



AUDYT ENERGETYCZNY

Internatu Zespołu Placówek
Szkolno-Wychowawczo-Rewalidacyjnych w Ostródzie



Adres budynku:

ul. Grunwaldzka 14
14 – 100 Ostróda

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.

Str. 1 - 41

Wrocław, 22.11.2016

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. Grunwaldzka 14 14 – 100 Ostróda
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 898 214 671 4, 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 <i>J. Szczepaniak</i>			
WSPÓLAUTORZY 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 <i>Igor Kwiatkowski</i>			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 22.11.2016 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
Wizja lokalna	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
Przegrody zewnętrzne	9
Okna i drzwi	13
Charakterystyka systemu ogrzewania	13
Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	14
Charakterystyka systemu wentylacji	14
Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy	15
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	16
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	17
Wariant wymiany instalacji centralnego ogrzewania oraz grzejników	26
Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła przez przenikanie w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)	28
7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	29
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych	29
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	30
Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	31
Optymalny wariant termomodernizacyjny	32
Optymalny wariant termomodernizacyjny	33
8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego	34
Opis wykonanych robót	34
Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji	35
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu	36
9. Załączniki do audytu	36



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]	5 738,2	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1 893,3	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1 893,3	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	100	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł ciepły	
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	węzeł ciepły	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,33	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	DACH - dach	0,392	0,146
2.	PG – podłoga w piwnicy	0,275	0,275
3.	STP – strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,386	0,145
4.	SZ1 – ściana zewnętrzna	1,404	0,191
5.	SZ2-1 – ściana zewnętrzna	1,576	0,194
6.	SZ2-2 – ściana zewnętrzna	0,302	0,128
7.	SZ2-3 – ściana zewnętrzna	1,265	0,188



8.	SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,684	0,684
9.	DZ – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
10.	OS – okna zewnętrzne stare	2,800	0,900
11.	ON – okna zewnętrzna nowe	1,600	0,900

SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
--	--	------------------------------	---------------------------

1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
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	1,00	1,00

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]	11 476,4	11 476,4
4.	Liczba wymian [l/h]	2	2



CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	163,0	99,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	147,0	147,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 133,8	533,7
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 532,2	721,2
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	223,4	223,4
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 380,4	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	243,6	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	166,4	78,3
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	224,8	105,81
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
OPLATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Oплата za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	51,60	51,60
2.	Oплата za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	4 268,72	4 268,72
3.	Oплата za podgrzanie 1m ³ cwu [zł]	17,37	17,37
4.	Oплата za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	4 268,72	4 268,72
5.	Oплата za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	41,76	19,66
6.	Inne – оплата abonamentowa [zł]	brak	brak



CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Planowana suma kredytu [zł]	469 817	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	46,18
Planowane koszty całkowite	671 167	Premia termomodernizacyjna [zł]	84 240
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			42 120

*) 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

- Inwentaryzacja obiektu
- Okresowe przeglądy techniczne

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

- 28.10.2016

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu poprzez docieplenie przegród zewnętrznych, wymianę drzwi i okien
- do końca 2015 r. źródłem ciepła w obiekcie był kocioł gazowy, obecnie jest to węzeł cieplny

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 210 000,00 zł



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

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej, murowanej, jednobryłowy na bazie prostokąta całkowicie podpiwniczony. Ściany zewnętrzne z cegły pełnej, częściowo docieplone styropianem. Stropy między kondygnacyjne ceramiczno-żelbetowe oraz drewniane ze ślepym pułapem. Dach o konstrukcji drewnianej, wielospadowy, pokryty dachówką ceramiczną, ocieplony wełną mineralną. Stolarka okienna w większości wymieniona na PCV, reszta drewniana.



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	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	WELNA –STR	filce i maty z wełny mineralnej	0,120	0,052	70	2,308
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	GIPS – KART	plyty gipsowo-kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054
przekrój B	DACH – CER	dachówka ceramiczna	0,020	0,820	1 800	0,024
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,120	0,160	550	0,750
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	GIPS – KART	plyty gipsowo-kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054

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

0,100
0,040

Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]	2,552
Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]	0,392



2) PG – podłoga w piwnicy

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
LASTRIKO	Lastriko				
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,050	0,720	1 600	0,069
BET – CHUDY	Podkład z betonu chudego	0,030	1,000	2 000	0,030
PIASEK – ŚR	Piasek średni	0,300	1,050	1 900	0,286
		0,500	0,500	1 650	1,250

