



## AUDYT ENERGETYCZNY

budynku Pawilonu B Mazowieckiego Centrum  
Leczenia Chorób Płuc i Gruźlicy w Otwocku



Adres budynku:

ul. Reymonta 83/91  
05-400 Otwock

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
Rodzaj budynku	budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	XIX/XX wiek
Inwestor	Mazowieckie Centrum Leczenia Chorób Płuc i Gruźlicy ul. Narutowicza 80 05-400 Otwock	Adres budynku	ul. Reymonta 83/91 05-400 Otwock
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Igor Kwiatkowski – inwentaryzacja obiektu, wykonanie obliczeń w programie AUDYTOR OZC, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 30.12.2019 r.	

## Spis treści

1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku .....	5
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.....	9
	Dokumentacja projektowa.....	9
	Inne dokumenty .....	9
	Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora .....	9
	Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	9
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego .....	10
	Okna i drzwi.....	14
	Charakterystyka systemu ogrzewania.....	14
	Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej.....	15
	Charakterystyka systemu wentylacji.....	16
	Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy.....	17
5.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	18
	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie. ....	19
	Przebudowa/modernizacja systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła.....	25
	Wariant modernizacji instalacji c.w.u. po modernizacji źródła ciepła .....	27
	Ocena opłacalności wykonania wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (rekuperacją).....	28
	System zarządzania energią .....	29
	Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji) .....	30
6.	Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego.....	31
	Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....	31
	Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	32
	Optymalny wariant termomodernizacyjny .....	33
	Optymalny wariant termomodernizacyjny .....	34
	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	34
	Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji .....	35



Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	36
Efekt ekologiczny .....	37

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	5 344,5	5 344,5
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	1 580,0	1 580,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	-	-
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	1 580,0	1 580,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	100	100
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,30	0,30
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,403	0,403
2.	ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,442	0,442
3.	STD1 – tarasy	1,307	0,148
4.	SW1 – ściana wewnętrzna na poddaszu nieużytkowym	2,035	0,295
5.	SZ1 – ściana zewnętrzna murowana ocieplona	0,896	0,573
6.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,735	0,197
7.	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,000	1,300
8.	OK1 – okno zewnętrzne	1,700	0,900

SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWCZEGO		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,94	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,50	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	10 689,0	10 689,0
4.	Liczba wymian [l/h]	2	2

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	137,0	96,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	42,0	29,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	788,16	548,45
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1142,27	727,48
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	881,65	593,11
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak możliwości określenia – brak osobnego licznika	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	zużycia gazu na budynek	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> *rok]	138,57	96,42
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> *rok]	200,82	127,90
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	30,63	30,63
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	-	-
3.	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> cwu [zł]	20,79	20,79
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	32,53	20,72
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	148,83	148,83

CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	2 206 803,02	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	34,75
Planowane koszty całkowite	2 758 503,78		
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		24 969,81	

\*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

\*\*) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

\*\*\*) opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem energii



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

#### **Dokumentacja projektowa**

- Informacje przekazane przez Inwestora
- Dokumentacja projektowa i techniczna obiektu

#### **Inne dokumenty**

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej

#### **Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora**

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu

#### **Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

- Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – **w zależności od wysokości dofinansowania**

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego

Inwentaryzowany budynek znajduje się w Otwocku przy ul. Reymonta 83-91 i wchodzi w skład zespołu szpitalnego, zlokalizowanego w parku leśnym. Obiekt wpisany do rejestru zabytków pod nr A-714 z 7.09.2006 r. Budynek posiada 4 kondygnacje naziemne oraz ogrzewane piwnice.

Ławy i ściany konstrukcyjne piwnic i kondygnacji naziemnych murowane z cegły pełnej. Stropy proste, dach częściowo płaski pokryty papą termozgrzewalną częściowo spadzisty kryty blachą. Okna wymienione na PVC. Drzwi zewnętrzne PVC.

