budynku						
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]		119,9	109,2		
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]		5,8	5,8		
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]		447,0	365,2		
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]		716,7	475,7		
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]		174,3	174,3		
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		-	-		
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do kubatury ogrzewanej części budynku [kWh/(m ³ rok)]		18,58	15,18		
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do kubatury ogrzewanej części budynku [kWh/(m ³ rok)]		29,79	19,77		
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do pola powierzchni użytkowej ogrzewanej części budynku [kWh/(m ² rok)]		87,50	58,08		
2.6 Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)						
1.	Opłata za 1GJ na ogrzewanie ²⁾ [zł]		49,98	49,98		
2.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł]		0	0		
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej ²⁾ [zł]		18,51	18,51		
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na pogrzanie cwu na miesiąc ³⁾ [zł]		0	0		
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]		1,43	1,18		
6.	Inne opłaty (np. abonament miesięczny) [zł]		0,00	0,00		
2.7 Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego						
1.	Planowana suma inwestycji [zł]	266 743	Planowane dofinansowanie według Systemu Norweskiego EOG stanowi [%]	85,0%		
2.	Planowane środki własne inwestora [zł]	40 011	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	27,0%		
3.	Okres inwestycji [lata]	2011	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	12 046		

¹⁾ - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

²⁾ - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

³⁾ - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

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

3.1 Dokumentacja projektowa :

- Audyt Energetyczny PCE - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Lęborku "SIGMA TERMODYNAMIK", Dokumentacja budowlana wykonana przez "PROFIL" Studio Projektowe

3.2 Inne dokumenty :

- Wizja lokalna - lipiec

3.3 Osoby udzielające informacji :

- Dyrektor mgr inż. Alicja Zajączkowska

3.4 Data wizji lokalnej :

- Druga wizja lokalna - lipiec

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora :

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej.

3.6 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- minimalny wkład własny Inwestora powinien wynosić : **41 000 zł**

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	☐ prywatna	☐ spółdzielcza	☐ komunalna	☒ j. budżetowa	
Przeznaczenie budynku	☐ mieszkalny	☐ mieszkalno-usługowy	☐ biurowy	☒ inny	
Adres: ulica	Powiatowe Centrum Edukacji - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2, ul. Pionierów 16		nr	budynek B	
kod	84-300	miejsowość	Lębork		
powiat	lęborski	województwo	pomorskie		
typ budynku	szkolny				
☒ wolnostojący		segment w zabudowie szeregowej			
☐ bliźniak		blok mieszkalny wielorodzinny			
Rok budowy	1970		Rok zasiedlenia	1971	
Technologia budynku					
☐ UW-2Ż-cegła żerańska	☐ PBU-63	☐ OWT-67	☐ SBM-75	☐ ramowa	
☐ RWB	☐ PBU-62	☐ OWT-75	☐ ZSBO	☒ tradycyjna	
☐ BSK	☐ UW-2-J	☐ "Szczecin"	☐ "Stolica"		
☐ RBM-73	☐ WUF-62	☐ W-70	☐ monolit		
☐ RWP-75	☐ WUF-T	☐ Wk-70	☐ szkieletowa		
1	Powierzchnia zabudowana, m ²	1491	10	Budynek podpiwniczony	NIE
2	Kubatura budynku, m ³	8569	11	Liczba klatek schodowych	2
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów wind, otwartych wnęk, logii i galerii, m ³	6689	12	Liczba kondygnacji	2
			13	Wysokość kondygnacji w świetle, m.	3,22
			14	Liczba użytkowników	300
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań, m ² 1)	1686,0	15	Liczba mieszkań	6
5	Powierzchnia korytarzy, m ²	591,00	16	w tym o powierzchni <50m ²	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym, m ² 3)	-	17	o powierzchni 50-100m ²	6
7	3)	-	18	o powierzchni >100m ²	0
8		0	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
9	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy, m ²	2277,0	20	Liczba mieszkań z WC osobno	0

Powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń usługowych, m² 2) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.
wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

Powierzchnia użytkowa ogrzewanych pomieszczeń 3) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.

Uwagi 1) 5+6+7+8)

Jako powierzchnię użytkową mieszkań przyjęto powierzchnię ogrzewaną budynku. Liczbę mieszkań stanowi liczba klas.

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Lęborku, budynek B

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

- Budynek szkolny dwuklatkowy składa się z 2 kondygnacji nadziemnych. Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej z gazobetonu z dociepleniem gr. 3 cm, pozostałe z cegły kratówki z dociepleniem styropianem gr. 8 cm.
- Strop nad salą gimnastyczną w konstrukcji stalowej zaizolowany wełną mineralną gr. 12 cm. Stropodach z płyt kanałowych na konstrukcji monolitycznej, żelbetowej, zaizolowany wełną mineralną gr. 12 cm z odwodnieniem zewnętrznym, kryty papą.
- Stropy międzykondygnacyjne - płyty stropowe żelbetowe, pełne, grubość 20 cm, krzyżowo zbrojone oparte na całym obwodzie.
- Stara stolarka okienna drewniana w pomieszczeniu kotłowni o znacznym stopniu zużycia, zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 3,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Pozostałe okna nowe, wymienione na PCV zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Drzwi zewnętrzne nowe o wsp. U na poziomie $2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, z wyjątkiem drzwi stalowych pomieszczenia kotłowni - zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 5,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

4.2.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis		Pow. całk. m ²	Pow. do obł. strat ciepła m ²	U _k W/(m ² ·K)	Pow. okna m ²	U okna W/(m ² ·K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ściany zewnętrzne	-	800,1	727,4	0,391				
2.	Ściany zewnętrzne sali	-	19,9	18,1	0,615				
3.	Strop nad przejazdem	-	7,4	6,7	1,522				
4.	Stropodach sali	-	361,4	380,4	0,375				
5.	Stropodach	-	926,7	975,5	0,255				
6.	Drzwi wejściowe	-						11,8	5,10
7.	Okna	-				12,6	3,000		
8.	Podłoga na gruncie I	-	124,8	137,3	0,864				
9.	Podłoga na gruncie II	-	1 171,1	1288,2	0,219				

4.3 Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych	Oznaczenie	Dane w stanie istniejącym
1	2	3	4
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc\ co}$	119,9 kW
	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u.)	$q_{moc\ cw}$	5,8 kW
2.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q	125,7 kW
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	447,0 GJ
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E = Q_H / V$	18,6 kWh/m ³ a
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S	887 GJ
	Taryfa opłat (z VAT-em) :		
6.	Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył)	miesięcznie	zł/MW
7.	Opłata zmienna (za ciepło + za przesył)	wg licznika	49,98 zł/GJ
8.	Opłata abonamentowa	miesięcznie	zł/(m-c)

4.4 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Typ instalacji	Kotłownia na słomę
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Poziomy stalowe, piony stalowe
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne typu TA-1.
5.	Oslonięcie grzejników	grzejniki w znikomej ilości mają osłony
6.	Zawory termostacyjne i podzielniki kosztów	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 0,75$; $\eta_p = 0,93$; $\eta_r = 0,76$; $\eta_e = 0,95$;
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę.	7 / 24 $w_t = 1$ $w_d = 0,95$
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985 - 2001	brak

4.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	zasobnik c.w.u.
2.	Piony i ich izolacja	stalowe, braki izolacji cieplnej przewodów
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie dotyczy
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /(m-c) określone na podstawie	55 m ³ /(m-c)

4.6 Charakterystyka systemu wentylacji		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego w m ³ /h	10 198

4.7 Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku	
--	--

kotłownia na słomę

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

1. Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający. Stara stolarka okienna wymieniona na pcv z wyjątkiem okien kotłowni.

