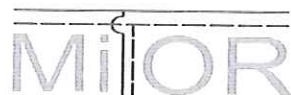


PRACOWNIA PROJEKTOWO – USŁUGOWA



mgr inż. Tadeusz Orczyński
NIP 669-127-41-33
75-810 Koszalin ul. Lutyków 4-6 pok. 7-8

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dnia 18.12.1998, znowelizowanej 21.06.2001

Adres budynku	ulica: Krakusa i Wandy kod: 75-950 miejscowość: Koszalin powiat: Koszaliński województwo: zachodniopomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Agnieszka Gach tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 1/2008

adres mailowy	agnieszka_mitor@wp.pl
---------------	--

2. Karta audytu energetycznego budynku			
Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna murowana	
2.	Liczba kondygnacji	5	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	14 912	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1 355	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	4 798	
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	100	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Przepływowe i pojemnościowe podgrzewacze	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	MEC	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,37	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne 50cm	1,24	0,28
	Ściany zewnętrzne 60cm	1,08	0,29
	Ściany zewnętrzne 70cm	0,96	0,28
	Ściany piwnic	0,66	0,66
2.	strop pod poddaszem	1,27	0,22
3.	Podłoga na gruncie	0,65	0,65
4.	Okna	1,4-2,6	1,3
5.	Drzwi / bramy	1,4-5,1	1,3
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	1,00
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,78	0,96
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	4 527	4 527
4.	Liczba wymian [l/h]	0,29	0,29
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	242,11	99,82
2.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	2 301,06	1368,4
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	3 450,38	1 500,44
4.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 199	-

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	42,86	25,49
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	64,27	27,95
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	199,76	86,87
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	52,5	52,5
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	13 274	13 274
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowany koszt robót [zł]	2 058 020	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	27,7
SPBT [lata]	25,9	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	76 414,00

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

3.1. Podstawa merytoryczna:

- Podjęcie decyzji inwestycyjnej, polegającej na termomodernizacji budynku biurowego w Koszalinie, ul. Krakusa i Wandy
- Budynek wybudowany w roku 1860

3.2. Cel i zakres opracowania

Zleceniodawca postawił jako główny cel:

- Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną,
- Wskazanie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań wpływających na obniżenie zapotrzebowania budynku na ciepło,
- Poprawa komfortu użytkownika obiektu,

Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku:

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku przez obniżenie zużycia ciepła
- poprawa wentylacji
- renowacja elewacji budynku
- wykorzystanie dotacji z funduszy Unii Europejskiej

3.3. Data wizji lokalnej

12.2008r.

3.4. Materiały wyjściowe do opracowania

- dokumentacja techniczna – rzuty budynku
- taryfy opłat za ogrzewanie

3.5. Osoba udzielająca informacji
inż. Bohdan Majerowski

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku						
Własność	prywatna		spółdzielcza		komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny		Biurowy	X	inny	
Osiedle						
Adres	ul. Krakusa i Wandy					
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej			
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny			

Rok budowy	1860	Rok zasiedlenia	-
Technologia budynku	ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej stropy murowane Strop pod poddaszem murowany		

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	1 355,00	11	Liczba klatek schodowych	5
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	16 362,00	12	Liczba kondygnacji	5
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	14 912,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7-3,25
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ³]	0	14	Liczba mieszkańców	100
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]	0	15	Liczba mieszkań	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0	16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	0
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	1 127	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	3 671	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	0
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	4 798	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	0

4.b. Szkic budynku

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 4 kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami murowanymi z cegły ceramicznej pełnej o grubości 50, 60 i 70cm jednostronnie tynkowanej i stropami murowanymi.

Posadzki z wykładzin tekstylnych, płytek PCW, terakoty, lastryka i parkietu.

Strop pod poddaszem nieużytkowym ceramiczny, nieocieplony.