Opór przejmowania wewnątrz [m ² K/W]	2,000
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² K/W]	

Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]	3,635
Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]	0,275

3) STP – strop na poddaszu

	Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
przekrój A	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	WELNA – STR	filce i maty z wełny mineralnej	0,120	0,052	70	2,308
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	GIPS – KART	plyty gipsowo-kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054
przekrój B	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,120	0,160	550	0,750
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	GIPS – KART	plyty gipsowo-kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054

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

Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]	2,590
Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]	0,386



4) SZ1 – ściana zewnętrzna

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PELN	mur z cegły cer. pełnej na zaprawie	0,380	0,770	1 800	0,494
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – 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]			0,712
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]			1,404

5) SZ2-1 – ściana zewnętrzna

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PELN	mur z cegły cer. pełnej na zaprawie	0,320	0,770	1 800	0,416
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – 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]			0,634
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]			1,576

6) SZ2-2 – ściana zewnętrzna

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PELN	mur z cegły cer. pełnej na zaprawie	0,380	0,770	1 800	0,494
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
STYROPIAN	styropian	0,120	0,045	30	2,667
TYNK – CW	tynk lub gładź cement. – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
Opór przejmowania wewnątrz [m ² K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]			3,313
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]			0,302



7) SZ2-3 – ściana zewnętrzna

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

8) 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 cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA– PELN	mur z cegły cer. pełnej na zaprawie	0,440	0,770	1 800	0,571
Opór przejmowania wewnątrz [m ² K/W]	0,867	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]			1,462
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]			0,684

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.

Maksymalne dopuszczalne współczynniki U_{max} [W/m² K] zostały 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).



Rodzaj przegrody	Obecnie obowiązujące współczynniki	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2017 roku	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,250	0,230	0,200
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,200	0,180	0,150
Podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,300	0,300	0,300
Okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,300	1,100	0,900
Drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,700	1,500	1,300

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, płytowe
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 – obiekt został podpięty do węzła cieplnego na początku roku 2016. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi częściowo zaizolowanymi (w obrębie pomieszczenia, w którym znajduje się węzeł cieplny). Instalacja nie była modernizowana po 1984 r., jedynie pojedyncze grzejniki wymieniono na płytowe. Osłabienie ogrzewania w okresie dniowym i tygodniowym ujęto w obliczeniach programu Audytor OZC.

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 dobry, stan węzła bardzo dobry.

Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	11 476,4

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez kratki i kanały wentylacyjne oraz szczelności 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	$t_e(\text{m})$	$L_d(\text{m})$	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=	722,3 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	758,4 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{int} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{ext} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	4 268,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	51,60 zł/GJ
O _{m1} =	4 268,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	51,60 zł/GJ
		Abonament	
		A _{h0} =	0,00 zł/m-c
		A _{h1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,392	W/m ² *K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	wełna mineralna	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,047*	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	18,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	19,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	20,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	21,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	19,0	20,0	21,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,83	4,04	4,26	4,47
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	2,551	6,381	6,591	6,811	7,021
4	Q _{0w} , Q _{1w} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	95,1	38,0	36,8	35,6	34,6
5	q _{0w} , q _{1w} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{int} -T _{ext})/R	MW	0,0113	0,0045	0,0044	0,0042	0,0041
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{0w}	zł/a	-	3 295 zł	3 362 zł	3 434 zł	3 491 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	175,0	180,0	185,0	190,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	132 720 zł	136 512 zł	140 304 zł	144 096 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _{0w}	lata	-	40,28	40,60	40,86	41,28
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,392	0,157	0,152	0,146	0,142

*przegroda wielowarstwowa, uśredniono współczynnik przewodzenia ciepła, obliczenia wykonano przy użyciu wełny o λ = 0,035 W/m*K

Wybrano ocieplenie wełną mineralną o grubości 20 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) STP