2. Budynek spełnia wymagania dotyczące maksymalnej wartości wskaźnika $E [kWh/m^3 \cdot a]$ sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne - ściany zewnętrzne, stropodach mają dobrą izolacyjność termiczną, występują nieliczne mostki cieplne. Budynek charakteryzuje się znacznym przeszkleniem.

5.2. System grzewczy

Instalacja wewnętrzna posiada szereg wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz z długoletniego użytkowania. W szczególności:

- Wymagana wymiana instalacji c.o.
- Wymagana regulacja instalacji i uzupełnienie izolacji cieplnej przewodów,
- wymagane czyszczenie chemiczne instalacji i regulacja hydrauliczna
- montaż zaworów termostatycznych

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

zasobnik c.w.u.

5.4. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U [W/m^2K]$ - Ściany zewnętrzne $U = 0,391$ - Ściany zewnętrzne sali $U = 0,615$ - Strop nad przejazdem $U = 1,522$ - Stropodach sali $U = 0,375$ - Stropodach $U = 0,255$ - Podłoga na gruncie II $U = 0,219$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny $R [m^2 \cdot KW]$ - dla ścian $R \geq 4$ - dla ścian $R \geq 4$ - dla stropu $R \geq 4$ - dla dachu $R \geq 4,5$ - dla dachu $R \geq 4,5$ - dla podłogi $R \geq 2$
2.	Okna Okna o znacznym stopniu zużycia, nieszczelne Okna $U = 3,00$ Drzwi wejściowe $U = 5,10$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U \leq 1,9$.
3.	Wentylacja naturalna Stwierdza się zbyt duże przewietrzanie. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie ciepła na ogrzewanie.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wymianę okien oraz wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników, wprowadzenie systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej Instalacja c.w.u. W średnim stanie technicznym, nieszczelności instalacji,	Możliwe oszczędności poprzez uszczelnienie instalacji.
5.	System grzewczy System przestarzały, instalacja c.o. w nie zadowalającym stanie technicznym,	Możliwe znaczne oszczędności przez kompleksową modernizację instalacji: w tym montaż zaworów podpiornowych, hermetyzacja, regulacja instalacji z poprawieniem przepływu.

Uwagi:

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.		
Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO - z użyciem styropianu EPS 70-040
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej - styropian EPS 100-038
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicami	brak
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki otworowej
5.	Zmniejszenie strat na podgrzewanie ciepłej wody użytkowej	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.w.u ze względu na ograniczony wkład własny inwestora
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	- regulacja instalacji c.o., poprawienie przepływu - uzupełnienie izolacji cieplnej przewodów - montaż zaworów termostatycznych
7.	Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na cele wentylacji	Wprowadzenie systemu wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła

Uwagi:

7.1 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przegrody budowlane	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne Ocieplenie : - Stropodach sali
II	Usprawnienie dotyczące wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	Wentylacja : - System wentylacji
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki otworowej
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do przygotowania c.w.u.	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.w.u ze względu na ograniczony wkład własny inwestora
V	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	- regulacja instalacji c.o, poprawienie przepływu - uzupełnienie izolacji cieplnej instalacji, - montaż zaworów termostatycznych

Uwagi :

7.2. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :

1. Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne;
2. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia polegającego na wymianie lub modernizacji okien lub/i drzwi oraz prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania powietrza wentylacyjnego;
3. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej;
4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termo-modernizacji	Jednostki miary
1	2	3	4	5
Dla przegród zewnętrznych				
1.	t_{w0}	+20	bez zmian	°C
2.	t_{z0}	-16	b.z.	°C
3.	Sd	3 789,9	b.z.	dzień·K/rok
Dla stropu nad nie ogrzewaną piwnicą				
4.	t_{w0}	+20	b.z.	°C
5.	t_{z0}	8	b.z.	°C
6.	Sd	2 525,4	b.z.	dzień·K/rok
Opłaty za ciepło na cele grzewcze				
7.	Stała O_{m0}, O_{m1}	0,00	0,00	zł/(MW·m-c)
8.	Zmienna O_{z0}, O_{z1}	49,98	49,98	zł/GJ
9.	Abonament A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/(m-c)
Opłaty za ogrzewanie c.w.u.				
10.	Stała O_{0m}, O_{1m}	0,00	0,00	zł/(MW·m-c)
11.	Zmienna O_{0z}, O_{1z}	49,98	49,98	zł/GJ
12.	Abonament A_{0b}, A_{1b}	0,00	0,00	zł/(m-c)

Uwagi :

Koszty rozliczane przez szkołę są kosztami brutto, na potrzeby analizy zmniejszono koszty o podatek VAT 22%

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu			Przegroda	1
1 zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Ściany zewnętrzne	

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	752,20	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	827,42	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	-16,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 789,9	dzień·K/rok

Oplaty:	stała :	zmienne :	abonament :
c.o.	O _{m0} = 0 zł/MW	O _{z0} = 49,98 zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/(m·c)
	O _{m1} = 0 zł/MW	O _{z1} = 49,98 zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/(m·c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu EPS 70-040

o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantie 1.

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1.

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantie 1.

Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,07	0,08	0,09	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		1,75	2,00	2,25	2,50
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,460	4,21	4,46	4,71	4,96
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	100,1	58,5	55,2	52,3	49,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0110	0,0060	0,0060	0,0060	0,0050
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		2 079	2 244	2 389	2 519
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		155,0	159,0	163,0	165,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		128 250	131 560	134 869	136 524
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		61,7	58,6	56,5	54,2
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,406	0,238	0,224	0,212	0,202

Podstawa przyjętych wartości N_u.

Przyjęto cenę jednostkową ocieplenia 1m² na podstawie średnich cen rynkowych w regionie.

