

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dnia 21.11.2008**

Adres budynku	ulica: Dąbrowskiego 7-15 kod: 58-100 miejscowość Świdnica powiat: świdnicki województwo: dolnośląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Sławomir Rybarczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 05/10/2023

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	mieszkalny - wielorodzinny	1.2. Rok budowy	1970
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Spółdzielnia Mieszkaniowa w Świdnicy ul. Marii Curie Skłodowskie 8 kod 58-105 Świdnica	1.4. Adres budynku ul. Dabrowskiego 7-15 kod 58-100 Świdnica powiat świdnicki woj. dolnośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Enex Energy Experts Sławomir Rybarczyk REGON: 390490565 59-220 Legnica, ul. Góralska 13			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Sławomir Rybarczyk Wpisany do rejestru MI osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków pod numerem 2008 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1			
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Legnica	Data wykonania opracowania	14.10.2023
6. Spis treści str. 1. Strona tytułowa 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane 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 wariantu optymalnego			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1.Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	WK-70	WK-70
2.	Liczba kondygnacji	5	5
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	16 220	16 220
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	16 220	16 220
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	3 430	3 430
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	60	60
8.	Liczba osób użytkujących budynek	225	225
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł ciepłowniczy	węzeł ciepłowniczy
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	węzeł ciepłowniczy	węzeł ciepłowniczy
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ³ /m ²]	0,37	0,37
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane) [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,325	0,200
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,274	0,150
3.	Strop nad piwnicą	1,667	1,667
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,367	0,367
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,5	0,9
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	1,5	1,3
7.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,70	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu	0,50	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1 169	1 169
4.	Krotność wymian powietrza	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	0,173	0,155
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	79,1	65,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	597	354
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1172,0	491
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	1872	1560
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	bd

7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	bd
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	48,4	28,7
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	94,9	39,8
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,75
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł]	112,9	112,9
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	17 945	17 945
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej [zł]	50,54	42,11
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł]	17 945	17 945
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m2 m-c)]	4,12	1,35
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	30,5	30,5
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	361 600	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	32,6%
Planowane koszty całkowite	2 410 664	Premia termomodernizacyjna	237 544
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	118 772		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii - instalacja PV o mocy nominalnej 10 kW.			
Z audytu energetycznego WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Archiwalny projekt techniczny autorstwa Miastoprojekt Wrocław

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 6 listopada 2008r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Łukasz Wnuk - Administracja SM

3.4. Data wizji lokalnej

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza X	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny X	mieszk-usługowy	inny
Adres	58-105 Świdnica, ul. Dąbrowskiego 7-15		
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny X	

Rok budowy				Rok zasiedlenia			
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	226	10	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	16220	11	Liczba kondygnacji	5	
4	Powierzchnia użytkowa budynku	[m ²]	3430	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7	
5	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych	[m ²]	3430	14	Liczba mieszkańców/użytkowników	225	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0				
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy podać przeznaczenie pomieszczeń	[m ²]	0	15	Liczba lokali mieszkalnych	60	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	60	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	3430	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0	

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 5 kondygnacjach nadziemnych z pełnym podpiwniczeniem, zbudowany w technologii wielkopłytywowej WK-70

Okna części wspólnych (piwnice i klatka schodowa) PVC jednokomorowe. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Drzwi wejściowe z profili PCV, częściowo oszkolone. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

W piwnicy budynku 2funkcyjny węzeł ciepła zasilany przez MZEC Świdnica, stanowiący źródło ciepła dla co i cwu. Instalacja co z obiegiem wymuszonym i rozdziałem dolnym na piony mieszkaniowe. Częściowo izolowana - izolacja w stanie wymagającym uzupełnienia i wymiany. Zalecane płukanie instalacji, wymiana zaworów podpionowych oraz regulacja hydrauliczna instalacji.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
		istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	0,829	1,206	5,0
stropodach	1,791	0,558	6,7

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,2	1,3
okno	1,3	0,9

5.3 System grzewczy

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

- centralna sieć odpowietrzająca stwarza możliwości krążenia wody pomiędzy pionami oraz rozregulowuje hydraulicznie instalację;
- istniejące zawory przygrzejnikowe nie dają możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach;
- grzejniki są zanieczyszczone, co powoduje spadek ich zdolności emisyjnej, śladowo występują ogniska korozji;
- przewody są zarośnięte kamieniem kotłowym, śladowo występują ogniska korozji; izolacja termiczna w piwnicy jest w złym stanie technicznym, miejscowo występują ubytki izolacji termicznej.

