

Audyt energetyczny budynku

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

Adres budynku:	ulica: <i>Młodzieżowy Dom Kultury, ul. Różyckiego</i> nr <i>2</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>28/124/2006</i>

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1.1 Dane identyfikacyjne budynku			
1. Rodzaj budynku		szkolny	
2. Rok ukończenia budowy		1977	
3. Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	ulica:	Młodzieżowy Dom Kultury, ul. Różyckiego	4 Adres budynku
	nr	2	
	kod:	84-300	
	mięscowość:	Lębork	
	powiat:	łęborski	
	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</i> <i>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	<i>mgr inż. Bogdan Walczak</i>	<i>inwentaryzacja, konstrukcja</i>	<i>661/73/PW</i>
2	<i>Marta Mamzer</i>	<i>inwentaryzacja instalacji c.o.</i>	
3	<i>Barbara Łoza</i>	<i>bilans cieplny budynku</i>	
1.5. Miejsowość:		Poznań	Data wykonania opracowania:
			7.08.2006
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.			

Strona tytułowa audytu energetycznego budynku Młodzieżowy Dom Kultury w Lęborku

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]	2 546	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	897	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	418	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	
7.	Liczba mieszkań	10	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	600	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralnie w węźle cieplnym	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny	
11.	Współczynnik kształtu A / V [1/m]	0,66	
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	1,130	0,24
2.	Ściany zewnętrzne piwnicy	1,151	0,25
3.	Stropodach	0,745	0,21
4.	Wymiana stolarki otworowej	3,529	1,50
2.3	Sprawności składowe systemu ogrzewania		
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	1,00
2.	Sprawność przesyłania	0,92	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,65	0,84
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00

2.4 Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)		naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		Okna/kanaly	Okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]		2 324	2 324
4.	Liczba wymian [1/h]		0,9	0,9
2.5 Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]		76,1	39,0
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]		136,0	10,0
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]		239,3	12,3
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]		130,7	130,7
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)]		14,85	1,09
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)]		26,13	1,34
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)]		80,15	4,12
2.6 Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Opłata za 1GJ na ogrzewanie ²⁾ [zł]		36,98	36,98
2.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł]		4 916	4 916
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej ²⁾ [zł]		13,18	13,18
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na pogrzanie cwu na miesiąc ³⁾ [zł]		4 916	4 916
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]		1,05	0,28
6.	Inne opłaty (np. abonament miesięczny) [zł]		1,29	1,29
2.7 Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1.	Planowana suma inwestycji [zł]	286 605	Planowane dofinansowanie według Systemu Norweskiego EOG stanowi [%]	85,0%
2.	Planowane środki własne Inwestora [zł]	42 991	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	61,4%
3.	Okres inwestycji [rok]	2011	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	10 583

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

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

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

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

- 3.1 Dokumentacja projektowa :
- Projekt techniczno-budowlany Młodzieżowego Domu Kultury w Lęborku
- 3.2 Inne dokumenty :
- Wizja lokalna - lipiec
- 3.3 Osoby udzielające informacji :
- Dyrektor mgr Teresa Szczepańska
- 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 : 43 000 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	Młodzieżowy Dom Kultury, ul. Różyckiego		nr	2	
kod	84-300		mięscowosc	Lębork	
powiat	lęborski		województwo	pomorskie	
typ budynku	budynek szkolny				
☒ wolnostojący			segment w zabudowie szeregowej		
☐ bliźniak			blok mieszkalny wielorodzinny		
Rok budowy	1977		Rok zasiedlenia	1978	
Technologia budynku					
UW-2Z-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	897	10	Budynek podpiwniczony	TAK
2	Kubatura budynku, m ³	2740	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	2546	12	Liczba kondygnacji	2
			13	Wysokość kondygnacji w świetle, m.	3,20
			14	Liczba użytkowników	600
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań, m ² ¹⁾	418,0	15	Liczba mieszkań	10
5	Powierzchnia korytarzy, m ²	194,0	16	w tym o powierzchni <50m ²	6
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym, m ² ³⁾	-	17	o powierzchni 50-100m ²	4
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy, m ² ³⁾	218,0	18	o powierzchni >100m ²	0
8	Powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń usługowych, m ²	-	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	3
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewana, m ² (4+5+6+7+8)	830,0	20	Liczba mieszkań z WC osobno	0

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

³⁾ w uwagach należy podać przeznaczenie pomieszczeń.

Uwagi :

Jako powierzchnię mieszkań przyjęto powierzchnię sal, biur oraz mieszkania.

Adres energetyczny budynku : Młodzieżowy Dom Kultury w Lęborku

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

- Budynek szkolny, składa się z 2 kondygnacji nadziemnych z pełnym podpiwniczeniem. Zbudowany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne piwnicy wykonane z cegły ceramicznej pełnej o gr. 51 cm, ściany zewnętrzne wykonane z cegły kratówki o gr. 38 cm.
- Stropodach niewentylowany wykonany z płyt DZ-3 o gr. 20 cm, izolowany wełną mineralną o gr. 5 cm, z odwodnieniem zewnętrznym, kryty papą.
 - Stropy międzykondygnacyjne - płyty stropowe DZ-3 o gr. 24 cm.
- Stara stolarka okienna drewniana o znacznym stopniu zużycia zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 3,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, część okien wymieniona na PCV zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Okna w piwnicach pojedynczo szklone o znacznym stopniu zużycia, zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 5,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Drzwi wejściowe drewniane, z przeszkleniem, współczynnik U na poziomie $5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.2.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis		Pow. całkowita m^2	Pow. do obliczeń strat ciepła m^2	U_k $\text{W/(m}^2\text{K)}$	Pow. okna m^2	U okna $\text{W/(m}^2\text{K)}$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\text{K)}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ściany zewnętrzne	-	547,0	490,6	1,130				
2.	Ściany zewnętrzne piwnicy	-	192,6	175,1	1,151				
3.	Stropodach	-	384,6	349,6	0,745				
4.	Drzwi wejściowe	-						11,8	5,10
5.	Okna piwnic	-				18,4	5,100		
6.	Okna	-				94,2	3,000		
7.	Luksfery					1,2	5,600		