Uwagi :

Do powierzchni ścian zewnętrznych oraz ścian zewn. sali gimnastycznej doliczono strop nad przejazdem. Z uwagi na poczynione założenia współczynnik przenikania ciepła U liczono jako średnią ważoną

Wybrany wariant :	4	Koszt :	136 524 zł	SPBT =	54,2 lat
-------------------	---	---------	------------	--------	----------

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda	2
		Stropodach sali	

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat w stanie istniejącym	A_o	=	380,40	m^2
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A_{koszt}	=	361,38	m^2
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t_{w0}	=	20,0	$^{\circ}C$
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t_{z0}	=	-16,0	$^{\circ}C$
	liczba stopniocdni dla wybranej przegrody	S_d	=	3 789,9	dzień·K/rok

Oplaty:	stała :	zmienne :	abonament :
c.o.	$O_{m0} = 0$ zł/MW	$O_{z0} = 49,98$ zł/GJ	$A_{b0} = 0,00$ zł/(m-c)
	$O_{m1} = 0$ zł/MW	$O_{z1} = 49,98$ zł/GJ	$A_{b1} = 0,00$ zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie stropodachu metodą BSO styropianem EPS 100-038

o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1.

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1.

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1.

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	m		0,17	0,18	0,19	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2\cdot K)/W$		4,47	4,74	5,00	5,26
3	Opór cieplny R dla ściany ze zdemontowanym ociepleniem	$(m^2\cdot K)/W$	0,269	4,74	5,01	5,27	5,53
4	Opór cieplny R dla ściany z istniejącym ociepleniem *	$(m^2\cdot K)/W$	2,667	7,14	7,41	7,67	7,93
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	46,7	16,6	16,0	15,4	14,9
6	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0050	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020
7	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$ ***	zł/a		1 505	1 534	1 564	1 589
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160,0	165,0	170,0	175,0
9	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		57 821	59 628	61 435	63 242
10	$SPBT = N_u / \Delta Q_{ru}$	lata		38,41	38,92	39,33	39,8
11	U_0, U_1 **	W/(m ² ·K)	3,721	0,211	0,200	0,190	0,126

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² na podstawie średnich cen rynkowych.

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt}

Koszt jednostkowy demontażu istniejącego ocieplenia wynosi 15 zł/m² i został doliczony do ceny jednostkowej.

Uwagi :

* Wartość oporu cieplnego R dla dachu z istniejącym ociepleniem $R_o = 2,611 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ (czyli współczynnika $U_o = 0,383 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ policzona dla ściany w stanie istniejącym).

** Wartość współczynnika $U_o = 3,721 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ policzona dla ściany po demontażu istniejącego docieplenia.

*** Efekt energetyczny odniesiony do stanu istniejącego, tzn. z obecnym ociepleniem.

Przed przystąpieniem do ocieplenia stropu poddasza Inwestor powinien wykonać ekspertyzę stanu technicznego, obliczeń nośności konstrukcji od ciężaru własnego i ciężaru przyszłego docieplenia.

Wybrany wariant :	1	Koszt :	57 821 zł	SPBT =	38,4 lat
-------------------	---	---------	-----------	--------	----------

7.3.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie :		1	
				Wymiana stolarki otworowej			
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 24,40 \text{ m}^2$ powierzchnia okien $A_{1k} = 24,40 \text{ m}^2$ strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej $V_{nom} = 816 \text{ m}^3$ współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją $a_0 = 4,0 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$ stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,2$ $t_{w0} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_{z0} = -16,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $S_d = 3\,789,9 \text{ dzień} \cdot \text{K/rok}$ $O_{m0} = 0 \text{ zł}/(\text{MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c})$ $O_{z0} = 49,98 \text{ zł/GJ}$ $A_{b0} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m} \cdot \text{c})$ $O_{m1} = 0 \text{ zł}/(\text{MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c})$ $O_{z1} = 49,98 \text{ zł/GJ}$ $A_{b1} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m} \cdot \text{c})$							
Opis wariantów usprawnienia :							
Wymiana stolarki otworowej							
Rozpatruje się 3 warianty wymiany przeszklenia :							
Wariant 1 - Wymiana stolarki otworowej				$U_1 = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $a_1 = 1,0$			
Wariant 2 - Wymiana stolarki otworowej				$U_1 = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $a_1 = 1,0$			
Wariant 3 - Wymiana stolarki otworowej				$U_1 = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $a_1 = 1,0$			
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	4,02	1,90	1,70	1,50	
2	Współczynniki korekcyjne C_r	-	1,3	1,00	1,00	1,00	
	C_m	-	1,5	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	32,1	15,2	13,6	12,0	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	118,2	90,9	90,9	90,9	
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz. 3} + \text{Poz. 4}$	GJ/a	150,3	106,1	104,5	102,9	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0035	0,0017	0,0015	0,0013	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0150	0,0100	0,0100	0,0100	
8	$q_{0U}, q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,0185	0,012	0,012	0,011	
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		2 209	2 289	2 369	
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		9 760	10 004	10 248	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0	0	
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł		0	0	0	
13	Łączny koszt przedsięwzięcia $(N_{ok} + N_w)$	zł		9 760	10 004	10 248	
14	$\text{SPBT} = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		4,41	4,42	4,33	
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Wariant 1 -		Wymiana stolarki otworowej		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt montażu okna :		$24,40 \text{ m}^2 \cdot 400 \text{ zł} = 9\,760 \text{ zł}$			
Wariant 2 -		Wymiana stolarki otworowej		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt montażu okna :		$24,40 \text{ m}^2 \cdot 410 \text{ zł} = 10\,004 \text{ zł}$			
Wariant 3 -		Wymiana stolarki otworowej		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt montażu okna :		$24,40 \text{ m}^2 \cdot 420 \text{ zł} = 10\,248 \text{ zł}$			
Uwagi :							
Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto proporcjonalnie do powierzchni wymienianej stolarki otworowej.							
Współczynnik przenikania okien $U_0 = \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, został policzony jako średnia ważona.							
Wybrany wariant :		3		Koszt :		10 248 zł	
				SPBT =		4,3 lat	

7.3.2 Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej				Usprawnienie :		2		
				System wentylacji				
Dane:				Q_{0cw}	=	84,5 GJ		
				q_{0cw}	=	0,0554 MW		
Opłaty:		stała :	zmienna :	abonament :				
O_{0m}	=	zł/(MW·m-c)	O_{0z}	=	49,98 zł/G	A_{0b}	=	zł/(m-c)
O_{1m}	=	zł/(MW·m-c)	O_{1z}	=	49,98 zł/G	A_{1b}	=	zł/(m-c)
Przewidywane zmniejszenie kosztów ogrzania powietrza 45% . Zakłada się, że w tej samej wielkości zmniejsza się zapotrzebowanie na ciepło i moc przy zapewnieniu wymaganej wymianie powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniach.								