W piwnicy znajduje się kotłownia gazowa, stanowiąca źródło ciepła dla obiektu. W budynku instalacja centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej. Wentylacja naturalna, grawitacyjna, realizowana poprzez nieszczelności w oknach i drzwiach.









## Okna i drzwi

Okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku (2019 dla budynków użyteczności publicznej), określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm), przez co generowane są straty ciepła.

## Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne za pomocą kotłowni gazowej znajdującej się w piwnicy
2.	Parametry pracy	70/90
3.	Przewody w instalacji	rury stalowe
4.	Rodzaje grzejników	członowe/ płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24

Sprawności składowe systemu grzewczego	wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – gaz ziemny, <math>w_i</math></i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – kocioł niskotemperaturowy na paliwo gazowe lub płynne z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, <math>\eta_{H,g}</math></i>	0,94
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami – w pom. nieogrzewanych, <math>\eta_{H,d}</math></i>	0,90
<i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – grzejniki członowe/ płytowe z regulacją, <math>\eta_{H,e}</math></i>	0,82
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{H,s}</math></i>	1,00
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{H,tot}</math></b>	<b>0,69</b>

## Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Dane	Stan obecny
Rodzaj instalacji	Instalacja centralna w obiekcie, źródłem jest kotłownia gazowa

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – gaz ziemny, <math>w_i</math></i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – kocioł niskotemperaturowy, <math>\eta_{w,g}</math></i>	0,88
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – centralne przygotowanie, <math>\eta_{w,d}</math></i>	0,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, <math>\eta_{w,e}</math></i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, <math>\eta_{w,s}</math></i>	1,00
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{w,tot}</math></b>	<b>0,37</b>

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	$V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	3
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f$	$\text{m}^2$	1580,0
Ciepło właściwe wody	$c_w$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	4,19
Gęstość wody	$\rho_w$	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,00
Temperatura ciepłej wody	$\theta_w$	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura zimnej wody	$\theta_o$	$^{\circ}\text{C}$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	$k_R$	-	1,0
Liczba dni w roku	$t_R$	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, tot}$	-	0,37
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_W = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	$\text{kWh}/\text{GJ}$	90 613,99 / 326,21	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kW} = Q_W / \eta_{cw, tot}$	$\text{kWh}/\text{GJ}$	244 902,68 / 881,65	

Obliczenia zapotrzebowania na moc systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Sposób przygotowania ciepłej wody	-	-	centralnie
Średni czas użytkowania w ciągu doby	$t_h$	godzina	8
Współczynnik jednoczesności rozbioru	$N_h$	-	1,00
Roczne zużycie ciepłej wody $V_{cw}=V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	$dm^3/rok$		1 730 100
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu $q_{cw}=Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$	MW		0,042

### Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego $m^3/h$	5 344,5

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez kratki i kanały wentylacyjne oraz nieszczelności w drzwiach i oknach.



## Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości poprawy
1.	Źródło ciepła: kotłownia gazowa	wymiana na nowy kocioł kondensacyjny
2.	Przegrody zewnętrzne - nie spełniają aktualnych wymogów - generowane straty ciepła	ocieplenie dachu budynku oraz ściany zewnętrznej
3.	Okna i drzwi - nie spełniają aktualnych wymogów	wymiana okien oraz drzwi zewnętrznych
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej - centralna instalacja w obiekcie	modernizacja instalacji c.w.u.
5.	System grzewczy - centralna instalacja w obiekcie	modernizacja instalacji c.o.
6.	System wentylacji: - wentylacja naturalna/ mechaniczna	wykonanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła
7.	System zarządzania energią - brak	wykonanie systemu zarządzania energią w budynku

## 5. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 18°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień\*K/rok