Okna w pokojach i na klatkach schodowych są drewniane, typu szwedzkiego, o średnim i dużym stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. W budynku wymieniono część okien na okna PCW o współczynniku $U=1,4\text{W/m}^2\text{K}$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U_k W/(m ² .K)	Pow. okien m ²	U okna W/ (m ² .K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/ (m ² .K)
1	Ściana podłużna	SW	659,8	746,0	0,96; 1,08; 1,24	226,5	2,6	6,5	5,1
2	Ściana podłużna	NE	675,5	761,7	1,96; 1,08; 1,24	210,1	2,6	7,2	5,1
3	Ściana szczytowa	Nw	345,1	392,5	2,96; 1,08; 1,24	98,9	2,6	4,5	5,1
4	Ściana szczytowa	SE	346,2	393,0	3,96; 1,08; 1,24	98,9	2,6	4,0	5,1
5	Strop pod poddaszem		1262,5	1262,5	1,85				
6	Strop nad piwnicą								
7	Ściana piwnicy		359,6	393,4	0,66				
8	Podłoga I strefa								
9	Podłoga parteru II strefa		1215,8	1215,8	0,65				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{rcc} [kW]	242,11
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	2301,06
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	42,86
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	3 450,38
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	13274,26
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	52,51
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	-

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Typ instalacji	ciepło dostarczane z MEC-u do budynku, instalacja z rozdzielaczem dolnym	
2.	Parametry pracy instalacji	56/43oC	
3.	Przewody w instalacji	rury stalowe, bez zaworów podpionowych	
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne	
5.	Oslonięcie grzejników	nie	
6.	Zawory termostatyczne	Brak	
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p=0,90$	$H_{co}=0,75$
		$\eta_r=0,78$	
		$\eta_w=1,00$	
		$\eta_e=0,95$	
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24	
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	Likwidacja kotłowni, podłączenie budynku do sieci MEC	

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	c.w.u. dostarczana z podgrzewaczy elektrycznych pojemnościowych
2.	Piony i ich izolacja	przewody stalowe, stan dobry, izolowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	Brak

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	Grawitacyjna, w łazienkach mechaniczna nawiewno-wywiewna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	4527,00

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Węzeł cieplowniczy bezpośredni, z ciepłomierzem, bez automatyki pogodowej.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan konstrukcji dobry, stolarka o niskiej szczelności. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnych wartości wskaźnika E gdyż przegrody mają niską izolacyjność cieplną

5.2. System grzewczy

- brak zaworów termostatycznych,
- stara i zniszczona instalacja wymaga wymiany,
- węzeł c.o. należy wyposażyć w automatykę pogodową,

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

stan techniczny przewodów zadowalający

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne</p> <p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <p>- ściany zewnętrzne U= 0,96; 1,08; 1,24</p> <p>- ściany piwnicy U= 0,66</p> <p>- strop pod poddaszem U= 1,85</p> <p>- podłoga parteru II strefa U= 0,65</p>	<p>docieplenie przegród zewnętrznych</p> <p>system STO THERM IN od wewnątrz</p> <p>system STO MURISOL</p> <p>R ≥ 4,5 m²*K/W – maty wełny mineralnej MEGAROCK</p> <p>-</p> <p>-</p>
2	<p>Okna są nieszczelne w średnim stanie technicznym o współczynniku</p> <p>U = 2,6</p>	<p>wymiana okien na okna o wyższych parametrach izolacyjności termicznej</p> <p>U ≤ 1,9W/m²*K</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna</p> <p>Niesprawna, niedostateczne usuwanie powietrza z pomieszczeń</p>	<p>zmiana na wentylację mechaniczną nawiewno – wywiewną z odzyskiem ciepła</p>
4	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej -</p> <p>nie rozpatrywana</p>	<p>nie rozpatrywana</p>
5	<p>System grzewczy - węzeł indywidualny</p>	<p>wprowadzenie automatyki pogodowej w węźle</p> <p>modernizacja instalacji – montaż zaworów termostatycznych</p> <p>wymiana grzejników żeliwnych na stalowe</p> <p>wymiana przewodów c.o.</p>

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	ocieplenie ścian od wewnątrz – system STO THERM IN od wewnątrz
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany piwnic	ocieplenie ścian od zewnątrz – system STO MURISOL z izolacją przeciwwilgociową
3	j.w. przez stropodach	ocieplenie stropodachu matami z wełny mineralnej MEGAROCK firmy ROCKWOOL
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	wymiana okien z ewentualnym zastosowaniem nawiewników, zmiana wentylacji grawitacyjnej na mechaniczną nawiewno – wywiewną z odzyskiem ciepła
5	Podwyższenie sprawności instalacji co	montaż automatyki pogodowej w węźle, montaż zaworów termostatycznych, wymiana grzejników żeliwnych na stalowe, wymiana przewodów c.o.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany	ocieplenie styropianem od wewnątrz
	zmniejszenie strat przez ściany piwnic	ocieplenie styropianem od zewnątrz z izolacją przeciwwilgociową
	zmniejszenie strat przez strop pod poddaszem	ocieplenie wełną mineralną w matach
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	wymiana okien z ewentualnym zastosowaniem nawiewników, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
<p>Uwagi:</p> <p>Skorzystano z ocieplenia budynku od wewnątrz ze względu na zalecenia konserwatora zabytków.</p>		