1	Współczynnik efektywności odzysku ciepła	Φ	4,4 °C
2	Moc nagrzewnicy	Q_N	26,2 kW
3	Strumień ciepła niezbędny do ogrzania powietrza świeżego	Q_w	57,1 kW
4	Strumień ciepła odzyskiwany z powietrza usuwanego	Q_w	37,6 kW
5	Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego	V	4 943

C_p 1020 J/kgK

ρ 1,2 kg/m³

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1	2	3	4	5
1	Zapotrzebowanie ciepła	GJ/a	84,5	51,8
2	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,1125	0,1007
3	Koszt pracy	zł/a	2 144	967
4	Oszczędność ΔQ_{rw}	zł/a		1 177
5	Koszt modernizacji N_w	zł		45 000
6	SPBT = $N_w / \Delta Q_{rw}$	lata		38,2

Podstawa przyjętych wartości N_u

Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie

Instalacja wentylacyjna (centrala, przewody, itp.) :

1 szt.

Koszt z montażem instalacji wentylacyjnej mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła:

45 000

Uwagi :

Usprawnienie :	System wentylacji	Koszt :	45 000 zł	SPBT =	38,2 lat
-----------------------	--------------------------	----------------	------------------	---------------	-----------------

7.3.2 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1.	<u>Wymiana stolarki otworowej</u>	<u>10 248</u>	<u>4,3</u>
2.	<u>Wentylacja : - System wentylacji</u>	<u>45 000</u>	<u>38,2</u>
3.	<u>Ocieplenie : - Stropodach sali</u>	<u>57 821</u>	<u>38,4</u>
4.	<u>Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne</u>	<u>136 524</u>	<u>54,2</u>
5.	<u>Regulacja c.o.</u>	<u>17 150</u>	<u>2,5</u>

Uwagi :

7.4.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.	η_0	=	0,504
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	0,85
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	0,95
Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele grzewcze	q_{0co}	=	119,9 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	447,0 GJ/

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację c.o. do aktualnych wymogów technicznych:

- regulacja instalacji c.o., poprawienie przepływu instalacji,
- uzupełnienie izolacji cieplnej
- montaż zaworów termostatycznych

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wybranym do realizacji wariantem proponowanych usprawnień :

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,75$ 0,75
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,93$ 0,95
3	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,76$ 0,92
4	Wykorzystanie ciepła - bez zmiany	$\eta_e = 0,95$ 0,95
5	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta = 0,50$ 0,62
6	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$ 0,85
7	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d = 0,95$ 0,95
Uwagi :		

7.4.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.

Przerwy tygodniowe

Przerwy dobowe

Zapotrzebowanie na moc ciepłą

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania

η_0	=	0,504
w_{t0}	=	0,85
w_{d0}	=	0,95
q_{0co}	=	119,9 kW
Q_{0co}	=	447,0 GJ/a

Opłaty:		stała :		zmienne :		abonament :	
c.o.	O_{m0}	=	0	zł/(MW·m·c)	O_{m1}	=	49,98 zł/GJ
	O_{m1}	=	0	zł/(MW·m·c)	O_{z1}	=	49,98 zł/GJ
					A_{b0}	=	0,00 zł/(m·c)
					A_{b1}	=	0,00 zł/(m·c)

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się 1 wariant usprawnienia termomodernizacyjnego :

Tygodniowe i dobowe przerwy

W1 - Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności. $h_1 = 0,623$ $w_{t1} = 0,85$ $w_{d1} = 0,95$

Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		447,0			
2	Zapotrzebowanie na moc ciepłą po termomodernizacji q_{1co}	kW		119,9			
3	$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	zł/a	35 800				
4	$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		28 962			
5	$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{0m} + A_{b0})$	zł/a	0				
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{1m} + A_{b1})$	zł/a		0			
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{0co} = A_0 + B_0$	zł/a	35 800				
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a		28 962			
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rco} = O_{0co} - O_{1co}$	zł/a		6 838			
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		17 150			
11	SPBT = $N_{co} / \Delta O_{rco}$	lata		2,5			

Podstawa przyjętych wartości N_u

W1 - Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.

Zakres usprawnienia obejmuje :

Koszt realizacji usprawnienia

	jm	Ilość	Cena jedn.	$N_u =$	17 150
- regulacja instalacji c.o., poprawienie przepływu					
- uzupełnienie izolacji cieplnej instalacji,	szt	55	250	13 750	zł
- montaż zaworów termostatycznych					
wymiana rozdzielaczy c.o.	szt	2	1700	3 400	zł

Uwagi :

Wybrany wariant :	1	Koszt :	17 150 zł	SPBT =	2,5 lat
-------------------	---	---------	-----------	--------	---------

7.5. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.5.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli stosuje się skrótowe określenia dla 5 usprawnień zestawionych w p. 7.3.5 oraz 7.4.2 :

- Wymiana stolarki otworowej
- Wentylacja : - System wentylacji
- Ocieplenie : - Stropodach sali
- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne
- Regulacja c.o.

Do analiz przyjęto następujące warianty usprawnień

LP.	Zakres	Numer wariantu										
		1	2	3	4	5						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Wymiana stolarki otworowej	✓	✓	✓	✓							
2	Wentylacja : - System wentylacji	✓	✓	✓								
3	Ocieplenie : - Stropodach sali	✓	✓									
4	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	✓										
5	Regulacja c.o.	✓	✓	✓	✓	✓						
Uwagi :												

7.5.2	Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
--------------	---

Opłaty:		stała :		zmienna :		abonament :						
c.o.	O_{m0}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	49,98	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	49,98	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)
c.w.u.	O_{0m}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{0z}	=	49,98	zł/GJ	A_{0b}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{1m}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{1z}	=	49,98	zł/GJ	A_{1b}	=	0,00	zł/(m-c)

$$Q_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw}$$

$$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$$

$$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{m0} + A_{b0})$$

$$O_{r0co} = A_0 + B_0$$

$$O_{r0cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{0z} + 12 \cdot q_{0cw} \cdot O_{0m}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{0b} + O_{0zw}$$

$$O_{r0} = O_{r0co} + O_{r0cw}$$

$$Q_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$$

$$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$$

$$O_{r1co} = A_1 + B_1$$

$$O_{r1cw} = (Q_{1cw} \cdot O_{z1} + 12 \cdot q_{1cw} \cdot O_{1m}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{1b} + O_{1zw}$$

$$O_{r1} = O_{r1co} + O_{r1cw}$$

O_{0zw} - opłata za wodę zimną przed termomodernizacją

O_{1zw} - opłata za wodę zimną po termomodernizacji

$$\Delta O_p = O_{p1} - O_{p0}$$

Nr wariantu	Q_{0co} GJ	q_{0co} kW	η_0 $w_{t0} \cdot w_{d0}$	Q_{0cw} GJ	q_{0cw} kW	Q_0 GJ	O_{r0co} zł	O_{r0cw} zł	O_{r0} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stan istniejący	447	119,9	0,504 0,85 0,95	174	5,8	891	35 823	12 162	47 985	-	-

Nr wariantu	Q_{1co} GJ	q_{1co} kW	η_1 $w_{t1} \cdot w_{d1}$	Q_{1cw} GJ	q_{1cw} kW	Q_1 GJ	O_{r1co} zł	O_{r1cw} zł	O_{r1} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	365	109,2	0,620 0,85 0,95	174	5,8	650	23 777	12 162	35 939	12 046	266 743
2.	412	115,1	0,622 0,85 0,95	174	5,8	709	26 726	12 162	38 888	9 097	130 219
3.	430	117,5	0,623 0,85 0,95	174	5,8	731	27 826	12 162	39 988	7 997	72 398
4.	446	118,2	0,623 0,85 0,95	174	5,8	752	28 875	12 162	41 037	6 948	27 398
5.	447	119,9	0,623 0,85 0,95	174	5,8	754	28 960	12 162	41 122	6 863	17 150

Uwagi :

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji mierzone w GJ/a.