4.3 Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych	Oznaczenie	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc\ co}$	76,1 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	81,9 kW
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	136,0 GJ
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E = Q_H / V$	14,9 kWh/m ³ a
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S	240 GJ
	Taryfa opłat (z VAT-em) :		
6.	Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył)	miesięcznie	4 915,75 zł/MW
7.	Opłata zmienna (za ciepło + za przesył)	wg licznika	36,98 zł/GJ
8.	Opłata abonamentowa	miesięcznie	1,29 zł/(m-c)

4.4 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z sieci miejskiej do węzła cieplnego w budynku. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.
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 termostatyczne i podzielniki kosztów	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 1,00$; $\eta_p = 0,92$; $\eta_r = 0,65$; $\eta_e = 0,95$;
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę.	7 / 24 $w_t = 1$ $w_d = 1$
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985 - 2001	brak

4.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	c.w.u. przygotowana centralnie w węźle budynku. Instalacja centralna z wodomierzem zbiorczym.
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.	Rodzaj instalacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego w m ³ /h	2 324

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

Węzeł cieplny wymiennikowy, dwufunkcyjny dla c.o. i c.w.u.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

- Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający. Stara stolarka okienna drewniana o niskiej szczelności.
- Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E [$\text{kWh/m}^3\cdot\text{a}$] sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne - ściany zewnętrzne, stropodach mają niską izolacyjność termiczną, występują liczne 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.

c.w.u. przygotowywana w węźle budynku z wodomierzem zbiorczym.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne	3
1.	Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$\text{W/m}^2\text{K}$]	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny R w [$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$]
	- Ściany zewnętrzne $U = 1,130$	- dla ścian $R \geq 4$
	- Ściany zewnętrzne piwnicy $U = 1,151$	- dla ścian $R \geq 4$
	- Stropodach $U = 0,745$	- dla dachu $R \geq 4,5$
2.	Okna	
	Okna o znacznym stopniu zużycia, nieszczelne	
	Okna piwnic $U = 5,10$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U \leq 1,9$.
	Okna $U = 3,00$	
	Luksfery $U = 2,00$	
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.
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 podpiłowniczych, hermetyzacja, wymiana instalacji c.o., automatyka pogodowa na węźle ciepła.

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 - styropianem EPS 70-040, Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy metodą BSO - styropianem EPS 100-038,
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu styropianem EPS 100-038
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicami	Ocieplenie stropu piwnicy ze względu na utrudniony dostęp do czoła ściany i przebiegająca zróżnicowana instalację nie będzie rozpatrywana.
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.	- wymiana instalacji c.o (grzejniki, przewody) - montaż zaworów termostatycznych i podpionowych

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 : - Ściany zewnętrzne piwnicy Ocieplenie : - Stropodach
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki otworowej
III	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
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	- wymiana instalacji c.o (grzejniki, przewody) - montaż zaworów termostatycznych i podpionowych

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}	-18	b.z.	°C
3.	S_d	3 703,1	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.	S_d	2 525,4	b.z.	dzień·K/rok
Opłaty za ciepło na cele grzewcze				
7.	Stała O_{m0}, O_{m1}	4 915,75	4 915,75	zł/(MW·m-c)
8.	Zmienna O_{z0}, O_{z1}	36,98	36,98	zł/GJ
9.	Abonament A_{b0}, A_{b1}	1,29	1,29	zł/(m-c)
Opłaty za ogrzewanie c.w.u.				
10.	Stała O_{0m}, O_{1m}	4 915,75	4 915,75	zł/(MW·m-c)
11.	Zmienna O_{0z}, O_{1z}	36,98	36,98	zł/GJ
12.	Abonament A_{0b}, A_{1b}	1,29	1,29	zł/(m-c)

Uwagi :

Taryfa za ciepło MPEC Sp. z o.o. w Łęborku (wg decyzji URE nr OGD-820/423-B/5/2003/III/SK), dla odbiorców IA + VAT.

