



AUDYT ENERGETYCZNY

Wojewódzkiego Ośrodka Medycyny Pracy w Bydgoszczy



Adres budynku:

Ul. Karłowicza 26
85-092 Bydgoszcz

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

Wrocław, 23.01.2017



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej	Rok budowy	1979 r.
Inwestor	Wojewódzki Ośrodek Medycyny Pracy	Adres budynku	Ul. Karłowicza 26 85-092 Bydgoszcz
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
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			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 23.01.2017 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	12
	Okna i drzwi	17
	Charakterystyka systemu ogrzewania	17
	Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	18
	Charakterystyka systemu wentylacji	18
	Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy	19
6.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	20
	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.....	21
	Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)	37
7.	Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	38
	Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	38
	Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	38
	Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	39
	Optymalny wariant termomodernizacyjny	40
	Optymalny wariant termomodernizacyjny	41
8.	Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego.....	42
	Opis wykonanych robót.....	42
	Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji	43
	Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	44
9.	Załączniki do audytu	44



2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	7	7
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	13 795,0	13 795,0
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	4 612,8	4 612,8
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	4 612,8	4 612,8
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200	200
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł ciepły	węzeł ciepły
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	węzeł ciepły	węzeł ciepły
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,33	0,33
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
WSPÓLCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	PG – podłoga na gruncie	0,295	0,295
2.	PGP – podłoga w piwnicy	0,293	0,293
3.	STP – stropodach wentylowany	0,794	0,144
4.	SZ1 – ściana osłonowa piwnica	2,972	0,193
5.	SZ2 – ściana szczytowa piwnica	2,530	0,191
6.	SZ3 – ściana osłonowa	0,801	0,195
7.	SZ4 – ściana szczytowa	1,080	0,192



8.	SZ5 – ściana osłonowa ocieplona	0,445	0,141
9.	SZ6 – ściana klatka schodowa	0,460	0,157
10.	SZ7 – ściana zewnętrzna pomieszczeń na dachu	0,801	0,183
11.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,970	0,147
12.	SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,898	0,146
13.	SZPG3 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,970	0,184
14.	DZ PVC – drzwi zewnętrzne	2,200	1,300
15.	DZ S – drzwi zewnętrzne stare	3,000	1,300
16.	O PVC – okna zewnętrzne PVC	1,700	0,900
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWCZEGO		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,88
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	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,60	0,60



CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji część stara / część wyremontowana	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, kanały	okna, kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	13 795,0	13 795,0
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	497,0	385,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	286,0	286,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 843,6	803,9
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 973,5	945,8
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	269,4	269,4
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 562,4	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	273,6	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	111,02	48,41
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² ·rok]	179,06	56,96
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0



OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	48,46	48,46
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	10 872,72	10 872,72
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ cwu [zł]	27,69	27,69
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	10 872,72	10 872,72
5.	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	31,24	9,93
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	0	0
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	2 655 006	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	62,53
Planowane koszty całkowite	3 123 537	Premia termomodernizacyjna [zł]	199 070
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		99 535	

*) 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 obiektu

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
- Obiekt znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.7

Wizja lokalna

- 02.01.2017

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu poprzez docieplenie przegród zewnętrznych
- wymianę okien
- wymiana instalacji c.o.
- docieplenie ścian w piwnicy

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 500 000,00 zł



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

Oceniany obiekt to budynek siedmiokondygnacyjny + część parterowa, w części podpiwniczony. Zbudowany metoda uprzemysłowioną wg systemu S.B.O. Fundamenty i stopy fundamentowe żelbetowe. Ściany piwniczne wylewane z betonu. Konstrukcja ścian szkieletowa z elementów prefabrykowanych, wypełniona bloczkami gazobetonowymi. Stropodach wentylowany, prefabrykowany, izolacja z papy asfaltowej, znajdującej się w złym stanie technicznym – występuje wiele nieszczelności przez które wilgoć dostaje się do wnętrza budynku, papa częściowo jest uszkodzona. Stolarka okienna wymieniona na PVC starego typu. Stolarka drzwiowa PVC.









Przegrody zewnętrzne

1) PG – podłoga na gruncie

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
ŻELBET	żelbet	0,300	1,700	2 500	0,176
PIASEK-ŚR	Piasek średni	0,700	0,400	1 650	1,750

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	1,467	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	3,393
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,295

2) PGP – podłoga w piwnicy

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
ŻELBET	żelbet	0,300	1,700	2 500	0,176
PIASEK-ŚR	Piasek średni	0,500	0,400	1 650	1,250

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	1,989	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	3,415
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,293

3) STP – stropodach wentylowany

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
PAPA-ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
PAPA-ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
BETON-1900	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	0,080	1,000	1 900	0,080
WAR POW	Warstwa powietrzna	0,400			0,160
STYROPIAN	Styropian	0,040	0,045	30	0,889
STRŻELBKAN	Strop żelbetowy kanałowy	0,240		1 400	0,180

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,259
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,090	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,794



4) SZ1 – ściana zewnętrzna osłonowa piwnica

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
ŻELBET	żelbet	0,200	1,700	2 500	0,118
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]	0,336
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	2,972

5) SZ2 – ściana zewnętrzna szczytowa piwnica

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
ŻELBET	żelbet	0,300	1,700	2 500	0,176
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]	0,395
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	2,530

6) SZ3 – ściana zewnętrzna szczytowa

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
GAZOBET	gazobeton	0,240	0,233	800	1,030
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]	1,249
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,801