Przegroda nr 2		Nazwa:		stropodach	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	232,2	m ²	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	243,8	m ²	
	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 _{mo} =	4 268,72 zł/MW*m-c	O _{zo} =	51,60 zł/GJ	A _{bo} =	0,00 zł/m-c
O _{mi} =	4 268,72 zł/MW*m-c	O _{zi} =	51,60 zł/GJ	A _{bi} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,386	W/m ² *K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	wełna mineralna	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,047*	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	18,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	19,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	20,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	21,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	19,0	20,0	21,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,83	4,04	4,26	4,47
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	2,591	6,421	6,631	6,851	7,061
4	Q _{bu} , Q _{tu} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	30,1	12,2	11,8	11,4	11,0
5	q _{bu} , q _{tu} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0036	0,0014	0,0014	0,0014	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 036 zł	1 057 zł	1 078 zł	1 103 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	175,0	180,0	185,0	190,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	42 665 zł	43 884 zł	45 103 zł	46 322 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata	-	41,18	41,52	41,84	42,00
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,386	0,156	0,151	0,145	0,142

*przegroda wielowarstwowa, uśredniono współczynnik przewodzenia ciepła, obliczenia wykonano przy użyciu wełny o λ = 0,035 W/m*K

Wybrano ocieplenie wełną mineralną o grubości 20 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).



3) SZ1 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr 3			Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			$A=$	508,7	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania			$A_o=$	534,1	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			
$O_{m0}=$	4 268,72	zł/MW*m-c	$O_{z0}=$	51,60	zł/GJ	$A_{b0}=$	0,00	zł/m-c
$O_{m1}=$	4 268,72	zł/MW*m-c	$O_{z1}=$	51,60	zł/GJ	$A_{b1}=$	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,404	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	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

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	0,712	4,582	4,902	5,232	5,552
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A / R$	GJ/a	69,6	10,8	10,1	9,5	8,9
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{w0} - T_{z0}) / R$	MW	0,0083	0,0013	0,0012	0,0011	0,0011
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{Ru}	zł/a	-	3 393 zł	3 434 zł	3 470 zł	3 501 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł		19 505 zł	20 124 zł	20 743 zł	21 362 zł
9	SPBT = $N_u / \Delta Q_u$	lata		5,75	5,86	5,98	6,10
10	U_0, U_1	W/(m ² *K)	1,404	0,218	0,204	0,191	0,180

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) SZ2-1 – ściana zewnętrzna

Przełoga nr 4		Nazwa:		Ściana zewnętrzna				
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła			A=	691,9 m ²			
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	726,5 m ²			
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20 °C			
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20 °C			
	Liczba stopniogdi dla przełogi			S _d =	3 889 dzień *K/rok			
Taryfa opłat za ciepło:								
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament			
O _{m0} =	4 268,72	zł/MW*m-c	O _{z0} =	51,60	zł/GJ	A _{h0} =	0,00	zł/m-c
O _{m1} =	4 268,72	zł/MW*m-c	O _{z1} =	51,60	zł/GJ	A _{h1} =	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:	1,576	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełogi 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	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

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 przełogi R	m ² K/W	0,635	4,505	4,825	5,155	5,475
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻³ * S _d * A/R	GJ/a	366,1	51,6	48,2	45,1	42,5
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ * A * (t _{wo} - T _{zo}) / R	MW	0,0436	0,0061	0,0057	0,0054	0,0051
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{0u}	zł/a	-	18 149 zł	18 345 zł	18 520 zł	18 670 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	91 539 zł	94 445 zł	97 351 zł	100 257 zł
9	SPBT = N _u / ΔQ _{0u}	lata	-	5,04	5,15	5,26	5,37
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	1,576	0,222	0,207	0,194	0,183

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoga 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).



5) SZ2-2 – ściana zewnętrzna

Przełroda nr	5	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełrody do strat ciepła	$A =$	142,5 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	$A_o =$	149,6 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{wo} =$	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{zo} =$	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przełrody	$S_d =$	3 889 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:				Abonament	
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			
$O_{m0} =$	4 268,72 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	51,60 zł/GJ	$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	4 268,72 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	51,60 zł/GJ	$A_{b1} =$	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przełrody w stanie istniejącym:	0,302	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełrody 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	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

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 przełrody R	m ² K/W	3,311	7,181	7,501	7,831	8,151
4	$Q_{bu}, Q_{tu} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A / R$	GJ/a	14,5	6,7	6,4	6,1	5,9
5	$q_{bu}, q_{tu} = 10^{-6} * A * (t_{w0} - T_{z0}) / R$	MW	0,0017	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_m	zł/a	-	449 zł	464 zł	485 zł	495 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł		18 850 zł	19 448 zł	20 046 zł	20 645 zł
9	SPBT = $N_u / \Delta Q_u$	lata		41,98	41,91	41,33	41,71
10	U_o, U_i	W/(m ² *K)	0,302	0,139	0,133	0,128	0,123

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 14 cm ze względu na konieczność docieplenia wszystkich przełród tą samą grubością styropianu (SZ1, SZ2-1, SZ2-2, SZ2-3). Przełroda 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).



