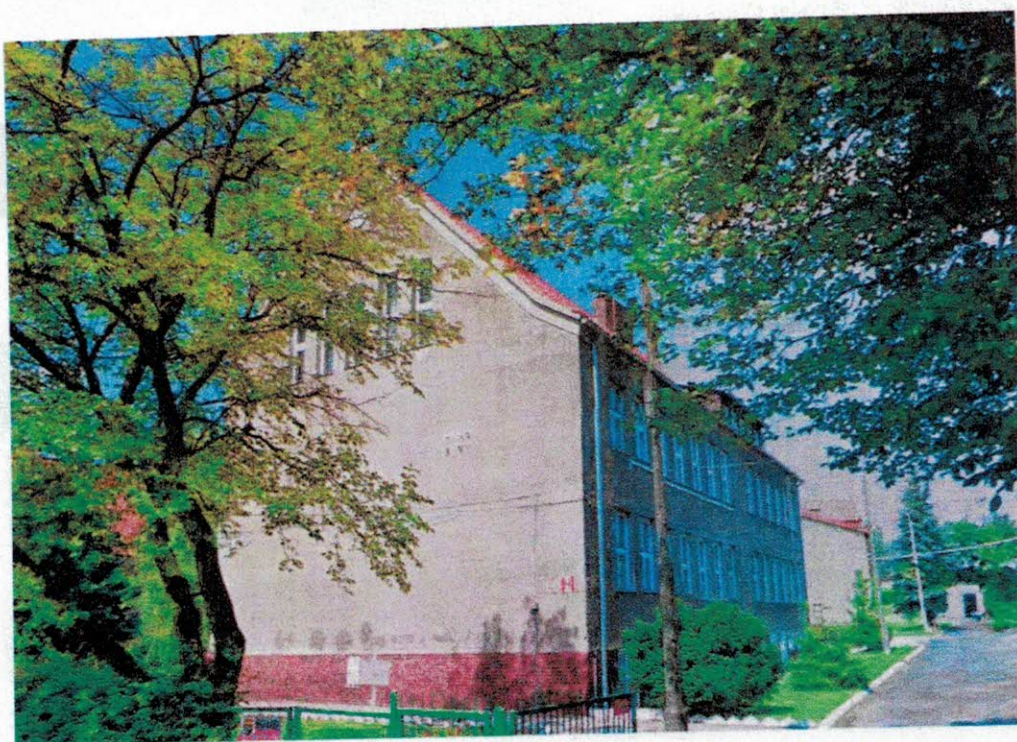




AUDYT ENERGETYCZNY

Zespołu Szkół Zawodowych i Ogólnokształcących
im. 9 Drezdeńskiej Brygady Artylerii i Poradni
Psychologiczno-Pedagogicznej w Morągu



Adres budynku:

ul. Kujawska 1
14 – 300 Morąg

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

**STAROSTWO POWIATOWE
w OSTRÓDZIE**
14-100 OSTRÓDA, ul. Jana III Sobieskiego 5
TEL. 89 642 98 00; FAX 89 642 98 17

ZGODNOŚĆ z ORYGINAŁEM
stwierdzam:
dnia... 03.01.2017r.

SH. 1-37

Wrocław, 29.09.2016

WICESTAROSTA

Edmund Winnicki



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej	Rok budowy	lata 60-te XX wieku
Inwestor	Powiat Ostródzki z siedzibą w Ostródzie	Adres budynku	ul. Kujawska I 14 – 300 Morąg

NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Igor Kwiatkowski
Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2
51-686 Wrocław
Regon: 361807384

ASIG
Igor Kwiatkowski
ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2
51-686 Wrocław
NIP 603-214-61-74, Regon 361807384

IMIE 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

J. Szczepaniak

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

Igor Kwiatkowski

MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław

DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:
09.11.2016 r.