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

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	490,60	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	547,02	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	-16,0	°C
	liczba stopniocdni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 703,1	dzień·K/rok

Oplaty:	stała :	zmienne :	abonament :
c.o.	O _{m0} = 4 916 zł/MW	O _{z0} = 36,98 zł/GJ	A _{b0} = 1,29 zł/(m·c)
	O _{m1} = 4 916 zł/MW	O _{z1} = 36,98 zł/GJ	A _{b1} = 1,29 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 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		0,13	0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,25	3,50	3,75	4,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,885	4,14	4,39	4,64	4,89
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	177,4	38,0	35,8	33,9	32,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0200	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040
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		6 099	6 180	6 250	6 317
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		151,0	155,0	159,0	163,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		82 600	84 788	86 976	89 164
9	SPBT = N _u / ΔQ_{ru}	lata		13,5	13,7	13,9	14,1
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,130	0,242	0,228	0,216	0,205

Podstawa przyjętych wartości N_u

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

Uwagi :

Wybrany wariant :	1	Koszt :	82 600 zł	SPBT =	13,5 lat
-------------------	---	---------	-----------	--------	----------

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu		Przegroda	2
2 zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Ściany zewnętrzne piwnicy	

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	175,13	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	192,64	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	-16,0	°C
	liczba stopniocdni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 703,1	dzień·K/rok

Opłaty:	stała :			zmienne :			abonament :					
c.o.	O _{m0}	=	4 916	zł/MW	O _{z0}	=	36,98	zł/GJ	A _{b0}	=	1,29	zł/(m-c)
	O _{m1}	=	4 916	zł/MW	O _{z1}	=	36,98	zł/GJ	A _{b1}	=	1,29	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu EPS 100-038

o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

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 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.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,12	0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,16	3,42	3,68	3,95
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,869	4,03	4,29	4,55	4,82
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	64,5	13,9	13,1	12,3	11,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0070	0,0030	0,0020	0,0020	0,0010
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		2 107	2 196	2 225	2 310
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		147,0	151,0	155,0	160,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		28 319	29 089	29 860	30 823
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		13,4	13,2	13,4	13,3
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,151	0,248	0,233	0,220	0,208

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} przegrody.

Uwagi : Ceny zawierają podatek VAT

Wybrany wariant :	2	Koszt :	29 089 zł	SPBT =	13,2 lat
-------------------	---	---------	-----------	--------	----------

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda 3 Stropodach
---	---------------------------

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat w stanie istniejącym	A_0	=	349,60	m^2
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji	A_1	=	384,56	m^2
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A_{koszt}	=	384,56	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	=	3 703,1	dzień·K/rok

Opłaty:	stała : c.o. O_{m0} = 4 916 zł/MW O_{m1} = 4 916 zł/MW	zmienna : O_{z0} = 36,98 zł/GJ O_{z1} = 36,98 zł/GJ	abonament : A_{b0} = 1,29 zł/(m·c) A_{b1} = 1,29 zł/(m·c)
---------	--	---	---

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie stropodachu 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.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	m		0,12	0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2\cdot K)/W$		3,16	3,42	3,68	3,95
3	Opór cieplny R	$(m^2\cdot K)/W$	1,342	4,50	4,76	5,02	5,29
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	83,3	27,3	25,8	24,5	23,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0090	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
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		2 425	2 480	2 528	2 573
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		145,0	149,0	153,0	157,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		55 761	57 299	58 838	60 376
9	$SPBT = N_u / \Delta Q_{ru}$	lata		23,0	23,1	23,3	23,5
10	U_0, U_1	W/(m ² ·K)	0,745	0,222	0,210	0,199	0,189

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}

Uwagi :

Wybrany wariant :	1	Koszt :	55 761 zł	SPBT =	23,0 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 $A_{ok} = 125,57 \text{ m}^2$ powierzchnia okien $A_{1k} = 125,57 \text{ m}^2$ strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej $V_{nom} = 1\,534 \text{ m}^3$ 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 $C_w = 1,2$ $t_{w0} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_{z0} = -16,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $S_d = 3\,703,1 \text{ dzień} \cdot \text{K/rok}$ $O_{m0} = 4\,916 \text{ zł}/(\text{MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c})$ $O_{z0} = 36,98 \text{ zł/GJ}$ $A_{b0} = 1,29 \text{ zł}/(\text{m} \cdot \text{c})$ $O_{m1} = 4\,916 \text{ zł}/(\text{MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c})$ $O_{z1} = 36,98 \text{ zł/GJ}$ $A_{b1} = 1,29 \text{ zł}/(\text{m} \cdot \text{c})$							
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	Współczynnik przenikania okien U_{ok}, U_1	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	3,53	1,90	1,70	1,50	
2	Współczynniki korekcyjne C_r, C_m	-	1,3	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	141,8	76,3	68,3	60,3	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	217,1	167,0	167,0	167,0	
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz. 3} + \text{Poz. 4}$	GJ/a	358,9	243,3	235,3	227,3	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0160	0,0086	0,0077	0,0068	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0282	0,0188	0,0188	0,0188	
8	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,0442	0,027	0,027	0,026	
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		5 266	5 615	5 964	
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		57 762	60 274	62 785	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		7 350	6 370	6 370	
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł		0	0	0	
13	Łączny koszt przedsięwzięcia $(N_{ok} + N_w)$	zł		65 112	66 644	69 155	
14	$\text{SPBT} = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		12,41	11,92	11,63	
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Wariant 1 -		Wymiana stolarki otworowej		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt montażu okna :		125,57 m^2 ·	460 zł =	57 762 zł	
		Montaż układu nawiewnego i nawiewników ciśnieniowych:		49 szt ·	150 zł =	7 350 zł	
				65 112 zł			
Wariant 2 -		Wymiana stolarki otworowej		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt montażu okna :		125,57 m^2 ·	480 zł =	60 274 zł	
		Montaż układu nawiewnego i nawiewników higrosterowalnych :		49 szt ·	130 zł =	6 370 zł	
				Razem : 66 644 zł			
Wariant 3 -		Wymiana stolarki otworowej		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt montażu okna :		125,57 m^2 ·	500 zł =	62 785 zł	
		Montaż układu nawiewnego i nawiewników higrosterowalnych :		49 szt ·	130 zł =	6 370 zł	
				Razem : 69 155 zł			
Uwagi :							
Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto z programu Instal Soft firmy Danfoss proporcjonalnie do powierzchni wymienianych okien.							
Współczynnik przenikania okien $U_{ok} = \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, został policzony jako średnia ważona.							
Wybrany wariant :		3		Koszt :		69 155 zł	
				SPBT =		11,6 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
	2	3	4
1.	<u>Wymiana stolarki otworowej</u>	<u>69 155</u>	<u>11,6</u>
2.	<u>Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy</u>	<u>29 089</u>	<u>13,2</u>
3.	<u>Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne</u>	<u>82 600</u>	<u>13,5</u>
4.	<u>Ocieplenie : - Stropodach</u>	<u>55 761</u>	<u>23,0</u>
5.	<u>Modernizacja c.o.</u>	<u>50 000</u>	<u>19,6</u>