6) SZ2-3 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr 6		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			$A =$	32,4 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			$A_o =$	34,0 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	
$O_{m0} =$	4 268,72 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	51,60 zł/GJ	$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	4 268,72 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	51,60 zł/GJ	$A_{b1} =$	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 $\lambda =$	0,031	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

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	13,8	2,3	2,2	2,0	1,9
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{w0} - T_{z0}) / R$	MW	0,0016	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{0u}	zł/a	-	660 zł	665 zł	681 zł	686 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²	-	126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł	-	4 284 zł	4 420 zł	4 556 zł	4 692 zł
9	SPBT = $N_u / \Delta Q_{0u}$	lata	-	6,49	6,65	6,69	6,84
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 1.01.2021r. 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).



7) OS – okna zewnętrzne stare

Okna drewniane

Dane

Strumień powietrza wentylującego

Współczynnik U

Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego

Liczba stopniodni dla przegrody

V_{nom} = 11476 m³/h

U = 2.8 W/m²K

T_{wo} = 20 °C

T_{zo} = -20 °C

Sd = 3 889 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe

O_{m0} = 4 268,72 zł/MW*m-c

O_{m1} = 4 268,72 zł/MW*m-c

Opłaty zmienne

O_{z0} = 51,60 zł/GJ

O_{z1} = 51,60 zł/GJ

Abonament

A_{b0} = 0,00 zł/m-c

A_{b1} = 0,00 zł/m-c

Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:

Wariant 1:

Wariant 2:

Wariant 3:

U_{ok} 1,0 W/m²K

U_{ok} 0,9 W/m²K

U_{ok} 0,8 W/m²K

Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m ²			14,4	
2	Współczynnik przenikania	W/(m ² *K)	2,8	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	1,0	1,0	1,0	1,0
		C _m	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _w	1,1	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U	GJ/a	13,5	4,8	4,4	3,9
5	2.94*10 ⁻⁵ *c _r *c _w *V _{nom} *Sd	GJ/a	1443,3	1312,1	1312,1	1312,1
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5	GJ/a	1456,8	1316,9	1316,5	1316,0
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U	MW	0,0016	0,0006	0,0005	0,0005
8	3,4*10 ⁻⁷ *c _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})	MW	0,1717	0,1561	0,1561	0,1561
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8	MW	0,1733	0,1567	0,1566	0,1566
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}	zł/rok		8 069	8 095	8 121
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m ²		1250	1400	1550
12	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		18 000 zł	20 160 zł	22 320 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})	-		2,23	2,49	2,75

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.



8) ON – okna zewnętrzne wymienione

Okna PVC									
Dane	Strumień powietrza wentylującego				$V_{nom} =$	11476	m^3/h		
	Współczynnik U				$U =$	1,6	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		
$O_{m0} = 4\,268,72\,zł/MW \cdot m \cdot c$				$O_{z0} = 51,60\,zł/GJ$			$A_{b0} = 0,00\,zł/m \cdot c$		
$O_{m1} = 4\,268,72\,zł/MW \cdot m \cdot c$				$O_{z1} = 51,60\,zł/GJ$			$A_{b1} = 0,00\,zł/m \cdot c$		
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					
2	Współczynnik przenikania			$W/(m^2 \cdot K)$	1,6	1,0	222,4		
3	Współczynniki korekcyjne			C_r	-	1,0	0,9		
				C_m	-	1,1	1,0		
				C_w	-	1,1	1,0		
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$			GJ/a	119,6	74,7	1,0		
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$			GJ/a	1443,3	1312,1	67,3		
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz. 4} + \text{poz. 5}$			GJ/a	1562,9	1386,8	1312,1		
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$			MW	0,0142	0,0089	1379,4		
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$			MW	0,1717	0,1561	0,0080		
9	$q_0, q_1 = \text{poz. 7} + \text{poz. 8}$			MW	0,1859	0,1650	0,1561		
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$			$zł/rok$		10 157	0,1641		
11	Cena jednostkowa wym.okien			$zł/m^2$		1250	0,1632		
12	Koszt wymiany okien N_{ok}			$zł$		278 000 zł	10 585		
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$			-		27,37	11 018		
							1400		
							1550		
							311 360 zł		
							344 720 zł		
							29,42		
							31,29		

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.