SPIS TREŚCI:



Spis treści	
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	8
Dokumentacja projektowa.....	8
Inne dokumenty	8
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	8
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	8
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego	9
Stolarka okienna w większości drewniana, częściowo wymieniona na PVC. Stan starej stolarki zły. Drzwi zewnętrzne drewniane – stan średni.	9
Przegrody zewnętrzne	10
Okna i drzwi	12
Charakterystyka systemu ogrzewania	12
Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	13
Charakterystyka systemu wentylacji	13
Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy	14
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	15
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.....	16
Wariant wymiany instalacji centralnego ogrzewania oraz grzejników	23
Zestawienie optymalnych grup urządzeń i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła przez przenikanie w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)	25
7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	26
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	26
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów.....	27
Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	28
Optymalny wariant termomodernizacyjny	29
Optymalny wariant termomodernizacyjny	30
8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego	31
Opis wykonanych robót.....	31
Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji	32
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu	33
9. Załączniki do audytu	33



2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)

DANE OGÓLNE

1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 678,8
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	983,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	983,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	150
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,37
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-

WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE

	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1. DACH – dach obiektu	1,100	0,149
2. PG – podłoga w piwnicy	0,259	0,259
3. SZ1 – ściana zewnętrzna piwnica nad gruntem	1,135	0,185
4. SZ2 – ściana zewnętrzna parter – II piętra	1,265	0,188
5. SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,701	0,187
6. DZ – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
7. O DR – okna drewniane	4,500	0,900
8. O PVC – okna wymienione na PVC	2,000	0,800



SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,89	0,89
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	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,65	0,65

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, kanały	okna, kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 678,8	2 678,8
4.	Liczba wymian [1/h]	1	1



CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	147,0	88,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	18,2	18,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	723,1	199,2
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 097,3	240,2
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	183,2	183,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1393,8	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak możliwości zmierzenia – jeden węzeł cieplny dla c.o. i c.w.u.	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	204,3	56,3
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	310,1	67,8
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0

OPLATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)

		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	37,98	37,98
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	14 244,36	14 244,36
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ cwu [zł]	7,08	7,08
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	37,98	37,98
5.	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	42,40	9,28
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	brak	brak



CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	356 487	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,98
Planowane koszty całkowite	509 267	Premia termomodernizacyjna [zł]	66 786
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		33 393	

- *) 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

- Dokumentacja techniczna z 2013 roku

Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada 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
- 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
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.7

Wizja lokalna

- 02.09.2016

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu poprzez docieplenie przegród zewnętrznych, wymianę drzwi i okien