<u>Ustalenie liczby stopniodni <math>S_d</math>:</u>			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:		Warszawa Okęcie	
obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo}$ :		20°C	
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	$S_d$
Styczeń	-1,2	31	657
Luty	-0,9	28	585
Marzec	4,4	31	484
Kwiecień	6,3	30	411
Maj	12,2	10	78
Czerwiec	17,1	0	0
Lipiec	19,2	0	0
Sierpień	16,6	0	0
Wrzesień	12,8	5	36
Październik	8,2	31	366
Listopad	2,9	30	513
Grudzień	0,8	31	595
		$S_d =$	<b>3 725</b>

## Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

### 1) Docieplenie tarasu STD1

Przeграда nr 1		Nazwa:		taras			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=	121,4	m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> =	127,5	m <sup>2</sup>		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T <sub>wo</sub> =	20	°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T <sub>zo</sub> =	-20	°C		
	Liczba stopniodni dla przegrody		S <sub>d</sub> =	3 725	dzień *K/rok		
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	30,63 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	148,83 zł/m-c		
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	30,63 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	148,83 zł/m-c		
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			1,307	W/m <sup>2</sup> K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			wełna mineralna				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,035	W/m*K			
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>19,0</b>	cm			
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>20,0</b>	cm			
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>21,0</b>	cm			
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>22,0</b>	cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	19,0	20,0	<b>21,0</b>	22,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	5,43	5,71	<b>6,00</b>	6,29
3	opór cieplny przegrody R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,765	6,195	6,475	<b>6,765</b>	7,055
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	51,1	6,3	6,0	<b>5,8</b>	5,5
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0063	0,0008	0,0007	<b>0,0007</b>	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 372 zł	1 381 zł	<b>1 388 zł</b>	1 397 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	265,0	270,0	<b>275,0</b>	280,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	33 788 zł	34 425 zł	<b>35 063 zł</b>	35 700 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	24,63	24,93	<b>25,26</b>	25,55
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,307	0,161	0,154	<b>0,148</b>	0,142

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału oraz robociznę.

Wybrano ocieplenie od spodu za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2019 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

2) Docieplenie ściany wewnętrznej na poddaszu nieużytkowym SW1

Przełoga nr 2		Nazwa:		Ściana wewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A= 59,4		m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> = 59,4		m <sup>2</sup>		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrzne		T <sub>wo</sub> = 20		°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T <sub>zo</sub> = -20		°C		
	Liczba stopniodni dla przełogi		S <sub>d</sub> = 3 725		dzień *K/rok		
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	30,63 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	148,83 zł/m-c		
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	30,63 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	148,83 zł/m-c		
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			2,035		W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			styropian grafitowy				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,031		W/m*K		
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>7,0</b>		Cm		
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>8,0</b>		cm		
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>9,0</b>		cm		
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>10,0</b>		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	7,0	8,0	<b>9,0</b>	10,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	2,26	2,58	<b>2,90</b>	3,23
3	opór cieplny przełogi R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,491	2,751	3,071	<b>3,391</b>	3,721
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	38,9	6,9	6,2	<b>5,6</b>	5,1
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0048	0,0009	0,0008	<b>0,0007</b>	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	980 zł	1 002 zł	<b>1 020 zł</b>	1 035 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	170,0	175,0	<b>180,0</b>	185,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	10 098 zł	10 395 zł	<b>10 692 zł</b>	10 989 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	10,30	10,37	<b>10,48</b>	10,62
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,035	0,364	0,326	<b>0,295</b>	0,269

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału oraz robociznę.