9) DRZ

drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	11476	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		
$O_{m0} = 4\,268,72\text{ zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z0} = 51,60\text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00\text{ zł/m}\cdot\text{c}$		
$O_{m1} = 4\,268,72\text{ zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z1} = 51,60\text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00\text{ zł/m}\cdot\text{c}$		
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			5,9	
2	Współczynnik przenikania	W/(m ² *K)	2,5	1,4	1,3	1,2
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	4,9	2,8	2,6	2,4
5	$2,94\cdot 10^{-5}\cdot c_r\cdot c_m\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	1312,1	1312,1	1312,1	1312,1
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	1317,0	1314,9	1314,7	1314,5
7	$10^{-6}\cdot A_{drz}\cdot (t_{wo}-t_{zo})\cdot U$	MW	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
8	$3,4\cdot 10^{-7}\cdot c_m\cdot V_{nom}\cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,1561	0,1561	0,1561	0,1561
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,1567	0,1564	0,1564	0,1564
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		124	134	144
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m ²		1450	1600	1750
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		8 512 zł	9 392 zł	10 273 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / (\Delta Q_{drz} + \Delta Q_{rw})$	-		68,65	70,09	71,34

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, częściowo grzejniki płytowe.

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	420 mb + 20% $\approx$ 504 mb	350,00	176 400,00
wymiana grzejników na płytowe, montaż głowic termostatycznych	80 szt	650,00	52 000,00

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	0,90	0,96
Regulacja	0,88	0,89
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,74	0,79



Lp.	Opis wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna CO [MW]	0,163	0,163
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	1 133,8	1 133,8
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,74	0,79
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]	1 532,2	1 435,2
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	79 757	74 752
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	5 005
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	228 400
10.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	45,63

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 46 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.	Wymiana OS starych okien na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	20 160	2,49
2.	Ocieplenie SZ2-1 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	97 351	5,26
3.	Ocieplenie SZ1 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	20 743	5,98
4.	Ocieplenie SZ2-3 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	4 556	6,69
5.	Wymiana O PVC okien PVC na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	311 360	35,69
6.	Ocieplenie DACH dachu nad użytkowym poddaszem wełną mineralną o grubości 20 cm	140 304	40,86
7.	Ocieplenie SZ2-2 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	20 046	41,33
8.	Ocieplenie STP stropodachu wełną mineralną o grubości 20 cm	45 103	41,84
9.	Wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	9 392	70,09
10.	Wymiana instalacji c.o.	228 400	45,63



7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

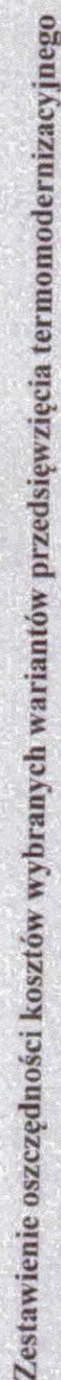
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny				
		1	2	3	4	5
1.	Ocieplenie SZ1, SZ2-1, SZ2-2, SZ2-3 styropianem grafitowym o grubości 14 cm	x	x	x	x	x
2.	Wymiana okien OS + ON na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	x	x	x	x	
3.	Ocieplenie DACH i STP wełną mineralną o grubości 20 cm	x	x	x		
4.	Wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	x	x			
5.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania	x				



Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1.	897 415	2 152	899 567
2.	669 015	2 152	671 167
3.	659 623	2 152	661 775
4.	474 216	2 152	476 368
5.	142 696	2 152	144 848



Optimalny wariant termomodernizacyjny

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszty całkowite [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.	899 567	44 473	48,80	269 870 629 697	125 939	143 931	88 946
2.	671 167	42 120	46,18	201 350 469 817	93 963	107 387	84 240
3.	661 775	41 945	46,01	198 533 463 243	92 649	105 884	83 890
4.	476 368	36 396	39,92	142 910 333 458	66 692	76 219	72 792
5.	144 848	31 655	34,74	43 454 101 394	20 279	23 176	63 310



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 2** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący ocieplenie ścian zewnętrznych, dachu/stropodachu, wymianę okien i drzwi.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **46,18%**.