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	°C
t_{zo}		-16,0	-16,0	°C
S_d^*	dla przegród zewnętrznych	3960,1	3960,1	dzień·K·a
$O_{om,}$	$O_{lm,}$	13274,26	13274,26	zł/(MW·mc)
$O_{oz,}$	$O_{lz,}$	52,51	52,51	zł/GJ
$A_{b0,}$	$A_{b1,}$	-	-	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Koszalina

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne 50cm		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	643,16 m ²
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{kosz} =	574,70 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem systemu STO THERM IN z pianką poliuretanową o współczynniku przewodności $\lambda = 0,030 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 5cm						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 6cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,05	0,06	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		1,667	2,000	
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,806	2,473	2,806	
4	$Q_{ou}, Q_{iu} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	273,0	89,0	78,4	
5	$q_{ou}, q_{iu} = 10^{-6} \cdot A(t_{i0} - t_{e0})/R$	MW	0,029	0,0094	0,0083	
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{ru} = (Q_{ou} - Q_{iu})O_z + 12(q_{ou} - q_{iu})O_m$	zł/a		12 783,95	13 515,77	
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		524,60	549,00	
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		301 487,62	315 510,30	
9	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		23,6	23,3	
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,240	0,404	0,356	
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² systemu STO THERM IN wg oferty firmy "STO". Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. Ceny zawierają również robociznę oraz podatek VAT 22%						
2 - wybrany wariant		Koszt :	315 510,30 zł	SPBT=	23,3 lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne 60cm			
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat			$A = 1342,54 \text{ m}^2$
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia			$A_{\text{kosz}} = 1178,22 \text{ m}^2$
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem systemu STO THERM IN z pianką poliuretanową o współczynniku przewodności $\lambda = 0,030 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 5cm							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 6cm							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,05	0,06		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{K/W}$		1,667	2,000		
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{K/W}$	0,93	2,597	2,930		
4	$Q_{\text{ou}}, Q_{\text{iu}} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	493,9	176,9	156,8		
5	$q_{\text{ou}}, q_{\text{iu}} = 10^{-6} \cdot A(t_{\text{v}0} - t_{\text{z}0})/R$	MW	0,052	0,0186	0,0165		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{\text{ru}} = (Q_{\text{ou}} - Q_{\text{iu}})O_z + 12(q_{\text{ou}} - q_{\text{iu}})O_m$	zł/a		21 965,99	23 355,96		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		524,60	549,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		618 094,21	646 842,78		
9	$SPBT = N_u / \Delta O_{\text{ru}}$	lata		28,1	27,7		
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \text{K}$	1,08	0,535	0,491		
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² systemu STO THERM IN wg oferty firmy "STO". Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. Ceny zawierają również robociznę oraz podatek VAT 22%							
2 - wybrany wariant		Koszt :	646 842,78 zł	SPBT=	27,7 lat		