O_{0zw}, O_{1zw} - roczny koszt dostawy zimnej wody użytkowej przed i po termomodernizacji wyrażony w zł.

N - planowane koszty całkowite naabrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej wyrażone w zł.

Wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło i na moc dla ogrzewania obliczono programem Instal-Soft firmy Danfoss

7.5 3	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
----------	---

LP.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Płanowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $(Q_0 - Q_1)/Q_0$ *100%	Płanowana kwota środków własnych i kwota kredytu S	
		[zł]	[zł]	[%]	[zł]	[%]
1.	Wszystkie rozważane usprawnienia	266 743	12 046	27,0%	40 011 226 732	15% 85,0%
2.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	130 219	9 097	20,4%	19 533 110 686	15% 85,0%
3.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach sali, Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	72 398	7 997	18,0%	10 860 61 538	15% 85,0%
4.	Wymiana stolarki otworowej , Regulacja c.o.	27 398	6 948	15,6%	4 110 23 288	15% 85,0%
5.	Regulacja c.o.	17 150	6 863	15,4%	2 573 14 577	15% 85,0%

Uwagi :

Minimalny wkład własny inwestora na pozyskanie dofinansowania Norweskiego Systemu EOG wynosi 15%. Wkład własny może ulec zmianie.

7.5.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Regulacja instalacji c.o
Wymiana stolarki otworowej
System wentylacji
Stropodach sali
Ściany zewnętrzne

- | | | |
|----|---|-----------|
| | Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe, a mianowicie: | |
| 1. | Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie
czyli powyżej 15 % | 27,05% |
| 2. | Planowana inwestycja jest zgodna z warunkami ustawowymi; według
dofinansowania Systemu Norweskiego EOG stanowi | 85% |
| 3. | Planowane środki własne Inwestora wynoszą: | 40 011 zł |
| 4. | Udział własny Inwestora wynosi : min | 15% |
| | Udział własny może ulec zmianie w trakcie przygotowywania wniosku | |

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

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1.	Wymianę stolarki otworowej powierzchni wspólnych, okien drewnianych na okna pcw o współczynniku max. $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy U szyby max. $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.	Całkowita powierzchnia	24 m ²
		Koszt usprawnienia	10 248 zł
2.	Wprowadzenie systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	Całkowita powierzchnia	0 m ²
		Koszt usprawnienia	45 000 zł
3.	Ocieplenie stropodachu styropianem EPS 100-038 ($\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$) o min. gr. 17 cm.	Całkowita powierzchnia	361 m ²
		Koszt usprawnienia	57 821 zł
4.	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO styropianem EPS 70-040 ($\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$) o min. gr. 10 cm.	Całkowita powierzchnia	827 m ²
		Koszt usprawnienia	136 524 zł
5.	Modernizację instalacji c.o.: regulacja instalacji c.o., poprawienie przepływu, uzupełnienie izolacji instalacji c.o., montaż zaworów termostatycznych, wymiana rozdzielaczy c.o.	Koszt usprawnienia	17 150 zł

8.2 Charakterystyka finansowa

1.	Kalkulowany koszt robót wyniesie		266 743 zł
2.	Udział środków własnych inwestora	(15,0%) czyli	40 011 zł
3.	Dofinansowanie	(85,0%) czyli	226 732 zł
4.	Roczna oszczędność kosztów energii		12 046 zł
5.	Czas zwrotu nakładów SPBT =	266 743 / 12 046	22,1 lat

8.3 Charakterystyka finansowa

Dalsze działania inwestora obejmują:	
1.	Złożenie wniosku na dofinansowanie wg Systemu Norweskiego EOG i podpisanie umowy
2.	Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3.	Realizacja robót i odbiór techniczny

Załącznik do audytu.

1. Załącznik nr 1

Wyniki obliczeń współczynników przenikania ciepła przegród na podstawie programu komputerowego TERMO-DANFOSS.

2. Załącznik nr 2

Obliczenia strumienia ciepła wentylacyjnego.

3. Załącznik nr 3

Określenie sprawności systemu grzewczego.

4. Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.

5. Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.

Dane i wyniki dla przegród

Nazwa definicji przegrody

SZ_s

Wsp. przenikania ciepła

0,615 W/(m²·K)

Opis

Ścian...

Kierunek przepływu ciepła

Poziomy

Typ przegrody

SZ

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Gazobeton 1.4	Średnio wilgotna	24,0	0,582	840,0	1400,0	0,412
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	4,0	0,050	750,0	40,0	0,800
Gazobeton 1.4	Średnio wilgotna	12,0	0,582	840,0	1400,0	0,206
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody

SZ_po

Wsp. przenikania ciepła

0,391 W/(m²·K)

Opis

Ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Poziomy

Typ przegrody

SZ

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Mur (kratówka)	Średnio wilgotna	25,0	0,560	880,0	1300,0	0,446
Styropian (15)	Średnio wilgotna	8,0	0,042	1460,0	15,0	1,905
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody

SZ_sz

Wsp. przenikania ciepła

0,391 W/(m²·K)

Opis

Ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Poziomy

Typ przegrody

SZ

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Mur (kratówka)	Średnio wilgotna	25,0	0,560	880,0	1300,0	0,446
Styropian (15)	Średnio wilgotna	8,0	0,042	1460,0	15,0	1,905
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Ok_n2,000 W/(m²·K)

Okno nowe

Poziomy

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Ok_s3,000 W/(m²·K)

Okno stare

Poziomy

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Dz2,600 W/(m²·K)

Drzwi zewnętrzne

Poziomy

DZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Dz_k5,100 W/(m²·K)

Drzwi...

Poziomy

DZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Std_s0,375 W/(m²·K)

stropodach sali...