Węzeł ciepłowniczy wyeksploatowany, źle izolowany, bez zaawansowanej automatyki i opomiarowania.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w złym stanie technicznym. Zły stan izolacji, brak automatyki i opomiarowania.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych wg ostatniej ekspertyzy technicznej zły.

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	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	16,0	16,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych *	3 686	3 686	dzień K'a
dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą **	1 843	1 843	
$O_{0m}, O_{1m},$	17 945	17 945	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	112,85	112,85	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

HDD2022

Zużycie zmierzone ciepła w 2022

Przelicznik= $S_d/HDD2022$

Zużycie przeliczone na sezon standardowy

2830,6 [stopniodni]
[GJ]

1,302

0 [GJ]

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	2365,6 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	2365,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,07	0,09	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		1,75	2,25	2,75
3	Opór cieplny R	m ² K/W	3,074	4,824	5,324	5,824
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	245,1	156,2	141,5	129,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0292	0,0186	0,0169	0,0154
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		12 315	14 340	16 028
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		420	430	440
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		993 552	1 017 208	1 040 864
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		80,68	70,94	64,94
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,325	0,21	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U Cena na podstawie ofert wstępnych firm specjalistycznych z regionu oraz faktycznych kosztów analogicznych realizacji wnioskodawcy z 2023 roku. Cena obejmuje wykonanie docieplenia ścian zewnętrznych w technologii mokrej bezspoinowej. Wybrany wariant jest pierwszym, który spełnia wymagania WT2021 SZ U m2 SZW5 0,363 409,57 SZW10 0,258 229,12 638,69 Usr= 0,325						
Wybrany wariant : 3		Koszt :		1 040 864 zł		SPBT= 64,9 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 677,5 m ² A_{kosz} = 677,5 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,039 W/m*K . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 (m^2 K)/W$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 (m^2 K)/W$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,1	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		2,56	3,08	3,59
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	3,650	6,21	6,73	7,24
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	59,1	34,7	32,1	29,8
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0071	0,0041	0,0038	0,0036
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 400	3 758	4 060
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200	210	220
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		135 500	142 275	149 050
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		39,86	37,86	36,71
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,274	0,16	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cena na podstawie ofert wstępnych firm specjalistycznych z regionu oraz faktycznych kosztów analogicznych realizacji wnioskodawcy z 2023 roku. Cena obejmuje wypełnienie przestrzeni stropodachu granulatem izolacyjnym o współczynniku przewodności cieplnej nie większym niż 0,039 i grubości całkowitej wraz z już istniejącym wypełnieniem nie mniejszym niż 25 cm Wybrany wariant jest pierwszym, który spełnia wymagania WT2021.						
Wybrany wariant : 3		Koszt : 149 050 zł		SPBT= 36,7 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
Dane: powierzchnia okien					

7.2.5. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 1\,871,77 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0791 \text{ MW}$

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwu\bar{s}r}$	MW	0,0791	0,0659
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	1871,8	1559,8
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	211 230	176024,7
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	17 042	14 201
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0	0,0
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	228 271	190226,0
7	Różnica	zł/a		38045,2
8	Koszt	zł		305000,0
9	SPBT	lat		8,02

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Wymiana izolacji cieplnej rurociągów cwu i ograniczenie czasu pracy cyrkulacji.

Wycena na podstawie cen rynkowych firm specjalistycznych.

6px50 mb/p=	1500 mb izolacji	125 zł/mb	187500
6px1zr/p=	30 zawór reg	3500 zł/szt	105000
1st	1 sterownik	2500 zł/szt	12500
RAZEM:			305000

KOSZT	305 000 zł	SPBT	8,0 lat
--------------	-------------------	-------------	----------------

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

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji cwu	305 000	8,0
2	Modernizacja instalacji co	632 500	14,6
3	Ocieplenie stropodachu	149 050	36,7
4	Wymiana stolarki klatki i piwnic	278 250	29,1
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 040 864	64,9

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 174,00 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Izolacja co w złym stanie technicznym
- 2 Brak lub ograniczona możliwość regulacji hydraulicznej
- 3 Brak lub zły stan zaworów termostatycznych

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	izolacja cieplna	1500	85	127 500
2	montaż zaworów termostatycznych	300	250	75 000
3	montaż zaworów podpionowych	110	3 500	385 000
4	montaż automatycznych odpowietrzników	300	150	45 000
koszt			zł	632 500