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany piwnicy 70cm		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 667,92 \text{ m}^2$		
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 600,58 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem systemu STO MURISOL ze styropianem o współczynniku przewodności $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 4cm						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 8cm						
Wariant 3: o grubości warstwy izolacji 10cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,04	0,08	0,1
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{K/W}$		1,82	3,64	4,55
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{K/W}$	1,52	3,46	5,28	6,19
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	150,3	66,0	43,3	36,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,016	0,0069	0,0046	0,0039
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta \text{oru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \text{Oz} + 12(q_{0U} - q_{1U}) \text{Om}$	zł/a		5 139	6 698	7 145
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		359,62	381,62	392,62
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		215 981	229 193	235 800
9	$\text{SPBT} = N_U / \Delta \text{O}_{ru}$	lata		42,0	34,2	33,0
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \text{K}$	0,66	0,29	0,19	0,16
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² systemu STO MURISOL wg oferty firmy "STO". Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. Ceny zawierają również robociznę oraz podatek VAT 22%						
3 - wybrany wariant		Koszt :	235 800,00 zł	SPBT=	33,0 lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod poddaszem		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1325,02 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	1262,52 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu z użyciem wełny mineralnej MEGAROCK w matach o współczynniku przewodności $\lambda=0,039$ W/mK . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy 20cm, izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5$ (m ² K)/W (przyjęto 20cm jako najmniejsza grubość handlowa spełniająca warunek)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż w wariacie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,2	0,25	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,128	6,410	
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,649	5,915	7,197	
4	$Q_{ou}, Q_{iu} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	698,6	76,6	63,0	
5	$q_{ou}, q_{iu} = 10^{-6} \cdot A(t_{wo} - t_{zo})/R$	MW	0,073	0,0081	0,0066	
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{rv} = (Q_{ou} - Q_{iu})O_z + 12(q_{ou} - q_{iu})O_m$	zł/a		34 655,25	35 608,32	
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		51,83	57,15	
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		65 436,41	72 153,02	
9	SPBT= $N_u/\Delta O_{rv}$	lata		1,9	2,0	
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,540	0,169	0,139	
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 systemu MEGAROCK wg oferty firmy "ROCKWOOL". Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropu pod nieogrzewanym poddaszem. Ceny zawierają również robociznę oraz podatek VAT 22%						
1 - wybrany wariant		Koszt :	65 436,41 zł	SPBT=	1,9 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} = 689,37 \text{ m}^2$				
		$V_{nom} = 4715,29 \text{ m}^3/\text{h}$				
		$C_w = 1,1$				
Opis wariantów usprawnienia		$Cr = 1,3$				
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV		$U = 1,4$		$a = 0,8$		
wariant 2: okna z PCV		$U = 1,4$		$a < 0,3$ z nawiewnikami		
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	2,6	1,4	1,4	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,3	1,00	1,00
		C _m	-	1,5	1,10	1,10
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	613,3	330,2	330,2	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	785,1	603,9	603,9	
5	$Q_o, Q_i = (3) + (4)$	GJ/a	1398,4	934,1	934,1	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,065	0,035	0,035	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,095	0,070	0,070	
8	$q_o, q_i = (6) + (7)$	MW	0,160	0,105	0,105	
9	Roczna oszczędność kosztów $(Q_{ou} - Q_{iu})O_z + 12(q_{ou} - q_{iu})O_m$	$\Delta O_{ru} =$ zł/rok		33 141,40	33 141,40	
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		412 945,00	412 944,61	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł			25 729,00	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		12,5	13,2	
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny wymiany stolarki okiennej i drzwiowej wg oferty firmy "REDAN". Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni okien i drzwi. Ceny zawierają również robociznę oraz podatek VAT 22%						
wariant 1: wymiana		689,37 m2 okien	569,03 zł/m ² =	392 274 zł		
		20,2 m2 drzwi	1 023,27 zł/m ² =	20 670 zł		
wariant 2 : wymiana		689,37 m2 okien	569,03 zł/m ² =	392 274 zł		
		20,2 m2 drzwi	1 023,27 zł/m ² =	20 670 zł		
montaż nawiewników kanałowych		202 szt.	127,37 zł/szt =	25 729 zł		
				438 673 zł		
1 - wybrany wariant		Koszt :	412 945,00 zł	SPBT=	12,5	lat

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Strop pod poddaszem	65 436,41	1,9
2	Wymiana okien	412 945,00	12,5
3	Ściany zewnętrzne 50cm	315 510,30	23,3
4	Ściany zewnętrzne 60cm	646 842,78	27,7
5	Ściany piwnicy 70cm	235 800,00	33,0

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczegoDane: $Q_{oco} = 2\,301,06$ GJ/a $w_{t0} = 1$ $w_{d0} = 1$ $\eta_0 = 0,68$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