W górę

SD

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Płyty korytkowe	Średnio wilgotna	10,0	1,700	840,0	2500,0	0,059
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	12,0	0,050	750,0	40,0	2,400
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	3,0	0,820	840,0	1850,0	0,037
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,6	0,180	1460,0	1000,0	0,033

Nazwa definicji przegrody**Std**

Wsp. przenikania ciepła

0,255 W/(m²·K)

Opis

stropodach

Kierunek przepływu ciepła

W górę

Typ przegrody

SD

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Płyty kanałowe	Średnio wilgotna	30,0	0,900	840,0	1600,0	0,333
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011
Styropian (15)	Średnio wilgotna	4,0	0,042	1460,0	15,0	0,952
Tynk, gładź cem.	Średnio wilgotna	3,0	1,000	840,0	2000,0	0,030
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,4	0,180	1460,0	1000,0	0,022
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	12,0	0,050	750,0	40,0	2,400
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,6	0,180	1460,0	1000,0	0,033

Nazwa definicji przegrody**Png**

Wsp. przenikania ciepła

--- W/(m²·K)

Opis

Podłoga na...

Kierunek przepływu ciepła

W dół

Typ przegrody

PG

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Terakota	Średnio wilgotna	5,0	1,050	920,0	2000,0	0,048
Podkład z betonu chudego	Średnio wilgotna	3,0	1,050	840,0	1900,0	0,029
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011
Gruzobeton	Średnio wilgotna	15,0	1,000	840,0	1900,0	0,150
Piasek średni	Średnio wilgotna	10,0	0,400	840,0	1650,0	0,250

Nazwa definicji przegrody**St_w**

Wsp. przenikania ciepła

1,876 W/(m²·K)

Opis

Strop wewnętrzny

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

StW

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
PCW	Średnio wilgotna	1,0	0,200	1260,0	1300,0	0,050
Podkład z betonu pod posadzkę	Średnio wilgotna	2,0	1,400	840,0	2200,0	0,014
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011
Żelbet	Średnio wilgotna	20,0	1,700	840,0	2500,0	0,118

Nazwa definicji przegrody**Sw_25**

Wsp. przenikania ciepła

1,610 W/(m²·K)

Opis

Ściana wewnętrzna

Kierunek przepływu ciepła

Poziomy

Typ przegrody

SW

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Cegła (mur) ceramiczna pełna (bez tynku)	Średnio wilgotna	25,0	0,770	880,0	1800,0	0,325
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**Sw_12**

Wsp. przenikania ciepła

2,040 W/(m²·K)

Opis

Ściana wewnętrzna

Kierunek przepływu ciepła

Poziomy

Typ przegrody

SW

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Cegła (mur) dziurawka (bez tynku)	Średnio wilgotna	12,0	0,620	880,0	1400,0	0,194
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**StP**

Wsp. przenikania ciepła

1,522 W/(m²·K)

Opis

Strop nad...

Kierunek przepływu ciepła

W dół

Typ przegrody

StP

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
PCW	Średnio wilgotna	1,0	0,200	1260,0	1300,0	0,050
Podkład z betonu pod posadzkę	Średnio wilgotna	5,0	1,400	840,0	2200,0	0,036
Płyty wiórkowo-cementowe (450)	Średnio wilgotna	2,0	0,140	2090,0	450,0	0,143
Strop DZ-3 20cm	Średnio wilgotna	20,0	1,000	880,0	1150,0	0,200
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego	Przedsięwzięcie :	7.3.1
	Załącznik Nr 2	

Dane: Współczynniki korekcyjne :

Rodzaj wentylacji naturalna
współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizacją
okna z wadami szczelności
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru
budynek na przestrzeni otwartej

$$C_r = 1,3$$

$$C_w = 1,2$$

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Kuchnie		70	
2	Łazienki		50	
3	Oddzielne WC		30	
	Razem mieszkania			
		Kubatura m ³		
4	Piwnice nie ogrzewane		0,5 wym/h	
5	Klatki schodowe		0,8 wym/h	
6	Piwnice cz. ogrzewana		0,8 wym/h	
Razem			$V_{nom} =$	10 198
Ogółem			$V_{nom} =$	10 198
Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników C_r i C_w				15 908

Uwagi :

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto z programu Instal-Soft firmy Danfoss.

Załącznik nr 3

A. Obliczenie sprawności systemu grzewczego

Dane dotyczące :

A1. W stanie istniejącym

A2. Po modernizacji

Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		
1	2	3	4	5
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,75	kotły na słomę
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,93	Przewody w średnim stanie tech. z brakami w izolacji cieplnej
3	Sprawność regulacji $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2 \cdot GRL^{\frac{1}{2}}$	$\eta_r =$	0,76	Instalacja bez zaworów termostatycznych, z automatyką pogodową
		GLR =	$\frac{614 \text{ GJ}}{980 \text{ GJ}}$	
		$\eta_{co} =$	0,85	
4	Sprawność wykorzystania	$\eta_e =$	0,95	Grzejniki żeliwne stare, usytuowane prawidłowo
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,504	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	budynek szkolny, okres zajęć 5 dni
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0,95	automatyka pogodowa wpływa na występowanie przerw dobowych

Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A2.		
1	2	3	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,75	kotły na słomę
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,95	uzupełnienie izolacji cieplnej instalacji c.o
3	Sprawność regulacji $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2 \cdot GRL^{\frac{1}{2}}$	$\eta_r =$	0,92	instalacja z zaworami termostatycznymi, regulacja instalacji z poprawieniem przepływu
		GLR =	$\frac{614 \text{ GJ}}{885 \text{ GJ}}$	
		$\eta_{co} =$	0,95	
4	Sprawność wykorzystania	$\eta_e =$	0,95	Grzejniki żeliwne stare, usytuowane prawidłowo
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,623	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	budynek szkolny, okres zajęć 5 dni
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0,95	montaż zaworów termostatycznych wpływa na występowanie przerw dobowych

Zestawienie sprawności regulacji i całkowitej systemu grzewczego dla wariantów

Obliczenie współczynnika η_{r0}

$$\eta_{r0} = 1 - (1 - \eta_{co0}) \cdot 2 \cdot (GRL_0)^{\frac{1}{2}}$$

Wariant	η_{r1}	η_1
1	0,917	0,620
2	0,919	0,622
3	0,920	0,623
4	0,920	0,623
5	0,921	0,623

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym oraz po termomodernizacji	Przedsięwzięcie :	7.3.2
	Załącznik Nr 4	

Oplaty:	stała :		zmienna :		abonament :	
c.w.u.	$O_{0m} = 0,0$	zł/(MW·m-c)	$O_{0z} = 49,98$	zł/GJ	$A_{0b} = 0,00$	zł/(m-c)
	$O_{1m} = 0,00$	zł/(MW·m-c)	$O_{1z} = 49,98$	zł/GJ	$A_{1b} = 0,00$	zł/(m-c)