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 160 000 zł

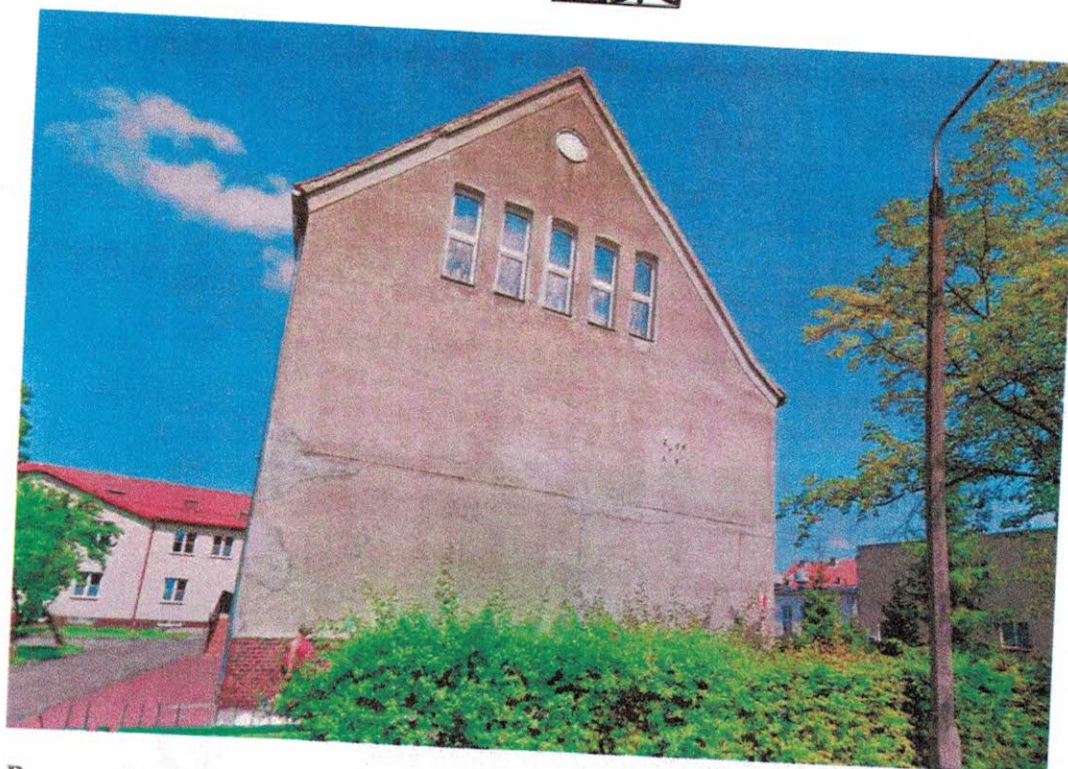


4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego

Obiekt szkolny, zlokalizowany w Morągu. Obiekt w kształcie prostokąta. Budynek posiada 3 kondygnacje nadziemne i jedną podziemną, jest całkowicie podpiwniczony. Dach dwuspadowy, kryty dachówką ceramiczną. Stropy między kondygnacyjne żelbetowe oraz drewniane. Ściany zewnętrzne oraz fundamentowe murowane, z cegły ceramicznej pełnej.

Stolarka okienna w większości drewniana, częściowo wymieniona na PVC. Stan starej stolarki zły. Drzwi zewnętrzne drewniane – stan średni.





Przegrody zewnętrzne

1) DACH

	Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
przekrój A	DACH – CER	dachówka ceramiczna	0,020	0,820	1 800	0,024
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,060	0,160	550	0,188
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,160	0,160	550	1,000
	TRZCINA	plyty z trzciny	0,010	0,070	250	0,143
	TYNK – CW	tynek lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
przekrój B	DACH – CER	dachówka ceramiczna	0,020	0,820	1 800	0,024
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,030	0,160	550	0,188
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,030	0,160	550	0,188
	WAR POW	warstwa powietrza niewentylowana	0,160			0,160
	TRZCINA	plyty z trzciny	0,010	0,070	250	0,143
	TYNK – CW	tynek lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040

Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,909
Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,100



2) SZ 1 – ściana zewnętrzna w piwnicy nad gruntem

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PEŁN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,510	0,770	1 800	0,662
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,881
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,135

3) SZ 2 – ściana zewnętrzna

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PEŁN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,440	0,770	1 800	0,571
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,790
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,265

4) SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PEŁN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,510	0,770	1 800	0,662

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,739	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,426
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	-	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,701



5) PG – podłoga w piwnicy

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
LASTRIKO	lastriko	0,050	0,720	1 600	0,069
BET – CHUDY	podkład z betonu chudego	0,300	1,050	1 900	0,286
PIASEK – ŚR	Piasek średni	0,600	0,400	1 650	0,840

Opór przejmowania wewnątrz [m ² · K/W]	2,000	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² · K/W]	3,855
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² · K/W]	-	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² · K]	0,259

Większość przegród zewnętrznych nie spełnia wymogów obowiązujących od 2021 roku, 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). Wymogi spełnia jedynie podłoga w piwnicy.

Okna i drzwi

Okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, 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 wodne
2.	Parametry pracy	60/90
3.	Przewody w instalacji	instalacja z rur stalowych
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, żeberkowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostacyjne	zamontowane
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24



Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji dostateczny, stan węzła c.o. bardzo dobry. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi częściowo zaizolowanymi (w obrębie pomieszczenia, w którym znajduje się węzeł cieplny).

Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja centralnego przygotowania. Źródło ciepła – węzeł cieplny, rury stalowe, punkty poboru standardowe.

Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji oraz węzła dobry.

Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	2 678,8

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.	Przegrody zewnętrzne - niespełniające aktualnych wymogów - generujące duże straty ciepła	docieplenie ścian zewnętrznych styropianem grafitowym od zewnątrz, dach wełną mineralną
2.	Okna i drzwi: - niespełniające aktualnych wymogów - generowane duże straty ciepła	Wymiana na nowe okna i drzwi, spełniające aktualne wymagania
3.	Instalacja ciepłej wody użytkowej: - stan instalacji dobry	Bez zmian
4.	System grzewczy - grzejniki żeliwne - zawory termostatyczne	Wymiana instalacji c.o.



6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna -20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień $\cdot$ K/rok

Ustalenie liczby stopniodni S_d :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:	Olsztyn		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{wo} :	20°C		
MIESIĄC	$t_c(\text{m})$	$L_d(\text{m})$	S_d
styczeń	-2,3	31	642
luty	-1,6	28	585
marzec	1,8	31	518
kwiecień	7,4	30	396
maj	12,8	10	64
czerwiec	15,5	0	0
lipiec	17,9	0	0
sierpień	17,3	0	0
wrzesień	12,7	5	32
październik	8,0	31	381
listopad	2,7	30	528
grudzień	-1,0	31	583
$S_d =$			3 889



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) DACH

Przegroda nr	1	Nazwa:	dach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	362,0 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	380,1 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody	S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	14 zł/MW*m-c	O _{z0} =	37,98 zł/GJ
O _{m1} =	14 zł/MW*m-c	O _{z1} =	37,98 zł/GJ
		Abonament	
		A _{b0} =	0,00 zł/m-c
		A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,100	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	wełna mineralna	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,045*	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	25,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	26,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	27,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji. d	cm	-	24,0	25,0	26,0	27,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	5,33	5,56	5,78	6,00
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,909	6,239	6,469	6,689	6,909
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	133,8	19,5	18,8	18,2	17,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0159	0,0023	0,0022	0,0022	0,0021
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	6 666 zł	6 709 zł	6 732 zł	6 772 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	205,0	210,0	215,0	220,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	77 921 zł	79 821 zł	81 722 zł	83 622 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	11,69	11,90	12,14	12,35
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	1,100	0,160	0,155	0,149	0,145

*przegroda wielowarstwowa, uśredniono współczynnik przewodzenia ciepła

Wybrano ocieplenie wełną mineralną o grubości **26 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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) SZ1

Przegroda nr 2		Nazwa: ściana zewnętrzna w piwnicy nad poziomem gruntu	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	$A =$	46,7 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania	$A_o =$	49,0 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{w0} =$	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{z0} =$	-20 °C
	Liczba stopniociepno dla przegrody	$S_d =$	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
Abonament			
$O_{m0} =$	14 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	37,98 zł/GJ
$O_{m1} =$	244,36 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	37,98 zł/GJ
		$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
		$A_{b1} =$	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,135	W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem styropian grafitowy		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$	0,031	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	11,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	11,0	12,0	13,0	14,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,55	3,87	4,19	4,52
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,881	4,431	4,751	5,071	5,401
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A / R$	GJ/a	17,8	3,5	3,3	3,1	2,9
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{w0} - T_{z0}) / R$	MW	0,0021	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{ru}	zł/a	-	834 zł	841 zł	848 zł	876 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		122,0	126,0	130,0	134,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł		5 978 zł	6 174 zł	6 370 zł	6 566 zł
9	SPBT = $N_u / \Delta Q_u$	lata		7,17	7,34	7,51	7,50
10	U_0, U_1	W/(m ² *K)	1,135	0,226	0,210	0,197	0,185

Wybrano ogrzewanie styropianem grafitowym o grubości 14 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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) SZ2