Uwagi :

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

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.	η_{t0}	=	0,568
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	1,00
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	1,00
Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele grzewcze	q_{0co}	=	76,1 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	136,0 GJ/

Opis wariantów usprawnienia :

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

- wymiana instalacji c.o (grzejniki, przewody)
- montaż zaworów termostatycznych i podpionowych

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	$\eta_w = 1,000 \quad 1,000$
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,920 \quad 0,95$
3	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,650 \quad 0,84$
4	Wykorzystanie ciepła - bez zmiany	$\eta_e = 0,95 \quad 0,95$
5	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta = 0,568 \quad 0,758$
6	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t = 1,00 \quad 1,00$
7	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d = 1,00 \quad 0,95$
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 cieplną

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania

h_0	=	0,568
w_{t0}	=	1,00
w_{d0}	=	1,00
q_{0co}	=	76,1 kW
Q_{0co}	=	136,0 GJ/a

Oplaty:	stała :	zmienne :	abonament :
c.o.	$O_{m0} = 4\,916$ zł/(MW·m-c)	$O_{z0} = 36,98$ zł/GJ	$A_{b0} = 1,29$ zł/(m-c)
	$O_{m1} = 4\,916$ zł/(MW·m-c)	$O_{z1} = 36,98$ zł/GJ	$A_{b1} = 1,29$ 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.

$h_1 = 0,758$ $w_{t1} = 1,00$ $w_{d1} = 0,95$

Lp.	Opisowanie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		136,0			
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		76,1			
3	$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	zł/a	8 857				
4	$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a	6 305				
5	$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{m0} + A_{b0})$	zł/a	4 506				
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a	4 506				
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{0co} = A_0 + B_0$	zł/a	13 363				
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a	10 811				
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{co} = O_{0co} - O_{1co}$	zł/a	2 552				
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł	50 000				
11	SPBT = $N_{co} / \Delta O_{co}$	lata	19,6				

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. $N_u = 50\,000$

- wymiana instalacji c.o (grzejniki, przewody)
- montaż zaworów termostatycznych i podpiłonowych

szt 50 1000 50 000 zł

Uwagi :

Wybrany wariant :	1	Koszt :	50 000 zł	SPBT =	19,6 lat
-------------------	---	---------	-----------	--------	----------

7.5. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- 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
- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piw
- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne
- Ocieplenie : - Stropodach
- Modernizacja c.o.

Do analizy 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	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piw	✓	✓	✓								
3	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	✓	✓									
4	Ocieplenie : - Stropodach	✓										
5	Modernizacja c.o.	✓	✓	✓	✓	✓						
Uwagi :												

7.5.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Oplaty:	stała :			zmienna :			abonament :					
c.o.	O_{m0}	=	4 916	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	36,98	zł/GJ	A_{b0}	=	1,29	zł/(m-c)
	O_{m1}	=	4 916	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	36,98	zł/GJ	A_{b1}	=	1,29	zł/(m-c)
c.w.u.	O_{0m}	=	4 916	zł/(MW·m-c)	O_{0z}	=	36,98	zł/GJ	A_{0b}	=	1,29	zł/(m-c)
	O_{1m}	=	4 916	zł/(MW·m-c)	O_{1z}	=	36,98	zł/GJ	A_{1b}	=	1,29	zł/(m-c)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta Op = Op1 - Op0$$

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	136	76,1	0,568 1,00 1,00	131	5,8	370	13 356	8 659	22 015	-	-

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.	10	39,0	0,758 1,00 0,95	131	5,8	143	2 773	8 659	11 432	10 583	286 605
2.	20	45,2	0,768 1,00 0,95	131	5,8	156	3 618	8 659	12 277	9 738	230 844
3.	47	55,7	0,781 1,00 0,95	131	5,8	188	5 421	8 659	14 080	7 935	148 244
4.	92	66,8	0,792 1,00 0,95	131	5,8	242	8 070	8 659	16 729	5 286	119 155
5.	136	76,1	0,799 1,00 0,95	131	5,8	293	10 490	8 659	19 149	2 866	50 000

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

7.6 3	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
----------	---

Dane :