1. zainstalowanie automatyki pogodowej i regulacyjnej w węźle ciepłowniczym
2. kompleksową modernizację instalacji wewnętrznej obejmującą jej hermetyzację, uzupełnienia izolacji przewodów, zawory podpionowe, zawory termostatyczne przygrzejnikowe, chemiczne płukanie i regulację hydrauliczną
3. zainstalowanie podzielników kosztów i wprowadzenie systemu indywidualnego rozliczania kosztów ogrzewania.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła - bez zmiany	$\eta_w = 1,00$	$\eta_w = 1,00$
2	przesyłanie ciepła - bez zmiany	$\eta_p = 0,90$	$\eta_p = 0,95$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,78$	$\eta_r = 0,96$
4	wykorzystanie ciepła - usunięcie osłon grzejników	$\eta_o = 0,95$	$\eta_o = 0,95$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,67$	$\eta_p = 0,87$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,0$	$w_t = 1,0$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 1,0$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,67	0,87
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,0	1,0
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,0	0,95
4	Oszczędność kosztów Δq_{rco}	zł/a		48 402
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		407 481
6	SPBT	lata		8,4

Koszty w oparciu o ofertę firmy Instal-Bud

	szt	cena	koszt
1. zmiany w węźle ciepłowniczym			12 000
2. modernizacja instalacji	4798	79,3	380 481
3. zawory termostatyczne	300	50	15 000

razem 407 481

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				poprawa wentylacji	
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} =$	634,4	m^2	
		$V_{nom} =$	4527	m^3/h	
Opis wariantów usprawnienia		$C_w =$	1,1		
		$Cr =$	1,3		
Usprawnienie obejmuje budowę wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej z odzyskiem ciepła					
				wentylacja wywiewna	wentylacja z odzyskiem ciepła
dzienny czas pracy wentylacji mechanicznej		24	h/d	12	12
ilość dni pracy w sezonie grzewczym		365	dni	259	259
roczna długość czasu pracy wentylacji		8760	h	3108	3108
średnia temp. Sezonu grzewczego		8,3	oC	4,45	4,45
wydajność wentylatorów		4527	m^3/h	4527	4527
temp. Wewnętrzna		20	oC	20	20
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m^2K			
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,3	1,00
		C_m	-	1,5	1,10
5	Q_0, Q_1	GJ/a	559,5	642,3	345,0
6	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,160	0,054	0,027
9	Roczna oszczędność kosztów $= (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	ΔO_{ru}	$zł/rok$	12 537,53	32 446,55
10	koszt instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej	$zł$		119 804,00	119 804,00
11	koszt rekuperatora lub centrali wentylacyjnej	$zł$		40 000,00	90 000,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		12,7	6,5
Podstawa przyjętych wartości N_u					
Przyjęto ceny wg kalkulacji własnej i analizy cen centrali wentylacyjnych i rekuperatorów. Ceny zawierają również robocizną oraz podatek VAT 22%					
wariant 1: wymiana centrala wentylacyjna		982 mb kanałów 2 szt.	122 $zł/m^2 =$ 20000	119 804 $zł$ 40 000 $zł$	
				159 804 $zł$	
wariant 2 : wymiana rekuperator		982 mb kanałów 2 szt.	122 $zł/m^2 =$ 45000 $zł/szt =$	119 804 $zł$ 90 000 $zł$	
				209 804 $zł$	
2 - wybrany wariant		Koszt : 209 804,00 $zł$		SPBT=	6,5 lat

7.4. 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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej stosuje się następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.

- Strop pod poddaszem - ocieplenie stropu
- Ściany 50, 60, - ocieplenie ścian od wewnątrz
- Ściany piwnic - ocieplenie ścian od zewnątrz
- okna - wymiana okien na okna szczelne, o niższym U
- instalacja co - usprawnienie instalacji ogrzewania

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu				
	1	2	3	4	5
Strop pod poddaszem	X	X	X	X	X
Wymiana okien	X	X	X	X	
Ściany zewnętrzne 50cm	X	X	X		
Ściany zewnętrzne 60cm	X	X			
Ściany piwnicy 70cm	X				
Modernizacja c.o.	X	X	X	X	X
Modernizacja wentylacji	X	X	X	X	X