Lp.	Treść	Wartość
1	Liczba użytkowników OS =	300 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. przypadające na 1 użytkownika $V_{OS} =$	0,006 m ³ /d
3	Średnie zapotrzebowanie dobowe na c.w.u. w budynku $V_{dśr} = OS \cdot V_{OS} =$	1,80 m ³ /d
4	Średni czas dobowy nagrzewania na c.w.u. t =	4 h
5	Średnie zapotrzebowanie godzinowe na c.w.u. $V_{hśr} = V_{dśr} / 16 =$	0,11 m ³ /h
6	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot p \cdot (t_c - t_{zw}) = 4,2 \cdot 1 \cdot (55-10) \cdot 10^{-3} =$	0,189 GJ/m ³
Koszty ogrzania c.w.u. w stanie istniejącym		
7	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji bez zasobnika c.w.u.) $q_{cw} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot 279 =$	5,8 kW
8	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśr} \cdot 366 =$	657 m ³
9	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. $Q_{cw} = V_{cw} \cdot Q_{cwj} =$	124,2 GJ
10	Sprawność wytwarzania $\eta_w =$	75%
11	Sprawność przesyłania $\eta_p =$	95%
12	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności $Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_p) =$	174,3 GJ
13	Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = (Q_{cw} \cdot O_{z0} + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{b0} =$	8 713 zł
14	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej 5,25 zł/m ³ $O_{rwz} = V_{cw} \cdot 5,25 =$	3 449 zł
15	Całkowity koszt roczny c.w.u. $O_{r0} = O_{rcw} + O_{rwz} =$	12 162 zł
16	Średni koszt 1 m ³ c.w.u. $O_{rcw} / V_{cw} =$	18,51 zł/m ³
Koszty ogrzania c.w.u. po termomodernizacji		
17	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji z zasobnikiem c.w.u.) $q_{cw} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot 279 =$	5,8 kW
18	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśr} \cdot 366 =$	657 m ³
19	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. $Q_{cw} = V_{cw} \cdot Q_{cwj} =$	124,2 GJ
20	Sprawność wytwarzania $\eta_w =$	75%
21	Sprawność przesyłania $\eta_p =$	95%
22	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności $Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_p) =$	174,3 GJ
23	Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = (Q_{cw} \cdot O_{z0} + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{b0} =$	8 713 zł
24	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 5,25 zł/m ³ $O_{rwz} = V_{cw} \cdot 5,25 =$	3 449 zł
25	Całkowity koszt roczny c.w.u. $O_{r1} = O_{rcw} + O_{rwz} =$	12 162 zł
26	Średni koszt 1 m ³ c.w.u. $O_{rcw} / V_{cw} =$	18,51 zł/m ³
27	Roczne oszczędności kosztów produkcji c.w.u. po termomodernizacji $\Delta O_r = O_{r0} - O_{r1} =$	Brak

Uwagi :

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Lehorcu, budynek B

Załącznik Nr 5

Kubatura budynku	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	19,1	°C
Strumień powietrza w budynku	10197,71	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	119,937	kW
Straty ciepła na wentylację	60,502	kW
Strata ciepła przez przenikanie	59,435	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	447,035	GJ
Średnia krotność wymian	1,19	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	14	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	52,7	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	196	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	52,2	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,458	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	193,638	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	420,267	GJ

Zestawienie obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło:

Miesiąc	Esz [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	76,2	0	12,8	0	79,2	-53,8	-9	106
Luty	68,5	0	11,5	0	71,2	-48,6	-16,5	87
Marzec	65,1	0	11	0	67,8	-53,8	-31,8	62
Kwiecień	46,7	0	7,9	0	48,6	-52,1	-45,6	21,4
Maj	19,3	0	3,2	0	20	-34,7	-40,3	1,6
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	7,5	0	1,3	0	7,8	-17,4	-11,4	0,6
Październik	38,7	0	6,5	0	40,2	-53,8	-21,4	20,5
Listopad	53,4	0	9	0	55,6	-52,1	-8,8	58,7
Grudzień	68,4	0	11,5	0	71,2	-53,8	-8,9	89,2
Podsumowanie	443,7	0	74,8	0	461,6	-420	-194	447

Zestawienie przegród:

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
Png	PG	0,864	4	7,7	137,3	3,6
Png	PG	0,219	3	5,8	1288	33,6
SZ_po	SZ	0,391	6	10,1	401,5	10,5
Ok_n	OZ	2	18	33,5	260,8	6,8
SZ_s	SZ	0,615	0	0,7	18,1	0,5
Dz	DZ	2,6	1	2,1	13,2	0,3
Std_s	SD	0,375	5	8,8	380,4	9,9
SZ_sz	SZ	0,391	5	8,3	325,9	8,5
Dz_k	DZ	5,1	2	3,9	11,8	0,3
Std	SD	0,255	9	16	975,5	25,5
StP	StP	1,522	0	0,6	6,7	0,2
Ok_s	OZ	3	1	2,5	12,6	0,3
			55	100	3832	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 1.

Kubatura budynku	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	19,1	°C
Strumień powietrza w budynku	10197,71	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	109,225	kW
Straty ciepła na wentylację	60,502	kW
Strata ciepła przez przenikanie	48,724	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	365,214	GJ
Średnia krotność wymian	1,19	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	12,7	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	48	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	160	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	42,6	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,458	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	193,638	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	420,267	GJ

Zestwienie obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	E _g [GJ]	E _{sw} [GJ]	E _w [GJ]	E _{int} [GJ]	E _s [GJ]	E _h [GJ]
Styczeń	60,2	0	12,6	0	79,2	-53,8	-9	89,9
Luty	54,1	0	11,3	0	71,2	-48,6	-16,5	72,6
Marzec	51,5	0	10,7	0	67,8	-53,8	-31,8	49,2
Kwiecień	36,9	0	7,7	0	48,6	-52,1	-45,6	15
Maj	15,2	0	3,2	0	20	-34,7	-40,3	0,9
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	5,9	0	1,2	0	7,8	-17,4	-11,4	0,4
Październik	30,6	0	6,4	0	40,2	-53,8	-21,4	14,7
Listopad	42,2	0	8,8	0	55,6	-52,1	-8,8	47,8
Grudzień	54,1	0	11,3	0	71,2	-53,8	-8,9	74,8
Podsumowanie	350,7	0	73,1	0	461,6	-420	-194	365,2

Zestawienie przegród:

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
P _{ng}	PG	0,864	4	9,4	137,3	3,6
P _{ng}	PG	0,219	3	7	1288	33,6
SZ _{po}	SZ	0,198	3	6,2	401,5	10,5
Ok _n	OZ	2	18	40,8	260,8	6,8
SZ _s	SZ	0,242	0	0,3	18,1	0,5
Dz	DZ	2,6	1	2,6	13,2	0,3
Std _s	SD	0,211	3	6	380,4	9,9
SZ _{sz}	SZ	0,198	2	5,1	325,9	8,5
Dz _k	DZ	1,5	1	1,4	11,8	0,3
Std	SD	0,255	9	19,5	975,5	25,5
StP	StP	0,317	0	0,2	6,7	0,2
Ok _s	OZ	1,5	1	1,5	12,6	0,3
			45	100	3832	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 2.