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 *rok]	341,5	186,1



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 2-1 – 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 2-2 – 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 SZ 2-3 – 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,
- DACH – ocieplenie wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 20 cm
- STP stropodach – ocieplenie wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 20 cm

Wymiana okien i drzwi niespełniających aktualnych wymagań:

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



Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m ²]	Cena jednostkowa [zł/m ²]	Koszt całkowity [zł]
1.	Wymiana OS starych okien na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	14,4	1 400	20 160
2.	Ocieplenie SZ2-1 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	726,5	134,0	97 351
3.	Ocieplenie SZ1 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	534,1	134,0	20 743
4.	Ocieplenie SZ2-3 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	34,0	134,0	4 556
5.	Wymiana O PVC okien PVC na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	222,4	1 400	311 360
6.	Ocieplenie DACH dachu nad użytkowym poddaszem wełną mineralną o grubości 20 cm	758,4	185,0	140 304
7.	Ocieplenie SZ2-2 ściana zewnętrzna styropianem grafitowym o grubości 14 cm	149,6	134,0	20 046
8.	Ocieplenie STP stropodachu wełną mineralną o grubości 20 cm	243,8	185,0	45 103
9.	Wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$	5,9	1 600	9 392



Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót		671 167
2.	Udział środków własnych	30%	201 350
3.	Kwota kredytu	70%	469 817
4.	Premia termomodernizacyjna	20% kredytu/ 16% kosztów całkowitych/ 2-letnie oszczędności	84 240

9. Załączniki do audytu

Załącznik nr 1 Efekt ekologiczny

Załącznik nr 2 Rysunki



Załącznik nr 1

EFEKT EKOLOGICZNY

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o program „Poprawa jakości powietrza, Część 2) KAWKA - Likwidacja niskiej emisji wspierająca wzrost efektywności energetycznej i rozwój rozproszonych odnawialnych źródeł energii”

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

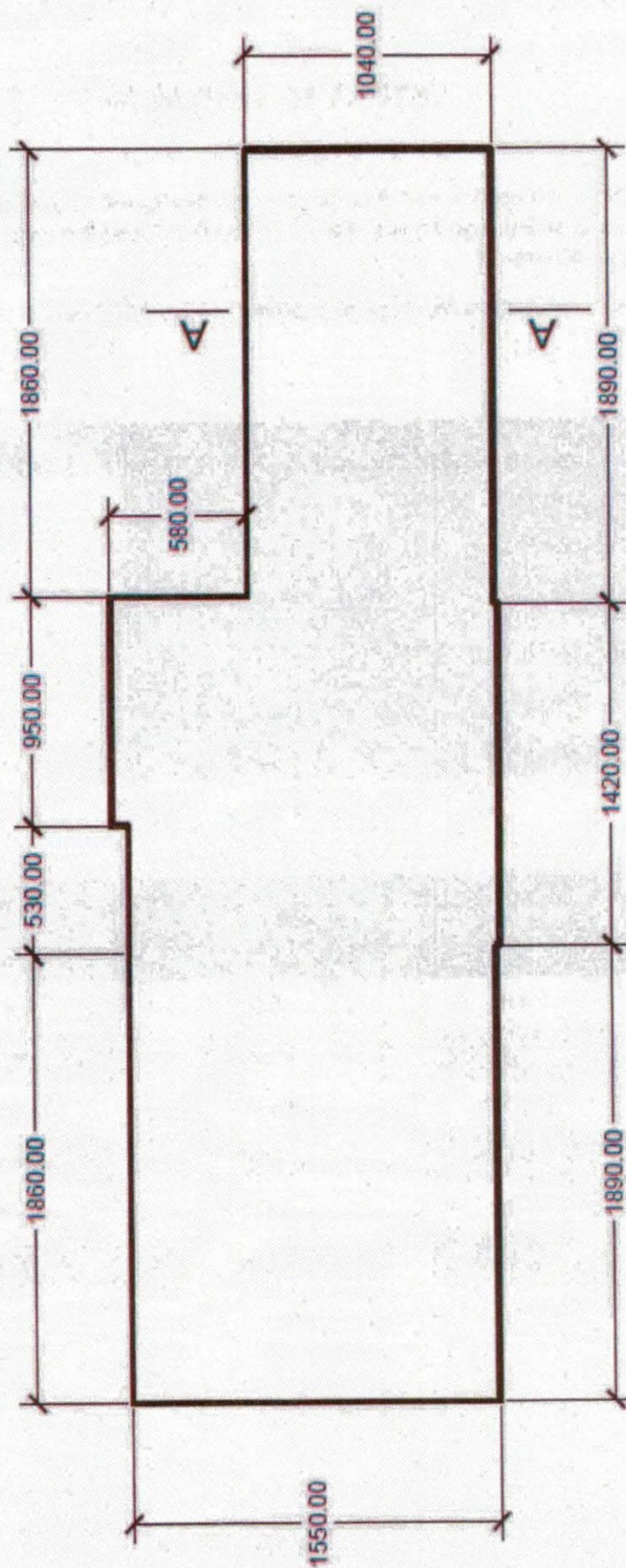
Emisja – źródło sieciowe (elektrociepłownia)	Wartość
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	0
Wielkość emisji pyłu PM2,5 [g/GJ]	0
Wielkość emisji CO ₂ [kg/GJ]	93,74
Wielkość emisji Benzo(a)piren [mg/GJ]	0,079
Wielkość emisji SO ₂ [g/GJ]	450
Wielkość emisji NO _x [g/GJ]	165