Przegroda nr 3		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	457,2 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania			A _o =	480,1 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{mo} =	14 zł/MW*m-c	O _{zo} =	37,98 zł/GJ	A _{bo} =	0,00 zł/m-c
O _{mi} =	14 zł/MW*m-c	O _{zi} =	37,98 zł/GJ	A _{bi} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,265	W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem styropian grafitowy		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,031	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o

Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o

Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o

Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,791	4,661	4,981	5,311	5,631
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	194,2	33,0	30,8	28,9	27,3
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0231	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	9 404 zł	9 522 zł	9 645 zł	9 740 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		60 493 zł	62 413 zł	64 333 zł	66 254 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		6,43	6,55	6,67	6,80
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	1,265	0,215	0,201	0,188	0,178

Wybrano ogrzewanie styropianem grafitowym o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ogrzewania, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



4) SZPG

Przełoda nr 4		Nazwa:		Ściana zewnętrzna przy gruncie	
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła	A=	107,7	m ²	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	113,1	m ²	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-20	°C	
	Liczba stopniodni dla przełody	S _d =	3 889	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	14 zł/MW*m-c	O _{z0} =	37,98 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	14 zł/MW*m-c	O _{z1} =	37,98 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym: 0,701 W/m²K

Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem styropian grafitowy

Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ = 0,031 W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o 7,0 cm

Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o 8,0 cm

Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o 9,0 cm

Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o 10,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	7,0	8,0	9,0	10,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,26	2,58	2,90	3,23
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	2,177	4,437	4,757	5,077	5,407
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	16,6	8,2	7,6	7,1	6,7
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0020	0,0010	0,0009	0,0008	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	490 zł	530 zł	566 zł	581 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	260,0	270,0	280,0	290,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	29 406 zł	30 537 zł	31 668 zł	32 799 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	60,0	57,62	55,95	56,45
10	U ₀ , U ₁	W/(m²*K)	0,701	0,225	0,210	0,197	0,185

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **9 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021r.** 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).

W jednostkowy koszt ocieplenia wliczono prace wykopowe, oczyszczenie ściany, odgrzybienie, założenie izolacji wilgociowej (np. lepek), ocieplenie styropianem, zabezpieczenie ściany (folia), prace zasypowe.

5) OS DR

Okna drewniane						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	2 679	m ³ /h
	Współczynnik U			$U =$	4,5	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	3 889	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
$O_{m0} = 14\,244,36 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$			$O_{z0} = 37,98 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$	
$O_{m0} = 14\,244,36 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$			$O_{z0} = 37,98 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$	
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:			$U_{ok} = 1,0$		W/m ² K	
Wariant 2:			$U_{ok} = 0,9$		W/m ² K	
Wariant 3:			$U_{ok} = 0,8$		W/m ² K	
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m ²				
2	Współczynnik przenikania	W/(m ² *K)	4,5	1,0	151,1	
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	1,0	1,0	0,9	0,8
		C_m	1,0	1,0	1,0	1,0
		C_w	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	228,5	50,8	45,7	40,6
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	306,3	306,3	306,3	306,3
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	534,8	357,1	352,0	346,9
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0272	0,0060	0,0054	0,0048
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0364	0,0364	0,0364	0,0364
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0636	0,0424	0,0418	0,0412
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		10 373	10 669	10 965
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m ²		1250	1400	1550
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		188 875 zł	211 540 zł	234 205 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		18,21	19,83	21,36

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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). Wymiana na okna o współczynniku przenikania $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