L.P.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu S	
		[zł]		$(Q_0 - Q_1)/Q_0 * 100\%$ [%]	[zł]	[%]
1	2	3	4	5	6	7
1.	Wszystkie rozważane usprawnienia	286 605	10 583	61,4%	42 991 243 614	15,0% 85,0%
2.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach	230 844	9 738	57,8%	34 627 196 217	15,0% 85,0%
3.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne , Ocieplenie : - Stropodach	148 244	7 935	49,2%	22 237 126 007	15,0% 85,0%
4.	Wymiana stolarki otworowej , Modernizacja c.o.	119 155	5 286	34,6%	17 873 101 282	15,0% 85,0%
5.	Modernizacja c.o.	50 000	2 866	20,9%	7 500 42 500	15,0% 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:

Modernizacja instalacji c.o
Wymiana stolarki otworowej
Ściany zewnętrzne piwnicy
Ściany zewnętrzne
Stropodach

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe, a mianowicie:

- | | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie | 61,35% |
| 2. | Planowana inwestycja jest zgodna z warunkami ustawowymi; według dofinansowania Systemu Norweskiego EOG stanowi | 85% |
| 3. | Planowane środki własne Inwestora wynoszą: | 42 991 zł |
| 4. | Udział własny Inwestora wynosi: min | 15% |

Udział własny Inwestora 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. $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, montaż nawiewników higrosterowalnych.	Całkowita powierzchnia	126 m ²
		Koszt usprawnienia	69 155 zł
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy metodą BSO styropianem EPS 100-038 ($\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$) o min. gr. 13 cm.	Całkowita powierzchnia	193 m ²
		Koszt usprawnienia	29 089 zł
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO styropianem EPS 70-040 ($\lambda \leq 0,04 \text{ W/mK}$) o min. gr. 13 cm.	Całkowita powierzchnia	547 m ²
		Koszt usprawnienia	82 600 zł
4.	Ocieplenie stropodachu metodą BSO styropianem EPS 100-038 ($\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$) o min. gr. 12 cm.	Całkowita powierzchnia	385 m ²
		Koszt usprawnienia	55 761 zł
5.	Modernizację instalacji c.o.: wymiana instalacji c.o., wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych, montaż zaworów podpionowych, regulacja c.o.	Koszt usprawnienia	50 000 zł

8.2 Charakterystyka finansowa

1.	Kalkulowany koszt robót wyniesie		286 605 zł
2.	Udział środków własnych inwestora	(15,0%) czyli	42 991 zł
3.	Dofinansowanie	(85,0%) czyli	243 614 zł
4.	Roczna oszczędność kosztów energii		10 583 zł
5.	Czas zwrotu nakładów SPBT =	286 605 / 10 583	27,1 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****Png**

Wsp. przenikania ciepła

--- $W/(m^2 \cdot K)$

Opis

Podłoga na...

Kierunek przepływu ciepła

W dół

Typ przegrody

PG

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m³]	R [(m²·K)/W]
Podkład z betonu pod posadzkę	Średnio wilgotna	5,0	1,400	840,0	2200,0	0,036
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011
Gruzo beton	Średnio wilgotna	10,0	1,000	840,0	1900,0	0,100
Piasek średni	Średnio wilgotna	15,0	0,400	840,0	1650,0	0,375

Nazwa definicji przegrody**SZ_po**

Wsp. przenikania ciepła

1,130 $W/(m^2 \cdot K)$

Opis

Ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m³]	R [(m²·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Mur (kratówka)	Średnio wilgotna	38,0	0,560	880,0	1300,0	0,679
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SZ_sz**

Wsp. przenikania ciepła

1,130 $W/(m^2 \cdot K)$

Opis

Ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m³]	R [(m²·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Mur (kratówka)	Średnio wilgotna	38,0	0,560	880,0	1300,0	0,679
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SZ_p_po**

Wsp. przenikania ciepła

1,151 $W/(m^2 \cdot K)$

Opis

Ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał 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	51,0	0,770	880,0	1800,0	0,662
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SZ_p_sz**

Wsp. przenikania ciepła

1,151 W/(m²·K)

Opis

Ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał 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	51,0	0,770	880,0	1800,0	0,662
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**St_w**

Wsp. przenikania ciepła

1,506 W/(m²·K)

Opis

Strop wewnętrzny

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

StW

Materiał 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 chudego	Średnio wilgotna	2,0	1,050	840,0	1900,0	0,019
Strop DZ-3 24cm	Średnio wilgotna	24,0	1,040	880,0	1080,0	0,231
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	2,0	0,820	840,0	1850,0	0,024

Nazwa definicji przegrody**Std**

Wsp. przenikania ciepła

0,745 W/(m²·K)

Opis

Stropodach

Kierunek przepływu ciepła

W górę

Typ przegrody

SD

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Strop DZ-3 20cm	Średnio wilgotna	20,0	1,000	880,0	1150,0	0,200
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	5,0	0,050	750,0	40,0	1,000
Żelbet	Średnio wilgotna	10,0	1,700	840,0	2500,0	0,059
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,4	0,180	1460,0	1000,0	0,022

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Ok_p5,100 W/(m²·K)

Okna piwnic

Poziomy

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Ok_n2,000 W/(m²·K)

Okna nowe

Poziomy

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Ok_s3,000 W/(m²·K)

Okna stare

Poziomy

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

DZ5,100 W/(m²·K)

Drzwi zewnętrzne

Poziomy

DZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

L5,600 W/(m²·K)

Luksfery

Poziomy

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

SG1,151 W/(m²·K)

Ściana przy...