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
	Rodzaj systemu zasilania	MSC		MSC
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,91	$\eta_w = 0,91$
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,80	$\eta_p = 0,90$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,70	$\eta_r = 0,88$
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,51	$\eta = \mathbf{0,72}$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	$w_d = 1,00$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł bez obudowy, moc ok.200 kW	węzeł bez obudowy, moc ok.200 kW
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody poziome izolowane (zły stan izolacji), pionowe nieizolowane	przewody izolowane, zawory podpionowe
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna, bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca ciągła	praca ciągła

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,173	0,173
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	597,00	597,00
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,51	0,72
4	Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1172	787
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	132 260	88 813
8	Roczna opłata stała	zł/rok	37 254	37 254
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	169 514	126 067
11	Różnica	zł/rok		43 447
12	Koszt	zł		632 500
13	SPBT	lat		14,6

7.4. 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 war.opt

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	
1	Modernizacja instalacji cwu	X	X	X	X	X	
2	Modernizacja instalacji co	X	X	X	X		
3	Ocieplenie stropodachu	X	X	X			
4	Wymiana stolarki klatki i piwnic	X	X				
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X					

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	2 405 664	5 000	2 410 664
2	1+2+3+4	2 100 664	5 000	2 105 664
3	1+2+3	1 468 164	5 000	1 473 164
4	1+2	1 319 114	5 000	1 324 114
5	1	1 040 864	5 000	1 045 864

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oплата c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oплата c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oплата c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,1550	354	0,721	1,00	491	88 787	0,0659	1 560	190 226	0,2209	2 051	279 013	993	118 772
2	0,155	354	0,721	1,00	491	55 409	0,0659	1 560	190 226	0,2209	2 051	245 635	993	152 150
3	0,1550	483	0,721	1,00	670	108 987	0,0659	1 560	190 226	0,2209	2 230	299 213	814	98 572
4	0,1680	564	0,721	1,00	783	124 539	0,0659	1 560	190 226	0,2339	2 343	314 765	701	83 021
5	0,1710	587	0,721	1,00	814	128 683	0,0659	1 560	190 226	0,2369	2 374	318 909	670	78 876
0-stan istniejący	0,1730	597	0,510	1,00	1 172	169 514	0,0791	1 872	228 271	0,2521	3 044	397 785		

1) - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_moc"

2) - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl_cwu"

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
		zł	zł	%	[zł,%] [zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja instalacji cwu	2 410 664	118 772	32,6%	361 600	15,0%	409 813	385 706	237 544
	Modernizacja instalacji co Ocieplenie stropodachu Wymiana stolarki klatki i piwnic Ocieplenie ścian zewnętrznych				2 049 064	85,0%			
2	Modernizacja instalacji cwu	2 100 664	152 150	32,6%	315 100	15,0%	357 113	336 106	304 300
	Modernizacja instalacji co Ocieplenie stropodachu Wymiana stolarki klatki i piwnic				1 785 564	85,0%			
3	Modernizacja instalacji cwu	1 468 164	98 572	26,7%	220 225	15,0%	249 588	234 906	197 144
	Modernizacja instalacji co Ocieplenie stropodachu				1 247 939	85,0%			
4	Modernizacja instalacji cwu	1 319 114	83 021	23,0%	197 867	15,0%	224 249	211 058	166 041
	Modernizacja instalacji co				1 121 247	85,0%			
5	Modernizacja instalacji cwu	1 040 864	78 876	22,0%	156 130	15,0%	176 947	166 538	157 752
					884 734	85,0%			

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 2 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 3 Obliczenie instalacji PV i wymiany oświetlenia
- Załącznik 4 Rezultaty energetyczne i ekologiczne

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	55	55
jed.odniesienia - ilość osób L	os	225	225
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{u,z} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	236 571,3	236 571,3
sprawnność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91
sprawnność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,5	0,6
sprawnność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1	1
sprawnność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawnność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,455	0,546
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	519 937,0	433 280,8
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	1 871,8	1 559,8

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,6875	0,6875
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,486	2,486
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,414	0,345
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	196,7	163,9
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	79,1	65,9

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,1550	354
2	0,1550	354
3	0,1550	483
4	0,1680	564
5	0,1710	587
0 - stan istniejący	0,1730	597

1. Ilość energii elektrycznej wytworzonej w instalacji PV

Moc nominalna projektowanej instalacji PV	10 [kW]	
Roczna produkcja energii elektrycznej netto z instalacji PV	10 563 [kWh/a]	[PVGIS]
Koszty	52 920 [zł]	