6) O PVC

Okna PVC						
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} =$	2 679	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	$S_d =$	3 889	dzień $\cdot K/rok$		
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 14\,244,36 \text{ zł/MW}\cdot m\cdot c$		$O_{zo} = 37,98 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m}\cdot c$		
$O_{m0} = 14\,244,36 \text{ zł/MW}\cdot m\cdot c$		$O_{zo} = 37,98 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m}\cdot c$		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:				U_{ok}	1,0	W/m^2K
Wariant 2:				U_{ok}	0,9	W/m^2K
Wariant 3:				U_{ok}	0,8	W/m^2K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m^2			13,8	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2\cdot K)$	2,0	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	1,0	1,0	1,0	1,0
		C_m	1,0	1,0	1,0	1,0
		C_w	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64\cdot 10^{-5}\cdot S_d\cdot A_{ok}\cdot U$	GJ/a	9,3	4,6	4,2	3,7
5	$2,94\cdot 10^{-5}\cdot c_r\cdot c_w\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	306,3	306,3	306,3	306,3
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	315,6	310,9	310,5	310,0
7	$10^{-6}\cdot A_{ok}\cdot (t_{wo}-t_{zo})\cdot U$	MW	0,0011	0,0006	0,0005	0,0004
8	$3,4\cdot 10^{-7}\cdot c_m\cdot V_{nom}\cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,0364	0,0364	0,0364	0,0364
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0375	0,0370	0,0369	0,0368
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		264	296	332
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/ m^2		1250	1400	1550
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		17 250 zł	19 320 zł	21 390 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		65,34	65,27	64,43

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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). Wymiana na okna o współczynniku przenikania $U = 0,8$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



7) DRZ

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} =$	2 679	m ³ /h	
	Współczynnik U		$U =$	2,5	W/m ² K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		$T_{wo} =$	20	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		$T_{zo} =$	-20	°C	
	Liczba stopniodni dla przegrody		$S_d =$	3 889	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 14\,244,36 \text{ zł/MW*m-c}$		$O_{z0} = 37,98 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m-c}$		
$O_{m0} = 14\,244,36 \text{ zł/MW*m-c}$		$O_{z0} = 37,98 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m-c}$		
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:		U_{drz}		1,4	W/m ² K	
Wariant 2:		U_{drz}		1,3	W/m ² K	
Wariant 3:		U_{drz}		1,2	W/m ² K	
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m ²				
2	Współczynnik przenikania	W/(m ² *K)	2,5	1,4	5,7	
3	Współczynniki korekcyjne	-	1,0	1,0	1,3	1,2
					1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	1,0	1,0	1,0	1,0
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	4,8	2,7	2,5	2,3
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	306,3	306,3	306,3	306,3
7	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	311,1	309,0	308,8	308,6
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0364	0,0364	0,0364	0,0364
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	MW	0,0370	0,0367	0,0367	0,0367
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/rok		131	139	146
12	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m ²		1450	1600	1750
13	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		8 309 zł	9 168 zł	10 028 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		63,43	65,96	68,68

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi w wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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 $U = 1,3$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



Wariant wymiany instalacji centralnego ogrzewania oraz grzejników

Istniejąca instalacja c.o. w budynku została wykonana z rur stalowych w technologii tradycyjnej, urządzenia grzewcze to grzejniki żeliwne żeberkowe.

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.

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
wymiana instalacji wraz z montażem zaworów podpionowych	85 mb + 25% $\approx$ 106 mb	350,00	37 100,00
wymiana grzejników na płytowe, montaż głowic termostatycznych	69 szt	650,00	44 850,00

Wymiana instalacji c.o. na nową znacznie podniesie sprawność systemu ogrzewania budynku.

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,93	0,93
Sprawność przesyłania ciepła	0,80	0,96
Regulacja	0,89	0,95
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,66	0,85



Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna CO [MW]	0,147	0,147
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	723,10	723,10
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,66	0,85
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]	1097,32	857,84
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	43 770	34 675
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	9 095
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	81 950
10.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	9,01

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na ciepło na potrzeby c.o. kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 9 lat.