Poziomy

SG

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	51,0	0,770	880,0	1800,0	0,662
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SW**

Wsp. przenikania ciepła

1,043 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	51,0	0,770	880,0	1800,0	0,662
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 termomodernizację
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		0,3 wym/h	
5	Klatki schodowe		0,8 wym/h	
6	Piwnice cz. ogrzewana		0,8 wym/h	
Razem			$V_{nom} =$	2 324
Ogółem			$V_{nom} =$	2 324
Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników C_r i C_w				3 626

Uwagi :

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto do dalszych obliczeń 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	$\eta_w =$	1,00	Węzeł cieplny
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,92	Przewody w średnim stanie tech. z brakami w izolacji cieplnej
3	Sprawność regulacji $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{cc}) \cdot 2 \cdot GRL^{1/2}$	$\eta_r =$	0,65	Instalacja bez zaworów termostatycznych, bez automatyki pogodowej
		GLR =	$\frac{977 \text{ GJ}}{736 \text{ GJ}}$	
		$\eta_{cc} =$	0,85	
4	Sprawność wykorzystania	$\eta_e =$	0,95	Grzejniki żeliwne stare, usytuowane prawidłowo
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,568	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	nie występuje, budynek użytkowany w okresie całego tygodnia.
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	1,00	nie występuje.

Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A2.		
1	2	3	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	1,00	Węzeł cieplny
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,95	uzupełnienie izolacji cieplnej instalacji c.o
3	Sprawność regulacji $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{cc}) \cdot 2 \cdot GRL^{1/2}$	$\eta_r =$	0,84	Wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych i podpionowych
		GLR =	$\frac{977 \text{ GJ}}{382 \text{ GJ}}$	
		$\eta_{cc} =$	0,95	
4	Sprawność wykorzystania	$\eta_e =$	0,95	Wymiana grzejników
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,758	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	nie występuje, budynek użytkowany w okresie całego tygodnia.
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0,95	montaż zaworów termostatycznych wpływa na występowanie przerw w ciągu doby

Zestawienie sprawności regulacji i całkowitej systemu grzewczego dla wariantów

Obliczenie współczynnika η_{r0}

$$\eta_{r0} = 1 - (1 - \eta_{cc0}) \cdot 2 \cdot (GRL_0)^{1/2}$$

Wariant	η_{r1}	η_1
1	0,840	0,758
2	0,851	0,768
3	0,866	0,781
4	0,878	0,792
5	0,885	0,799

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

Opłaty:	stała :	zmienna :	abonament :
c.w.u.	$O_{0m} = 4\,915,8 \text{ zł/(MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c)}$ $O_{1m} = 4\,915,75 \text{ zł/(MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c)}$	$O_{0z} = 36,98 \text{ zł/GJ}$ $O_{1z} = 36,98 \text{ zł/GJ}$	$A_{0b} = 1,29 \text{ zł/(m}\cdot\text{c)}$ $A_{1b} = 1,29 \text{ zł/(m}\cdot\text{c)}$

Lp.	Treść	Wartość
1	2	3
1	Liczba użytkowników OS =	600 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. przypadające na 1 użytkownika $V_{OS} =$	0,003 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 =	18 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 $\eta_w =$	100%
11	Sprawność przesyłania $\eta_p =$	95%
12	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności $Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_p) =$	130,7 GJ
13	Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = (Q_{cw} \cdot O_{z0} + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{b0} =$	5 210 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. $O_{r0} = O_{rcw} + O_{rwz} =$	8 659 zł
16	Średni koszt 1 m ³ c.w.u. $O_{rcw} / V_{cw} =$	13,18 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 $\eta_w =$	100%
21	Sprawność przesyłania $\eta_p =$	95%
22	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności $Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_p) =$	130,7 GJ
23	Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = (Q_{cw} \cdot O_{z0} + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{b0} =$	5 210 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. $O_{r1} = O_{rcw} + O_{rwz} =$	8 659 zł
26	Średni koszt 1 m ³ c.w.u. $O_{rcw} / V_{cw} =$	13,18 zł/m ³
27	Roczne oszczędności kosztów produkcji c.w.u. po termomodernizacji $\Delta O_r = O_{r0} - O_{r1} =$	Brak

Uwagi :

Ludni energetyczny budynku : Młodzieżowy Dom Kultury w Łoborku

Załącznik Nr 5

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla stanu istniejącego.

Kubatura budynku	2740 m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	2546 m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	194 m ³
Powierzchnia pomieszczeń	897 m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	830 m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	66,6 m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	20 °C
Strumień powietrza w budynku	2324,49 m ³ /h
Strata ciepła całkowita	76,13 kW
Straty ciepła na wentylację	10,633 kW
Strata ciepła przez przenikanie	65,497 kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	136,045 GJ
Średnia krotność wymian	0,85 1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	29,9 W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	91,7 W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	164 MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	53,4 MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,664 m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	137,892 GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	839,07 GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

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	92	3,5	4,6	0	24,5	-107,5	-8,6	34,1
Luty	82,7	3,1	4,1	0	22,1	-97,1	-13,5	28,2
Marzec	79,2	3	3,9	0	21,1	-107,5	-22,9	19,2
Kwiecień	57,7	2,2	2,9	0	15,4	-104	-28,1	7,3
Maj	24,7	0,9	1,2	0	6,6	-69,3	-22,3	1
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	9,9	0,4	0,5	0	2,6	-34,7	-7,8	0,3
Październik	48,6	1,8	2,4	0	13	-107,5	-18,1	4,7
Listopad	65,5	2,5	3,2	0	17,5	-104	-8,4	14,7
Grudzień	83,1	3,1	4,1	0	22,2	-107,5	-8,2	26,6
Podsumowanie	543,4	20,5	26,9	0	145	-839,1	-137,9	136