7.4.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego									
Lp			Jedn	stan istn.	wariant				
					1	2	3	4	5
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie (wg. zał. 5)	Q_{co}	GJ	2301,06	1368,40	1663,80	1860,56	2045,48	2252,66
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie (wg. zał. 5)	q_{co}	kW	269,00	160,00	194,50	217,50	239,10	263,40
3	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_w * \eta_e$ (wg. zał. 6)	η	-	0,700	0,851	0,854	0,857	0,858	0,860
4	Współczynnik przerw dobowych	w_d	-	1,00	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
5	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie $[Q_{co} * w_d / \eta] * O_z + q_{co} * O_n * 12$	O_{co}	zł	176 183	82 338	99 769	111 187	122 099	134 163
6	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę $Q_{co} * w_d / \eta + Q_{cw}$	Q	GJ	2 301,06	1 368,40	1 663,80	1 860,56	2 045,48	2 252,66
7	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q / Q$	%	-	40,5%	27,7%	19,1%	11,1%	2,1%
8	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q	kW	269,0	160,0	194,5	217,5	239,1	263,4
9	Sumaryczny koszt ogrzewania i przygotowanie ciepłej wody	O_i	zł	176 183	82 338	99 769	111 187	122 099	134 163
10	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	ΔQ_i	zł	-	93 845	76 414	64 996	54 084	42 020
11	Koszt wykonania modernizacji	N_w	zł	-	2 293 819	1 978 309	1 331 466	1 095 666	1 030 230
12	Koszt audytu i inne koszty	N_a	zł	-	9 760	9 760	9 760	9 760	9 760
13	Koszt całkowity [13]+[14]	N	zł	-	2 303 579	1 988 069	1 341 226	1 105 426	1 039 990

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się *wariant nr 2* obejmujący usprawnienia:

- ocieplenie stropu pod poddaszem
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymianę okien
- kompleksową modernizację systemu grzewczego i wentylacji

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 27,7 % czyli powyżej 20%

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu 2 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1	Ocieplenie stropu poddaszem wełną mineralną MEGAROCK o gr. 20cm	na kwotę:	65 436,41 zł
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych gr. 50cm od wewnątrz systemem STO THERM IN gr. 6cm	na kwotę:	315 510,30 zł
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych gr. 60cm od wewnątrz systemem STO THERM IN gr. 6cm	na kwotę:	646 842,78 zł
4	Wymiana okien na okna o korzystniejszym współczynniku $U=1,4$	na kwotę:	412 945,00 zł
5	zastosowanie automatyki pogodowej, montaż zaworów termostatycznych, wymiana grzejników żeliwnych na stalowe, wymiana przestarzałej instalacji c.o.	na kwotę:	407 481,00 zł
6	Poprawa wentylacji – zastosowanie wentylacji mechanicznej, nawiewno – wywiewnej	na kwotę:	209 804,00 zł

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie: 2 058 019,5 zł

Czas zwrotu nakładów SPBT 25,9 lat

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 5 Wydruk komputerowy z programu UPONOR OZC dla stanu istniejącego

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nazwa definicji przegrody	sz 60
Wsp. przenikania ciepła	1,08 W/(m ² ·K)
Opis	ściana zewnętrzna grubości 60cm
Kierunek przepływu ciepła	Poziomy
Typ przegrody	SZ
Opór przejm. ciepła (zewn.)	0,04 (m ² ·K)/W
Opór przejm. ciepła (wewn.)	0,13 (m ² ·K)/W
Dodatek normowy do współczynnika U0	0,05 W/(m ² ·K)

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk lub gładź cementowo-wapienna	Średnio wilgotna	1,5	0,82	0,02
Cegła (mur) ceramiczna pełna (bez	Średnio wilgotna	60	0,77	0,78

Nazwa definicji przegrody	sz 50
Wsp. przenikania ciepła	1,24 W/(m ² ·K)
Opis	ściana zewnętrzna grubości 50cm
Kierunek przepływu ciepła	Poziomy
Typ przegrody	SZ
Opór przejm. ciepła (zewn.)	0,04 (m ² ·K)/W
Opór przejm. ciepła (wewn.)	0,13 (m ² ·K)/W
Dodatek normowy do współczynnika U0	0,05 W/(m ² ·K)

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk lub gładź cementowo-wapienna	Średnio wilgotna	1,5	0,82	0,02
Cegła (mur) ceramiczna pełna (bez	Średnio wilgotna	50	0,77	0,65

Nazwa definicji przegrody	okno 2,6
Wsp. przenikania ciepła	2,6 W/(m ² ·K)
Opis	okno do wymiany
Kierunek przepływu ciepła	Poziomy
Typ przegrody	OZ

Nazwa definicji przegrody	drzwi 5,1
Wsp. przenikania ciepła	5,1 W/(m ² ·K)
Opis	drzwi do wymiany
Kierunek przepływu ciepła	Poziomy
Typ przegrody	DZ