Kubatura budynku	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	19,1	°C
Strumień powietrza w budynku	10197,71	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	115,117	kW
Straty ciepła na wentylację	60,502	kW
Strata ciepła przez przenikanie	54,616	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	411,903	GJ
Średnia krotność wymian	1,19	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	13,4	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	50,6	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	181	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	48,1	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,458	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	193,638	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	420,267	GJ

Zestwienie obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	E _g [GJ]	E _{sw} [GJ]	E _w [GJ]	E _{int} [GJ]	E _s [GJ]	E _h [GJ]
Styczeń	69,3	0	12,8	0	79,2	-53,8	-9	99,1
Luty	62,3	0	11,5	0	71,2	-48,6	-16,5	80,9
Marzec	59,2	0	11	0	67,8	-53,8	-31,8	56,5
Kwiecień	42,4	0	7,9	0	48,6	-52,1	-45,6	18,5
Maj	17,5	0	3,2	0	20	-34,7	-40,3	1,3
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	6,8	0	1,3	0	7,8	-17,4	-11,4	0,5
Październik	35,2	0	6,5	0	40,2	-53,8	-21,4	17,9
Listopad	48,6	0	9	0	55,6	-52,1	-8,8	54,1
Grudzień	62,2	0	11,5	0	71,2	-53,8	-8,9	83,1
Podsumowanie	403,5	0	74,8	0	461,6	-420	-194	411,9

Zestawienie przegród:

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
Png	PG	0,864	4	8,3	137,3	3,6
Png	PG	0,219	3	6,3	1288	33,6
SZ_po	SZ	0,391	6	10,9	401,5	10,5
Ok_n	OZ	2	18	36,4	260,8	6,8
SZ_s	SZ	0,615	0	0,7	18,1	0,5
Dz	DZ	2,6	1	2,3	13,2	0,3
Std_s	SD	0,211	3	5,4	380,4	9,9
SZ_sz	SZ	0,391	5	9	325,9	8,5
Dz_k	DZ	1,5	1	1,3	11,8	0,3
Std	SD	0,255	9	17,4	975,5	25,5
StP	StP	1,522	0	0,7	6,7	0,2
Ok_s	OZ	1,5	1	1,3	12,6	0,3
			51	100	3832	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 3.

Kubatura budynku	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	19,1	°C
Strumień powietrza w budynku	10197,71	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	117,512	kW
Straty ciepła na wentylację	60,502	kW
Strata ciepła przez przenikanie	57,01	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	429,678	GJ
Średnia krotność wymian	1,19	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	13,7	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	51,6	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	189	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	50,1	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,458	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	193,638	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	420,267	GJ

Zestwienie obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	E _g [GJ]	E _{sw} [GJ]	E _w [GJ]	E _{int} [GJ]	E _s [GJ]	E _h [GJ]
Styczeń	72,8	0	12,8	0	79,2	-53,8	-9	102,6
Luty	65,4	0	11,5	0	71,2	-48,6	-16,5	84
Marzec	62,2	0	11	0	67,8	-53,8	-31,8	59,3
Kwiecień	44,6	0	7,9	0	48,6	-52,1	-45,6	20
Maj	18,4	0	3,2	0	20	-34,7	-40,3	1,4
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	7,2	0	1,3	0	7,8	-17,4	-11,4	0,6
Październik	36,9	0	6,5	0	40,2	-53,8	-21,4	19,2
Listopad	51	0	9	0	55,6	-52,1	-8,8	56,4
Grudzień	65,4	0	11,5	0	71,2	-53,8	-8,9	86,2
Podsumowanie	423,9	0	74,8	0	461,6	-420	-194	429,7

Zestawienie przegród:

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
Png	PG	0,864	4	8	137,3	3,6
Png	PG	0,219	3	6	1288	33,6
SZ_po	SZ	0,391	6	10,5	401,5	10,5
Ok_n	OZ	2	18	34,9	260,8	6,8
SZ_s	SZ	0,615	0	0,7	18,1	0,5
Dz	DZ	2,6	1	2,2	13,2	0,3
Std_s	SD	0,375	5	9,2	380,4	9,9
SZ_sz	SZ	0,391	5	8,7	325,9	8,5
Dz_k	DZ	1,5	1	1,2	11,8	0,3
Std	SD	0,255	9	16,7	975,5	25,5
StP	StP	1,522	0	0,7	6,7	0,2
Ok_s	OZ	1,5	1	1,3	12,6	0,3
			53	100	3832	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 4.

Kubatura budynku	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	8569	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2277	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	19,1	°C
Strumień powietrza w budynku	10197,71	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	117,512	kW
Straty ciepła na wentylację	60,502	kW
Strata ciepła przez przenikanie	57,01	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	429,678	GJ
Średnia krotność wymian	1,19	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	13,7	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	51,6	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	189	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	50,1	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,458	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	193,638	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	420,267	GJ

Zestawienie obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło:

Miesiąc	Esz [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	72,8	0	12,8	0	79,2	-53,8	-9	102,6
Luty	65,4	0	11,5	0	71,2	-48,6	-16,5	84
Marzec	62,2	0	11	0	67,8	-53,8	-31,8	59,3
Kwiecień	44,6	0	7,9	0	48,6	-52,1	-45,6	20
Maj	18,4	0	3,2	0	20	-34,7	-40,3	1,4
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	7,2	0	1,3	0	7,8	-17,4	-11,4	0,6
Październik	36,9	0	6,5	0	40,2	-53,8	-21,4	19,2
Listopad	51	0	9	0	55,6	-52,1	-8,8	56,4
Grudzień	65,4	0	11,5	0	71,2	-53,8	-8,9	86,2
Podsumowanie	423,9	0	74,8	0	461,6	-420	-194	429,7

Zestawienie przegród:

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
Png	PG	0,864	4	8	137,3	3,6
Png	PG	0,219	3	6	1288	33,6
SZ_po	SZ	0,391	6	10,5	401,5	10,5
Ok_n	OZ	2	18	34,9	260,8	6,8
SZ_s	SZ	0,615	0	0,7	18,1	0,5
Dz	DZ	2,6	1	2,2	13,2	0,3
Std_s	SD	0,375	5	9,2	380,4	9,9
SZ_sz	SZ	0,391	5	8,7	325,9	8,5
Dz_k	DZ	1,5	1	1,2	11,8	0,3
Std	SD	0,255	9	16,7	975,5	25,5
StP	StP	1,522	0	0,7	6,7	0,2
Ok_s	OZ	1,5	1	1,3	12,6	0,3
			53	100	3832	100



Os. St. Batorego 39/43
60-687 Poznań
tel/fax 061 821 81 22
biuro@minter.pl
www.minter.pl

Poznań, 02-08-2006

ZABEZPIECZENIE