Zestawienie strat przez przegrody:

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
SW	SW	1,043	1	1	33,8	2,2
SZ_p_po	SZ	1,151	4	6,6	97,1	6,2
Ok_p	OZ	5,1	3	4,7	15,6	1
SZ_p_sz	SZ	1,151	1	2,4	35	2,2
Png	PG	0,839	2	3,4	68,5	4,4
Png	PG	0,34	1	1,5	218,9	14
SZ_po	SZ	1,13	12	19,7	293,5	18,8
Ok_n	OZ	2	5	8,4	70,7	4,5
Ok_s	OZ	3	10	16,4	92,2	5,9
DZ	DZ	5,1	2	3,6	11,8	0,8
L	OZ	5,6	0	0,4	1,2	0,1
SZ_sz	SZ	1,13	8	13,2	197,1	12,6
St_w	StW	1,506	2	3,2	77,3	4,9
Std	SD	0,745	9	15,5	349,6	22,4
			61	100	1562,3	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 1.

Kubatura budynku	2740	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	2546	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	194	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	897	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	830	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	66,6	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	20	°C
Strumień powietrza w budynku	2324,49	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	39,032	kW
Straty ciepła na wentylację	10,743	kW
Strata ciepła przez przenikanie	28,289	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie	10,013	GJ
Średnia krotność wymian	0,85	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	15,3	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	47	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	12,1	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	3,93	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,664	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	137,892	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	839,07	GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	33,7	2,1	4,4	0	24,5	-107,5	-8,6	3,1
Luty	30,3	1,9	4	0	22,1	-97,1	-13,5	2,3
Marzec	29	1,8	3,8	0	21,1	-107,5	-22,9	1,2
Kwiecień	21,1	1,3	2,8	0	15,4	-104	-28,1	0,3
Maj	9,1	0,6	1,2	0	6,6	-69,3	-22,3	0
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	3,6	0,2	0,5	0	2,6	-34,7	-7,8	0
Październik	17,8	1,1	2,3	0	13	-107,5	-18,1	0,2
Listopad	24	1,5	3,1	0	17,5	-104	-8,4	0,8
Grudzień	30,4	1,9	4	0	22,2	-107,5	-8,2	2,1
Podsumowanie	199	12,2	26	0	145	-839,1	-137,9	10

Zestawienie strat przez przegrody:

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
SW	SW	1,043	0	1,9	33,8	2,2
SZ_p_po	SZ	0,248	1	3,4	97,1	6,2
Ok_p	OZ	1,5	1	3,3	15,6	1
SZ_p_sz	SZ	0,248	0	1,2	35	2,2
Png	PG	0,839	2	8,1	68,5	4,4
Png	PG	0,34	1	3,5	218,9	14
SZ_po	SZ	0,242	3	10	293,5	18,8
Ok_n	OZ	2	5	20	70,7	4,5
Ok_s	OZ	1,5	5	19,6	92,2	5,9
DZ	DZ	1,5	1	2,5	11,8	0,8
L	OZ	1,5	0	0,2	1,2	0,1
SZ_sz	SZ	0,242	2	6,7	197,1	12,6
St_w	StW	1,506	2	6,2	77,3	4,9
Std	SD	0,268	3	13,2	349,6	22,4
			25	100	1562,3	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 2.

Kubatura budynku	2740 m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	2546 m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	194 m ³
Powierzchnia pomieszczeń	897 m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	830 m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	66,6 m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	20 °C
Strumień powietrza w budynku	2324,49 m ³ /h
Strata ciepła całkowita	45,218 kW
Straty ciepła na wentylację	10,743 kW
Strata ciepła przez przenikanie	34,476 kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie	20,154 GJ
Średnia krotność wymian	0,85 1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	17,8 W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	54,5 W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	24,3 MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	7,92 MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,664 m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	137,892 GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	839,07 GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	43,9	2,1	4,4	0	24,5	-107,5	-8,6	6
Luty	39,5	1,9	4	0	22,1	-97,1	-13,5	4,6
Marzec	37,8	1,8	3,8	0	21,1	-107,5	-22,9	2,5
Kwiecień	27,5	1,3	2,8	0	15,4	-104	-28,1	0,7
Maj	11,8	0,6	1,2	0	6,6	-69,3	-22,3	0,1
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	4,7	0,2	0,5	0	2,6	-34,7	-7,8	0
Październik	23,2	1,1	2,3	0	13	-107,5	-18,1	0,4
Listopad	31,3	1,5	3,1	0	17,5	-104	-8,4	1,8
Grudzień	39,6	1,9	4	0	22,2	-107,5	-8,2	4,2
Podsumowanie	259,4	12,2	26	0	145	-839,1	-137,9	20,2

Zestawienie strat przez przegrody:

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
SW	SW	1,043	0	1,5	33,8	2,2
SZ_p_po	SZ	0,248	1	2,8	97,1	6,2
Ok_p	OZ	1,5	1	2,7	15,6	1
SZ_p_sz	SZ	0,248	0	1	35	2,2
Png	PG	0,839	2	6,6	68,5	4,4
Png	PG	0,34	1	2,8	218,9	14
SZ_po	SZ	0,242	3	8,1	293,5	18,8
Ok_n	OZ	2	5	16,2	70,7	4,5
Ok_s	OZ	1,5	5	15,8	92,2	5,9
DZ	DZ	1,5	1	2	11,8	0,8
L	OZ	1,5	0	0,2	1,2	0,1
SZ_sz	SZ	0,242	2	5,5	197,1	12,6
St_w	StW	1,506	2	5	77,3	4,9
Std	SD	0,745	9	29,8	349,6	22,4
			31	100	1562,3	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 3.