Nazwa definicji przegrody	strop pod poddaszem
Wsp. przenikania ciepła	1,27 W/(m ² ·K)
Opis	strop pod poddaszem
Kierunek przepływu ciepła	---
Typ przegrody	StW
Opór przejm. ciepła (zewn.)	0,17 (m ² ·K)/W
Opór przejm. ciepła (wewn.)	0,17 (m ² ·K)/W
Dodatek normowy do współczynnika U0	0 W/(m ² ·K)

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Cegła (mur) ceramiczna pełna	Średnio wilgotna	25	0,77	0,33
Tynk gipsowy 1000 (PN-EN 12524)	Średnio wilgotna	5	0,4	0,13

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Opór przejm. ciepła (zewn.)

Opór przejm. ciepła (wewn.)

Dodatek normowy do współczynnika U0

podłoga na gruncie--- W/(m²·K)

podłoga na gruncie

W dół

PG

0,04 (m²·K)/W0,17 (m²·K)/W0 W/(m²·K)

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Linoleum	Średnio wilgotna	1	0,19	0,05
Cegła (mur) ceramiczna pełna	Średnio wilgotna	25	0,77	0,33
Piasek	Średnio wilgotna	15	0,4	0,38

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Opór przejm. ciepła (zewn.)

Opór przejm. ciepła (wewn.)

Dodatek normowy do współczynnika U0

ddd3,43 W/(m²·K)

dach

W górę

SD

0,04 (m²·K)/W0,1 (m²·K)/W0,05 W/(m²·K)

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Sosna, jodła i świerk w poprzek włókien	Średnio wilgotna	2,5	0,16	0,16
Stal	Średnio wilgotna	0,5	58	0

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

Opór przejm. ciepła (zewn.)

Opór przejm. ciepła (wewn.)

Dodatek normowy do współczynnika U0

Ściana piwnicy 700,62 W/(m²·K)

ściana przy gruncie grubości 70cm

Pozyczny

SG

0,04 (m²·K)/W0,13 (m²·K)/W0 W/(m²·K)

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk lub gładź cementowo-wapienna	Średnio wilgotna	1,5	0,82	0,02
Cegła (mur) ceramiczna pełna	Średnio wilgotna	70	0,77	0,91

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

okno 1,41,4 W/(m²·K)

okno nowe

Pozyczny

OZ

Nazwa definicji przegrody

Wsp. przenikania ciepła

Opis

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

drzwi 22 W/(m²·K)

drzwi nowe

Pozyczny

DZ

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_w = 1$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,90$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co})^2 (GRL)^{1/2}$$

$$\eta_{co} = 0,75$$

$$GRL = 0,20$$

$$\eta_r = 0,78$$

4. Sprawność wykorzystania

$$\eta_e = 0,95$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1$$

7 Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e = 0,67$$

Załącznik nr 3

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 3.0

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	160,0	1 368,40
2	194,5	1 663,80
3	217,5	1 860,56
4	239,1	2 045,48
5	263,4	2 252,66
stan istniejący	269,0	2 301,06

Załącznik nr 4

*Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 3.0*

Wariant	Zapotrzebowanie		
	ciepła		mocy cieplnej
	Q_H [kWh/a]	Q_{co} [GJ]	q_m kW]
1	380 114	1 368,40	160,0
2	462 170	1 663,80	194,5
3	516 826	1 860,56	217,5
4	568 193	2 045,48	239,1
5	625 744	2 252,66	263,4
stan istniejący	639 188	2 301,06	269,0

Obliczenie mocy cieplnej:

$$q_m = Q_H / (Sd * 0,6)$$

gdzie: Q_H - zapotrzebowanie na ciepło wyrażone w kW
 Sd - stopniodni, dla Koszalina 3960,1

Obliczanie współczynników dla poszczególnych wariantów na podstawie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła						
Wariant	Suma zysków GJ	Suma strat GJ	\sqrt{GLR}	η_{CO}	η_r	η
1	558	1865,1	0,547	0,950	0,945	0,851
2	558	2172,7	0,507	0,950	0,949	0,854
3	558	2374,2	0,485	0,950	0,952	0,857
4	558	2523,4	0,470	0,950	0,953	0,858
5	558	2777,1	0,448	0,950	0,955	0,860
Stan istniejący	558	2825,5	0,444	0,750	0,778	0,700

Uwaga: $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{CO}) \cdot 2\sqrt{GLR}$

$$\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$$