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu grafitowego o grubości 9 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoga spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2019 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

### 3) Docieplenie ściany zewnętrznej SZ1

Przełoga nr		3		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła			A=		1132,3 m <sup>2</sup>	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> =		1188,9 m <sup>2</sup>	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> =		20 °C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> =		-20 °C	
	Liczba stopniodni dla przełogi			S <sub>d</sub> =		3 725 dzień *K/rok	
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	30,63	zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	148,83 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	30,63	zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	148,83 zł/m-c
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:						0,896 W/m <sup>2</sup> K	
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem						tynk termoizolacyjny	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =						0,08 W/m*K	
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o						3,0 Cm	
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o						4,0 cm	
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o						5,0 cm	
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o						6,0 cm	
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	3,0	4,0	5,0	6,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	0,38	0,50	0,63	0,75
3	opór cieplny przełogi R	m <sup>2</sup> ·K/W	1,116	1,496	1,616	1,746	1,866
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	326,5	243,6	225,5	208,7	195,3
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0406	0,0303	0,0280	0,0259	0,0243
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	2 539 zł	3 094 zł	3 608 zł	4 007 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	70,0	80,0	90,0	100,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	83 223 zł	95 112 zł	107 001 zł	118 890 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	32,78	30,74	29,66	29,67
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,896	0,668	0,619	0,573	0,536

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału oraz robociznę.

Wybrano ocieplenie za pomocą tynku termoizolacyjnego o grubości 5 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Zgodnie z opinią konserwatora zabytków, niedopuszczalne jest ocieplenie ściany zewnętrznej za pomocą innych niż tynk materiałów izolacyjnych.

4) Docieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie SZPG1

Przełoga nr 4		Nazwa: Ściana zewnętrzna przy gruncie					
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła	A=	206,3 m <sup>2</sup>				
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A <sub>o</sub> =	216,6 m <sup>2</sup>				
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T <sub>wo</sub> =	20 °C				
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T <sub>zo</sub> =	-20 °C				
	Liczba stopniodni dla przełogi	S <sub>d</sub> =	3 725 dzień *K/rok				
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne					
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	30,63 zł/GJ				
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	30,63 zł/GJ				
		Abonament					
		A <sub>b0</sub> =	148,83 zł/m-c				
		A <sub>b1</sub> =	148,83 zł/m-c				
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:		0,735	W/m <sup>2</sup> K				
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem		Styrodur XPS					
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =		0,035	W/m*K				
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o		<b>11,0</b>	cm				
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o		<b>12,0</b>	cm				
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o		<b>13,0</b>	cm				
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o		<b>14,0</b>	cm				
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	11,0	12,0	<b>13,0</b>	14,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	3,14	3,43	<b>3,71</b>	4,00
3	opór cieplny przełogi R	m <sup>2</sup> ·K/W	1,361	4,501	4,791	<b>5,071</b>	5,361
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	48,8	14,8	13,9	<b>13,1</b>	12,4
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0061	0,0018	0,0017	<b>0,0016</b>	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 041 zł	1 069 zł	<b>1 093 zł</b>	1 115 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	280,0	290,0	<b>300,0</b>	310,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	60 648 zł	62 814 zł	<b>64 980 zł</b>	67 146 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	58,26	58,76	<b>59,45</b>	60,22
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,735	0,222	0,209	<b>0,197</b>	0,187

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału oraz robociznę.

Wybrano ocieplenie za pomocą styroduru XPS o grubości 13 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoga **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2019 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

5) Wymiana stolarki okiennej OK – okno zewnętrzne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} = 5344,5 \text{ m}^3/\text{h}$			
	Współczynnik U			$U = 1,7 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$			
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$			
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$			
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd = 3\,725 \text{ dzień} \cdot \text{K}/\text{rok}$			
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	30,63	zł/GJ	$A_{b0} =$	148,83 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	30,63	zł/GJ	$A_{b1} =$	148,83 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
<b>Wariant 1:</b>						$U_{ok}$	1,2 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
<b>Wariant 2:</b>						$U_{ok}$	1,1 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
<b>Wariant 3:</b>						$U_{ok}$	1,0 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	$\text{m}^2$			429,1		
2	Współczynnik przenikania	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	1,7	1,2	1,1	1,0	
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,2	1,0	1,0	
		$C_m$	-	1,1	1,0	1,0	
		$C_w$	-	1,1	1,0	1,0	
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	234,8	165,7	151,9	138,1	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	772,6	585,3	585,3	585,3	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	1007,4	751,0	737,2	723,4	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0292	0,0206	0,0189	0,0172	
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0800	0,0727	0,0727	0,0727	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,1092	0,0933	0,0916	0,0899	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		7 854	8 276	8 699	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	zł/m <sup>2</sup>		1400	1500	1600	
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		600 740 zł	643 650 zł	686 560 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		76,49	77,77	78,92	

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien na nowe okna drewniane, odpowiadające wymogom konserwatora zabytków, wybrano okna o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,1 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ .

6) Wymiana stolarki drzwiowej DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	5344,5	$m^3/h$	
	Współczynnik U			$U =$	2,0	$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$S_d =$	3 725	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
$O_{m0} =$	0,00	$z\$/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	30,63	$z\$/GJ$	$A_{b0} =$	148,83 $z\$/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$z\$/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	30,63	$z\$/GJ$	$A_{b1} =$	148,83 $z\$/m \cdot c$
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:							
<b>Wariant 1:</b>						$U_{drz}$	1,5 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>						$U_{drz}$	1,3 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>						$U_{drz}$	1,1 $W/m^2K$
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia drzwi		$m^2$			31,3	
2	Współczynnik przenikania		$W/(m^2 \cdot K)$	2,0	1,5	1,3	1,1
3	Współczynniki korekcyjne		$C_r$	1,0	1,0	1,0	1,0
			$C_m$	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$		$GJ/a$	20,1	15,1	13,1	11,1
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot S_d$		$GJ/a$	591,2	585,3	585,3	585,3
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$		$GJ/a$	611,3	600,4	598,4	596,4
7	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$		$MW$	0,0025	0,0019	0,0016	0,0014
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$		$MW$	0,0727	0,0727	0,0727	0,0727
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$		$MW$	0,0752	0,0746	0,0743	0,0741
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		$z\$/rok$		334	395	452
11	Cena jednostkowa wym. drzwi		$z\$/m^2$		850	1000	1150
12	Koszt wymiany drzwi $N_{drz}$		$z\%$		26 605 $z\%$	31 300 $z\%$	35 995 $z\%$
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$		-		79,66	79,24	79,63

Za najbardziej optymalny wariant wymiany drzwi zewnętrznych w wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2019 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na drzwi o współczynniku przenikania  $U = 1,3 W/m^2 \cdot K$  jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



## Przebudowa/modernizacja systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła

W audycie założono przewody rozdzielcze i piony instalacyjne z rur pp, podejścia poziome do grzejników z rur miedzianych. Urządzenia grzewcze – założono grzejniki stalowe płytowe. Do regulacji instalacji proponuje się podpionowe zawory regulacyjne automatyczne z nastawą wstępną, króćcami kontrolno-pomiarowymi i możliwością spustu wody. Grzejniki należy wyposażyć w elektroniczne głowice termostatyczne. Należy zainstalować liczniki ciepła i energii elektrycznej na wyjściu z kotłowni.

Zakłada się wymianę istniejącego kotła gazowego na nowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny wraz z modernizacją instalacji w obrębie kotłowni.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Wymiana źródła ciepła na nowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny, modernizacja kotłowni, automatyka, czujniki, komin, neutralizatory kondensatu, stacja uzdatniania wody	200 000,00
Modernizacja systemu c.o. – wymiana instalacji, w tym wymiana rurociągów (piony i poziomy) i grzejników, wykonanie izolacji termicznej instalacji w przestrzeniach nieogrzewanych, montaż armatury regulacyjnej, zaworów podpionowych, rozdzielaczy, instalacja liczników ciepła i energii elektrycznej na parterze	200 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,94	0,98
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,96
Regulacja	0,82	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,69	0,87