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]	Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
		[Mg/rok]	[%]
PM 10	0,0	0,0	0
PM 2,5	0,0	0,0	0
CO ₂	164,570	88,547	76,023 46,18
B(a)P	0,0	0,0	0,000 0,0
SO ₂	0,790	0,425	0,365 46,18
NO _x	0,290	0,156	0,134 46,18



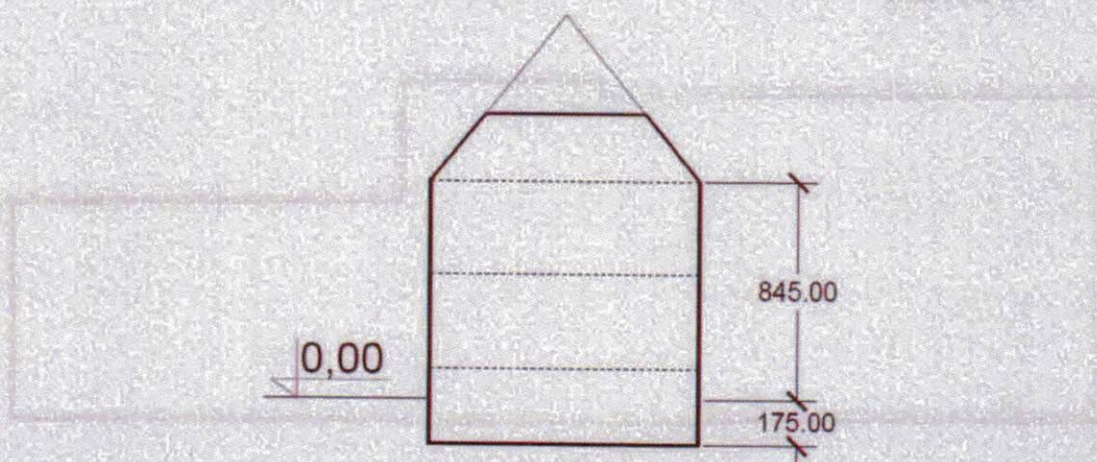
Załącznik nr 2