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

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Ocieplenie SZ1 + SZ2 ścian zewnętrznych styropianem grafitowym o grubości 14 cm	70 899	6,74
2.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania	81 950	9,01
3.	Ocieplenie DACH wełną mineralną o grubości 26 cm	81 722	12,14
4.	Wymiana OS DR okien drewnianych na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	211 540	19,83
5.	Ocieplenie SZPG ściany zewnętrznej przy gruncie styropianem grafitowym o grubości 9 cm	31 668	55,95
6.	Wymiana O PVC okien PVC na nowe o współczynniku $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	21 390	64,43
7.	Wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	9 168	65,96

7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Ocieplenie SZ1 + SZ2 ścian zewnętrznych styropianem grafitowym o grubości 14 cm	x	x	x	x	x	x	x
2.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania	x	x	x	x	x	x	x
3.	Ocieplenie DACH wełną mineralną o grubości 26 cm	x	x	x	x	x	x	x
4.	Wymiana OS DR okien drewnianych na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	x	x	x	x	x	x	x
5.	Ocieplenie SZPG ściany zewnętrznej przy gruncie styropianem grafitowym o grubości 9 cm	x	x	x	x	x	x	x
6.	Wymiana O PVC okien PVC na nowe o współczynniku $U = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	x	x	x	x	x	x	x
7.	Wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	x	x	x	x	x	x	x



Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1.	508 337	930	509 267
2.	499 169	930	500 099
3.	477 779	930	478 709
4.	446 111	930	447 041
5.	234 571	930	235 501
6.	152 849	930	153 779
7.	70 899	930	71 829





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	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	509 267	33 393	66,98	152 780 356 487	71 297	81 483	66 786
2	500 099	33 280	66,74	150 030 350 069	70 014	80 016	66 560
3	478 709	33 040	66,28	143 613 335 096	67 019	76 593	66 080
4	447 041	32 710	65,57	134 112 312 929	62 586	71 527	65 420
5	235 501	24 064	48,48	70 650 164 851	32 970	37 680	48 128
6	153 779	18 308	37,00	46 134 107 645	21 529	24 605	36 616
7*	71 829	11 715	23,50	21 549 50 280	10 056	11 493	23 430

*Warianty niespełniające minimalnych wymogów zwiększenia efektywności energetycznej



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący ocieplenie ścian zewnętrznych, wymianę instalacji centralnego ogrzewania, wymianę drzwi i okien.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **66,98%**.
2. Planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora.

Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną

	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
EP_H – ogrzewanie i wentylacja + EP_W – ciepła woda użytkowa [$kWh/m^2 \cdot rok$]	436,7	146,1



8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Opis wykonanych robót

Docieplenie przegród zewnętrznych:

- ściana zewnętrzna SZ 1 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- ściana zewnętrzna SZ 2 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- ściana zewnętrzna przy gruncie SZPG – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 12 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO. W celu docieplenia należy wykonać prace wykopowe, oczyścić, odgrzybić ścianę, założyć izolację przeciwwilgociową, styropian, zabezpieczyć ścianę folią oraz wykonać prace zasypowe,
- DACH – wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 26 cm,

Wymiana okien i drzwi niespełniających aktualnych wymagań:

- okna drewniane OS DR, wymiana na okna PVC o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,
- okna PVC stare – wymiana na okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,
- drzwi, wymiana na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Wymiana instalacji c.o.:

- wymiana instalacji w obiekcie
- wymiana grzejników
- montaż nowoczesnych zaworów termostatycznych
- montaż zaworów podpionowych



Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m ²]	Cena jednostkowa [zł/m ²]	Koszt całkowity [zł]
1.	Ocieplenie SZ 1 styropianem grafitowym o grubości 14 cm	49,0	134,00	6 566
2.	Ocieplenie SZ 2 styropianem grafitowym o grubości 14 cm	480,1	134,00	64 333
3.	Ocieplenie SZPG styropianem grafitowym o grubości 9 cm	113,1	280,00	31 668
4.	Ocieplenie DACH wełną mineralną o grubości 26 cm	380,1	215,00	81 722
5.	Wymiana instalacji c.o.	-	-	81 950
6.	Wymiana OS DR okien drewnianych na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	151,1	1 400,00	211 540
7.	Wymiana O PVC okien PVC na nowe $U = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	13,8	1 550,00	21 390
8.	Wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	5,7	1 600	9 168



Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót		509 267
2.	Udział środków własnych	30%	152 780
3.	Kwota kredytu	70%	356 487
4.	Premia termomodernizacyjna	20% kredytu/ 16% kosztów całkowitych/ 2-letnie oszczędności	66 786

9. Załączniki do audytu

Załącznik nr 1 Efekt ekologiczny

Załącznik nr 2 Rysunki



Załącznik nr 1

EFEKT EKOLOGICZNY

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016”.