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,137	0,137
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	788,16	788,16
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,69	0,87
4.	Obniżenie nocne	1	1
5.	Obniżenie tygodniowe	1	1
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	1 142,27	905,93
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	40 200,50	31 346,46
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	8 854,04
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>400 000,00</b>
10.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	<b>45,18</b>

## Wariant modernizacji instalacji c.w.u. po modernizacji źródła ciepła

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
Wymiana instalacji, montaż zaworów	-	150 000,00	150 000,00

Oszczędności	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,061	0,061
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	326,21	326,21
Ogólna sprawność systemu cwu	0,37	0,55
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]	881,65	593,11
Roczny koszt c.w.u. w sezonie standardowym [zł/rok]	27 004,94	18 166,96
Roczna oszczędność kosztów [zł]		8 837,98
Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>150 000,00</b>
SPBT		<b>16,97</b>

Czas zwrotu inwestycji wynosi około 17 lat.

## Ocena opłacalności wykonania wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (rekuperacją)

WARIANT: Montaż wentylacji mechanicznej, zapewniający redukcję energii potrzebnej do ogrzania powietrza wentylacyjnego. Proponuje się wentylację z rekuperatorem – centralą wentylacyjną zbudowaną z dwóch wentylatorów – wywiewnego i nawiewnego oraz wymiennikiem ciepła, w którym powietrze dopływające do wnętrza pomieszczenia ogrzewa się od cieplejszego powietrza wywiewanego. Wewnątrz centrali znajdują się specjalne filtry, zatrzymujące pył i zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu.

Zasada działania polega na zasysaniu świeżego powietrza z zewnątrz kanałem do centrali wentylacyjnej, a z niej siecią kanałów do wszystkich pomieszczeń. W pomieszczeniach są zamontowane również kratki wywiewne, którymi zanieczyszczone powietrze jest wysysane do sieci kanałów wywiewnych i dopływa z powrotem do centrali wentylacyjnej, a z niej wspólnym kanałem jest usuwane poza obiekt przez wyrzutnię.

Zastosowanie wentylacji nawiewno - wywiewnej ma duże znaczenie ze względu na jakość powietrza, a także ogranicza straty ciepła poprzez wentylację.

Założono odzysk ciepła w wysokości 55%

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
Wykonanie wentylacji mechanicznej	1	700 000,00	700 000,00

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,137	0,122
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	788,16	642,59
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	1 142,27	691,01
4.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	42 022	25 024,63
5.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	15 175,87
6.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>700 000,00</b>
7.	SPBT [lata]		<b>46,13</b>

## System zarządzania energią

W obiekcie założono montaż systemu zarządzania energią. W związku z tym założono wyposażenie budynku w system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi oraz grzewczymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, ciepłomierzy, wodomierzy oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii cieplnej i energetycznej budynku. Wprowadzenie systemu zarządzania budynkiem zapewni optymalizację kosztów, związanych z utrzymaniem budynku. System powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Wykonanie systemu zarządzania energią	100 000,00

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,137	0,137
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby budynku z uwzględnieniem sprawności systemów GJ/rok	3 189,80	2 870,82
3.	Roczny koszt zapotrzebowania na ciepło w sezonie standardowym [zł/rok]	1 142,27	1 062,31
4.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	2 689,05
5.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>100 000,00</b>
6.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	<b>37,19</b>

Uwaga: należy pamiętać, że system będzie pracować prawidłowo po zaplanowanej modernizacji, tj. wymianie źródła ciepła, modernizacji instalacji c.w.u. oraz c.o. i wykonaniu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

**Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Docieplenie ściany wewnętrznej SW1 za pomocą styropianu grafitowego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	10 692,00	10,48
2.	Modernizacja instalacji c.w.u. (po modernizacji źródła ciepła)	150 000,00	16,97
3.	Docieplenie tarasu STD1 od spodu za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	35 063,00	25,26
4.	Docieplenie ściany zewnętrznej SZ1 za pomocą tynku termoizolacyjnego o grubości 5 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,080 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	107 001,00	29,66
5.	Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku	100 000,00	37,19
6.	Modernizacja/ przebudowa systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła	400 000,00	45,18
7.	Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	700 000,00	46,13
8.	Docieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie SZPG1 za pomocą styroduru XPS o grubości 13 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	64 980,00	59,45
9.	Wymiana okien na nowe drewniane o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,100 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	643 650,00	77,77
10.	Wymiana drzwi na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,300 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	31 300,00	79,24