Kubatura budynku	2740	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	2546	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	194	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	897	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	830	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	66,6	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	20	°C
Strumień powietrza w budynku	2324,49	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	55,709	kW
Straty ciepła na wentylację	10,743	kW
Strata ciepła przez przenikanie	44,966	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie	47,4978	GJ
Średnia krotność wymian	0,85	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	21,9	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	67,1	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	57,2	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	18,7	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,664	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	137,892	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	839,07	GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	60,8	2,1	4,5	0	24,5	-107,5	-8,6	13,2
Luty	54,6	1,9	4,1	0	22,1	-97,1	-13,5	10,5
Marzec	52,3	1,8	3,9	0	21,1	-107,5	-22,9	6,2
Kwiecień	38,1	1,3	2,8	0	15,4	-104	-28,1	1,9
Maj	16,3	0,6	1,2	0	6,6	-69,3	-22,3	0,2
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	6,5	0,2	0,5	0	2,6	-34,7	-7,8	0
Październik	32,1	1,1	2,4	0	13	-107,5	-18,1	1,1
Listopad	43,3	1,5	3,2	0	17,5	-104	-8,4	4,6
Grudzień	54,8	1,9	4,1	0	22,2	-107,5	-8,2	9,6
Podsumowanie	358,9	12,2	26,8	0	145	-839,1	-137,9	47,5

Zestawienie strat przez przegrody:

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
SW	SW	1,043	0	1,2	33,8	2,2
SZ_p_po	SZ	0,248	1	2,1	97,1	6,2
Ok_p	OZ	1,5	1	2	15,6	1
SZ_p_sz	SZ	0,248	0	0,8	35	2,2
Png	PG	0,839	2	5	68,5	4,4
Png	PG	0,34	1	2,2	218,9	14
SZ_po	SZ	1,13	12	29	293,5	18,8
Ok_n	OZ	2	5	12,4	70,7	4,5
Ok_s	OZ	1,5	5	12,1	92,2	5,9
DZ	DZ	1,5	1	1,5	11,8	0,8
L	OZ	1,5	0	0,2	1,2	0,1
SZ_sz	SZ	1,13	8	19,5	197,1	12,6
St_w	StW	1,506	2	3,8	77,3	4,9
Std	SD	0,268	3	8,2	349,6	22,4
			41	100	1562,3	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 4.

Kubatura budynku	2740	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	2546	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	194	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	897	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	830	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	66,6	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	20	°C
Strumień powietrza w budynku	2324,49	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	66,772	kW
Straty ciepła na wentylację	10,654	kW
Strata ciepła przez przenikanie	56,118	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	92,4415	GJ
Średnia krotność wymian	0,85	1/h
Wskaźnik ciepłoty budynku - kubaturowy	26,2	W/m ³
Wskaźnik ciepłoty budynku - powierzchniowy	80,4	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	111	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	36,3	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,664	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	137,892	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	839,07	GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

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	78	3,2	4,6	0	24,5	-107,5	-8,6	24,2
Luty	70,1	2,9	4,1	0	22,1	-97,1	-13,5	19,7
Marzec	67,2	2,8	3,9	0	21,1	-107,5	-22,9	12,7
Kwiecień	48,9	2	2,9	0	15,4	-104	-28,1	4,4
Maj	21	0,9	1,2	0	6,6	-69,3	-22,3	0,5
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	8,4	0,3	0,5	0	2,6	-34,7	-7,8	0,1
Październik	41,2	1,7	2,4	0	13	-107,5	-18,1	2,8
Listopad	55,6	2,3	3,2	0	17,5	-104	-8,4	9,7
Grudzień	70,4	2,9	4,1	0	22,2	-107,5	-8,2	18,4
Podsumowanie	460,9	19,1	26,9	0	145	-839,1	-137,9	92,4

Zestawienie strat przez przegrody:

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
SW	SW	1,043	1	1,1	33,8	2,2
SZ_p_po	SZ	1,151	4	7,8	97,1	6,2
Ok_p	OZ	1,5	1	1,6	15,6	1
SZ_p_sz	SZ	1,151	1	2,8	35	2,2
Png	PG	0,839	2	4	68,5	4,4
Png	PG	0,34	1	1,7	218,9	14
SZ_po	SZ	1,13	12	23	293,5	18,8
Ok_n	OZ	2	5	9,8	70,7	4,5
Ok_s	OZ	1,5	5	9,6	92,2	5,9
DZ	DZ	1,5	1	1,2	11,8	0,8
L	OZ	1,5	0	0,1	1,2	0,1
SZ_sz	SZ	1,13	8	15,5	197,1	12,6
St_w	StW	1,506	2	3,7	77,3	4,9
Std	SD	0,745	9	18,1	349,6	22,4



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

Poznań, 07-08-2006

ZABEZPIECZENIE