RYSUNKI

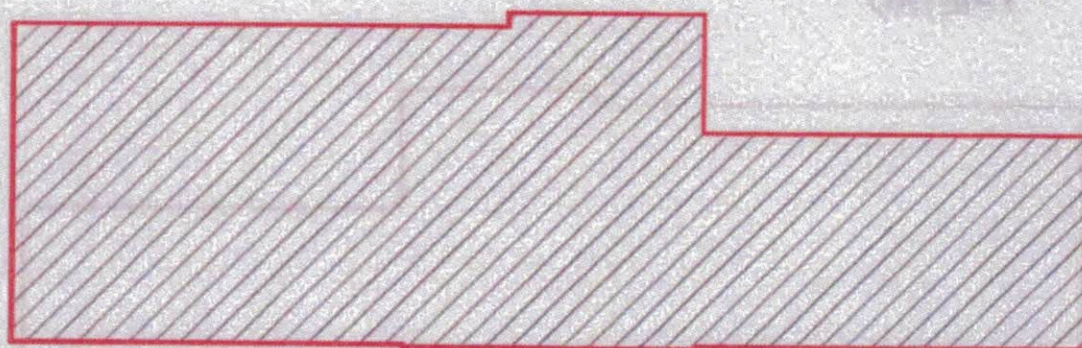




A-A



PIWNICA

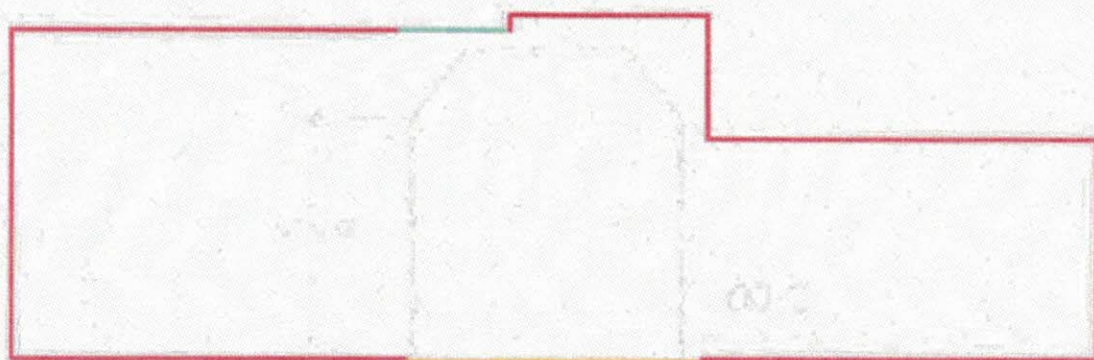


— SZ1/SZPG





PARTER

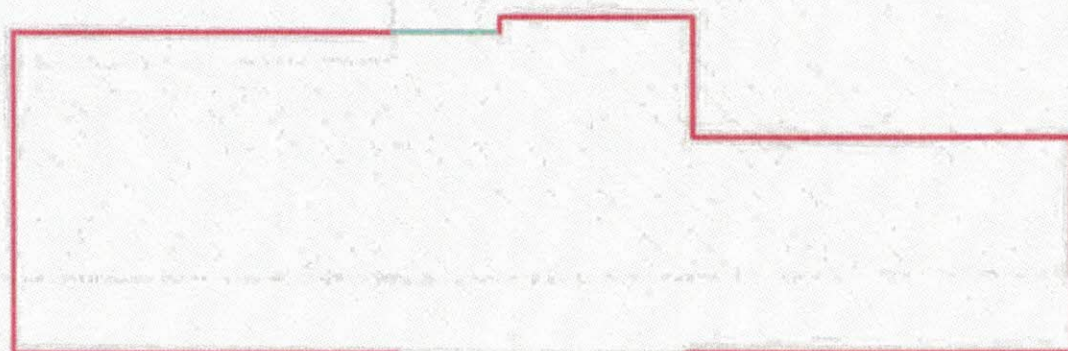


— SZ2-1

— SZ2-2

— SZ2-3

I PIETRO



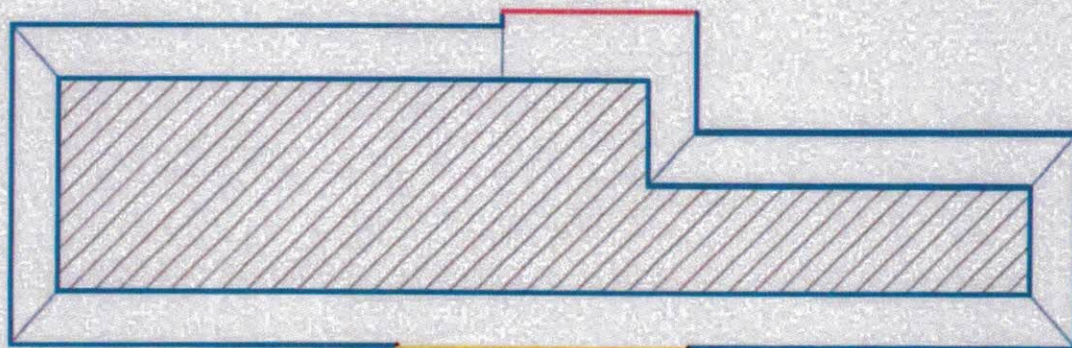
— SZ2-1

— SZ2-2

— SZ2-3



PODDASZE



— SZ2-1

— SZ2-2

 STP

— DACH