2. Wymiana źródeł oświetlenia części wspólnych z żarowych na LED**2.1 Stan przed termomodernizacją**

Ilość źródeł żarowych	120 [szt]	
Moc źródła żarowego	60 [W]	
Czas pracy źródła w roku kalendarzowym	876 [h]	[10%]
Roczne zużycie energii elektrycznej na oświetlenie cz. wspóln.	6 307 [kWh]	
Wskaźnik zużycia en. elektr. przez co i cwu	1 [kWh/m ² *a]	CEB
Powierzchnia użytkowa	3 430 [m ²]	
Roczne zużycie en. elektr. przez co i cwu	4 795 [kWh/a]	
Razem: oświetlenie + co+ cwu	11 102 [kWh/a]	

2.2 Stan po termomodernizacji

Ilość źródeł LED	120 [szt]	
Moc źródła LED	15 [W]	
Koszty	32 400 [zł]	
Czas pracy źródła w roku kalendarzowym	438 [h]	[5%]
Roczne zużycie energii elektrycznej na oświetlenie cz. wspóln.	788 [kWh]	
Wskaźnik zużycia en. elektr. przez co i cwu	1 [kWh/m ² *a]	CEB
Powierzchnia użytkowa	3 430 [m ²]	
Roczne zużycie en. elektr. przez co i cwu	4 795 [kWh/a]	
Razem: oświetlenie + co+ cwu	5 584 [kWh/a]	
Ilość energii elektrycznej z PV	10 563 [kWh/a]	
Roczne zużycie energii elektrycznej	0 [kWh/a]	
Ilość energii elektrycznej z PV wprowadzonej do sieci	4 979 [kWh/a]	
3. Oszczędność energii elektrycznej	11 102 [kWh/a]	
4. Udział energii z PV w całkowitej energii pierwotnej	0,75%	

REZULTATY ENERGETYCZNE I EKOLOGICZNE TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU**1. Roczne zużycie energii pierwotnej:**

1.1.	Stan przed termomodernizacją	
1.1.1.	co	1 172 [GJ/rok]
1.1.2.	cwu	1 872 [GJ/rok]
1.1.3.	co+cwu	3 044 [GJ/rok]
1.1.4.	co+cwu	845,556 [MWh/rok]
1.1.5.	Współczynnik nakładu nieodnawialnej ener. pierwotnej	1,3
1.1.6.	Roczne zużycie energii pierwotnej	1 099,2222 [MWh/rok]
1.2.	Stan po termomodernizacji	
1.2.1.	co	491 [GJ/rok]
1.2.2.	cwu	1 560 [GJ/rok]
1.2.3.	co+cwu	2 051 [GJ/rok]
1.2.4.	co+cwu	569,7222 [MWh/rok]
1.2.5.	Współczynnik nakładu nieodnawialnej ener. pierwotnej	1,3
1.2.6.	Roczne zużycie energii pierwotnej	740,639 [MWh/rok]

2. Szacowana emisja gazów cieplarnianych

2.1.	Stan przed termomodernizacją	
2.1.1.	Roczne zużycie energii pierwotnej	3 044 [GJ/rok]
2.1.2.	Wskaźnik emisji CO ₂ - KOBIZE	94,81 [kg/GJ]
2.1.3.	Emisja CO ₂	288,6016 [Mg/rok]
2.2.	Stan po termomodernizacji	
2.2.1.	Roczne zużycie energii pierwotnej	2 051 [GJ/rok]
2.2.2.	Wskaźnik emisji CO ₂ - KOBIZE	94,81 [kg/GJ]
2.2.3.	Emisja CO ₂	194,4553 [Mg/rok]

3. Ilość wytworzonej energii elektrycznej ze źródeł OZE

3.1.	Stan przed termomodernizacją	0,000 [MWh/rok]
3.2.	Stan po termomodernizacji	10,563 [MWh/rok]

4. Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej

4.1.	Stan przed termomodernizacją	845,5556 [MWh/rok]
4.2.	Stan po termomodernizacji	569,7222 [MWh/rok]

5. Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej

5.1.	Stan przed termomodernizacją	11,1023 [MWh/rok]
5.2.	Stan po termomodernizacji	0,0000 [MWh/rok]

6. Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej i elektrycznej

6.1.	Stan przed termomodernizacją	856,6579 [MWh/rok]
6.2.	Stan po termomodernizacji	740,6389 [MWh/rok]

7. Dodatkowa moc zainstalowana OZE

7.1.	Stan przed termomodernizacją	0,0000 [MW]
7.2.	Stan po termomodernizacji	0,0100 [MW]