## 6. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny					
		1	2	3	4	5	6
1.	Docieplenie ściany wewnętrznej SW1 za pomocą styropianu grafitowego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x	x	x	x	x
2.	Docieplenie tarasu STD1 od spodu za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x	x	x	x	
3.	Modernizacja/ przebudowa systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła, modernizacja instalacji c.w.u.	x	x	x	x		
4.	Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, wykonanie systemu zarządzania energią w obiekcie	x	x	x			
5.	Docieplenie ściany zewnętrznej SZ1 za pomocą tynku termoizolacyjnego o grubości 5 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,080 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ Docieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie SZPG1 za pomocą styroduru XPS o grubości 13 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x				
6.	Wymiana okien na nowe drewniane o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,100 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Wymiana drzwi na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,300 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x					

### Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant Termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji netto [zł]	Koszt termomodernizacji brutto [zł]
1.	2 242 686,00	2 758 503,78
2.	1 567 736,00	1 928 315,28
3.	1 395 755,00	1 716 778,65
4.	595 755,00	732 778,65
5.	45 755,00	56 278,65
6.	10 692,00	13 151,16

## Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	$\eta$	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	<b>0,096</b>	<b>548,45</b>	<b>0,87</b>	<b>1</b>	<b>727,48</b>	<b>24068,67</b>	<b>0,029</b>	<b>593,11</b>	<b>18166,96</b>	<b>703,33</b>	<b>24969,81</b>	<b>34,75</b>
2.	0,110	660,22	0,87	1	819,37	26883,26	0,029	593,11	18166,96	611,44	22155,22	30,21
3.	0,125	674,33	0,87	1	851,98	28734,09	0,029	593,11	18166,96	578,83	20304,39	28,60
4.	0,135	758,50	0,87	1	871,84	30234,10	0,029	593,11	18166,96	558,97	18804,38	27,62
5.	0,135	758,50	0,69	1	1099,28	36556,19	0,029	593,11	18166,96	331,53	12482,29	16,38
6.	0,136	774,74	0,69	1	1122,81	38423,25	0,029	593,11	27004,94	308,00	1777,25	15,22
stan istniejący	0,137	788,16	0,69	1	1142,27	40200,50	0,042	881,65	27004,94			



### Optimalny wariant termomodernizacyjny

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt całkowity [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	
<b>1</b>	<b>2 758 503,78</b>	<b>24 969,81</b>	<b>34,75</b>	<b>551 700,76</b>	<b>20%</b>
				<b>2 206 803,02</b>	<b>80%</b>
2	1 928 315,28	22 155,22	30,21	385 663,06	20%
				1 542 652,22	80%
3	1 716 778,65	20 304,39	28,60	343 355,73	20%
				1 373 422,92	80%
4	732 778,65	18 804,38	27,62	146 555,73	20%
				586 222,92	80%
5	56 278,65	12 482,29	16,38	11 255,73	20%
				45 022,92	80%
6	13 151,16	1 777,25	15,22	2 630,23	20%
				10 520,93	80%

## Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie **34,75%**.

## Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

1. **Docieplenie tarasu STD1 od spodu** za pomocą styropapy o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
2. **Docieplenie ściany wewnętrznej na poddaszu nieużytkowym SW1** za pomocą styropianu grafitowego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
3. **Docieplenie ściany zewnętrznej SZ1** za pomocą tynku termoizolacyjnego o grubości 5 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,080 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
4. **Docieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie SZPG1** za pomocą styroduru XPS o grubości 13 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
5. **Wymiana stolarki okiennej OK – okno zewnętrzne** na nowe okna drewniane o współczynnika przenikania ciepła  $U = 1,100 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
6. **Wymiana stolarki drzwiowej DZ1 – drzwi zewnętrzne** na nowe drzwi o współczynnika przenikania ciepła  $U = 1,300 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
7. **Przebudowa/modernizacja systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła**
  - wymiana istniejącego kotła gazowego na nowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny wraz ze zmianą podłączeń rur zasilających i powrotnych
  - wykonanie nowej automatyki oraz czujników
  - wykonanie nowych kominów, spełniających obecne wymogi
  - montaż neutralizatorów kondensatu
  - wykonanie stacji uzdatniania wody
  - wymiana instalacji c.o., w tym wymiana rurociągów (piony i poziomy)
  - wymiana grzejników
  - wykonanie izolacji termicznej
  - montaż armatury regulacyjnej, zaworów podpionowych, rozdzielaczy
  - instalacja liczników ciepła i energii elektrycznej
8. **Modernizacja instalacji c.w.u. po modernizacji źródła ciepła** – wymiana instalacji
9. **Wykonanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (rekuperacją)**
10. **Wykonanie systemu zarządzania energią w obiekcie**

## Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m <sup>2</sup> ]	Cena jednostkowa [zł/m <sup>2</sup> ]	Koszt całkowity [zł]
1.	Docieplenie ściany wewnętrznej SW1 za pomocą styropianu grafitowego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m·K	62,4	180,00	10 692,00
2.	Modernizacja instalacji c.w.u. (po modernizacji źródła ciepła)	-	-	150 000,00
3.	Docieplenie tarasu STD1 od spodu za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/m·K	127,5	275,00	35 063,00
4.	Docieplenie ściany zewnętrznej SZ1 za pomocą tynku termoizolacyjnego o grubości 5 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,080$ W/m·K	1188,9	90,00	107 001,00
5.	Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku	-	-	100 000,00
6.	Modernizacja/ przebudowa systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła	-	-	400 000,00
7.	Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	-	-	700 000,00
8.	Docieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie SZPG1 za pomocą styroduru XPS o grubości 13 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/m·K	216,6	300,00	64 980,00
9.	Wymiana okien na nowe drewniane o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,100$ W/m <sup>2</sup> ·K	429,1	1500,00	643 650,00
10.	Wymiana drzwi na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,300$ W/m <sup>2</sup> ·K	31,3	1 000,00	31 300,00
11.	Modernizacja oświetlenia	-	-	200 000,00
<b>SUMA NETTO [zł]</b>				<b>2 442 686,00</b>

**Charakterystyka finansowa wybranego wariantu z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia**

Lp.	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót brutto		3 004 503,78
2.	Przewidywany wkład własny	20%	600 900,76
3.	Przewidywane dofinansowanie	80%	2 403 603,02

## Efekt ekologiczny

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013

Emisja – kocioł gazowy	Wartość
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	0,5
Wielkość emisji pyłu PM2,5 [g/GJ]	0,5
Wielkość emisji CO <sub>2</sub> [kg/GJ]	55,82
Wielkość emisji Benzo(a)piren [mg/GJ]	0
Wielkość emisji SO <sub>2</sub> [g/GJ]	0,5
Wielkość emisji NO <sub>x</sub> [g/GJ]	50

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]	Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
		[Mg/rok]	[%]
PM 10	0,001012	0,000352	<b>34,78</b>
PM 2,5	0,001012	0,000352	<b>34,78</b>
CO <sub>2</sub>	112,975	39,260	<b>34,78</b>
B(a)P	0,000000	0,000000	<b>0,00</b>
SO <sub>2</sub>	0,001012	0,000352	<b>34,78</b>
NO <sub>x</sub>	0,101196	0,035166	<b>34,78</b>