Emisja – kocioł na paliwo stałe	Wartość
Wielkość emisji CO ₂ [kg/GJ]	94,96
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	0

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]	Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
		[Mg/rok]	[%]
CO ₂	121,64	40,17	81,47
			66,98
Pył PM 10	0	0	0

Redukcja emisji CO₂ jest równa redukcji zużycia zapotrzebowania na energię użytkową i wynosi **66,98 %**.

Brak emisji pyłu PM10 w istniejącym źródle ciepła, w związku z czym jego redukcja wynosi **0 %**.

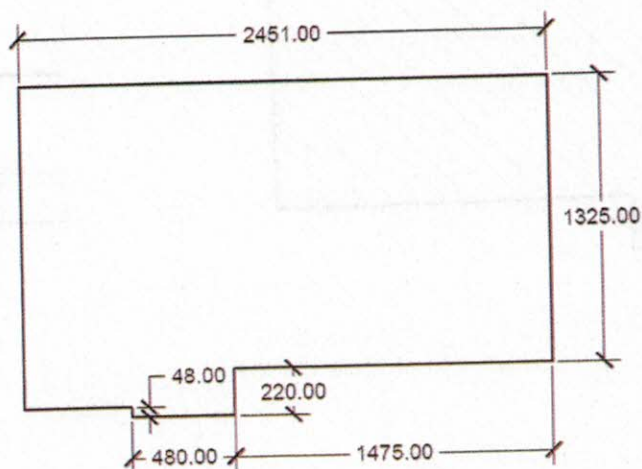


Załącznik nr 2

RYSUNKI

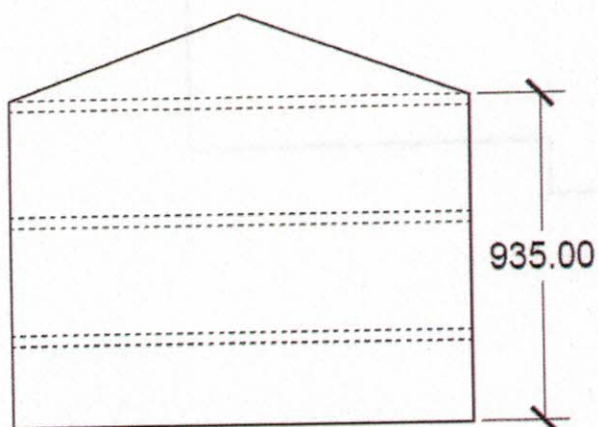


A



A

A-A



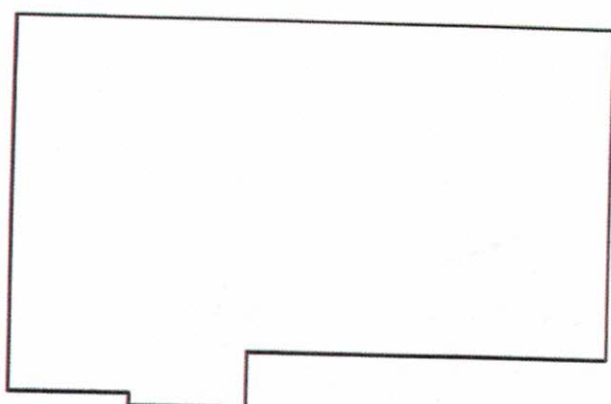
KONDYGNACJA - PIWNICA



— SZPG/SZ1

 PG

KONDYGNACJA - PARTER



— SZ2



KONDYGNACJA - I PIĘTRO



— SZ2

KONDYGNACJA - PODDASZE UŻYTKOWE



— SZ2

 DACH