7) SZ4 – ściana zewnętrzna osłonowa

	Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
Przekrój A	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
	GAZOBET	gazobeton	0,240	0,233	800	1,030
	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
przekrój B	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
	BETON	Beton zwykły z kruszywa kam.	0,240	1,700	2 400	0,141
	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]	0,926
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,080

8) SZ5 – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona

	Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
Przekrój A	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
	GAZOBET	gazobeton	0,240	0,233	800	1,030
	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
	STYROPIAN	Styropian ułożony szczelnie	0,050	0,040	30	1,250
	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
przekrój B	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
	BETON	Beton zwykły z kruszywa kam.	0,240	1,700	2 400	0,141
	TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
	STYROPIAN	Styropian ułożony szczelnie	0,050	0,040	30	1,250
	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]	2,247
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,445



9) SZ6 – ściana zewnętrzna klatka schodowa

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
STAL BUD	Stal budowlana	0,150	58,000	7 800	0,003
STYROPIAN	Styropian ułożony szczelnie	0,080	0,040	30	2,000

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	2,173
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,460

10) SZ7 – ściana zewnętrzna pomieszczeń na dachu

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
GAZOBET	gazobeton	0,240	0,233	800	1,030
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]	1,249
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,801

11) SZPG 1 – ściana zewnętrzna przy gruncie osłonowa

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
ŻELBET	żelbet	0,200	1,700	2 500	0,118

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,889	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,031
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,970



12) SZPG 2 – ściana zewnętrzna przy gruncie szczytowa

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
ŻELBET	żelbet	0,300	1,700	2 500	0,176

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,913	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,114
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,898

13) SZPG 3 – 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
ŻELBET	żelbet	0,300	1,700	2 500	0,176

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,913	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,114
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,898

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 na gruncie / w piwnicy.



Maksymalne dopuszczalne współczynniki U_{max} [$W/m^2 \cdot K$] 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	Aktualnie obowiązujące współczynniki (od 01.01.2017 roku)	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,230	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,180	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,300	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ C$	1,100	0,900
drzwi w przegrodach zewnętrznych	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. Okna były wymienione na PVC w 1994 roku, obecnie nieszczelne.

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 termostatyczne	częściowo zamontowane
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24



Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji dobry. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi częściowo zaizolowanymi (w obrębie węzła cieplnego). Brak modernizacji instalacji po 1984 r., jedynie wymieniono część grzejników.

Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

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

Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji dobry.

Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	13 795,0

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



Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości poprawy
1.	Źródło ciepła: - węzeł cieplny	brak zmian
2.	Przegrody zewnętrzne: - nie spełniają aktualnych wymogów - generowane straty ciepła	docieplenie przegród zewnętrznych
3.	Okna i drzwi: - nie spełniają aktualnych wymogów - generowane straty ciepła	wymiana okien i drzwi
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej: - stan dobry	brak zmian
5.	System grzewczy - grzejniki żeliwne zeberkowe/ płytowe	brak zmian



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*K/rok

<u>Ustalenie liczby stopniodni S_d:</u>			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:	Toruń		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t _{wo} :	20°C		
MIESIĄC	t _e (m)	L _d (m)	S _d
styczeń	-0,7	31	642
luty	-0,9	28	585
marzec	3,3	31	518
kwiecień	6,8	30	396
maj	13,6	10	64
czerwiec	17,2	0	0
lipiec	17,0	0	0
sierpień	16,3	0	0
wrzesień	13,6	5	32
październik	7,7	31	381
listopad	2,4	30	528
grudzień	1,2	31	583
		S _d =	3 729



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) STP – stropodach wentylowany

Przeграда nr 1		Nazwa:		Stropodach wentylowany	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=		991,6 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania		A _o =		1041,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{wo} =		20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{zo} =		-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody		S _d =		3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,794	W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem	granulat styropianowy	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,043	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	22,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	23,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	25,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	22,0	23,0	24,0	25,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,12	5,35	5,58	5,81
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,359	6,479	6,709	6,939	7,169
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	235,1	49,3	47,6	46,0	44,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0292	0,0061	0,0059	0,0057	0,0055
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	12 018 zł	12 126 zł	12 230 zł	12 324 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²	-	205,0	210,0	215,0	220,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	213 446 zł	218 652 zł	223 858 zł	229 064 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata	-	17,76	18,03	18,30	18,59
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,794	0,154	0,149	0,144	0,139

Wybrano ogrzewanie poprzez wtłoczenie w istniejącą pustkę powietrzną warstwy granulatu styropianowego o średniej grubości **24 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).

Ze względu na zły stan techniczny istniejącego pokrycia dachowego (papa termozgrzewalna – występują duże nieszczelności, co powoduje dostawanie się wilgoci do środka obiektu), w celu ochrony przed wilgocią granulatu styropianowego założono wymianę papy na nową.



2) SZ1 – ściana zewnętrzna osłonowa w piwnicy

Przeграда nr 2		Nazwa: ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	22,9 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania	A _o =	24,0 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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:	2,972 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	13,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	14,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	15,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,19	4,52	4,84	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,336	4,526	4,856	5,176	5,496
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	22,0	1,6	1,5	1,4	1,3
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0027	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 315 zł	1 320 zł	1 324 zł	1 329 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		198,0	202,0	206,0	210,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		4 752 zł	4 848 zł	4 944 zł	5 040 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata		3,61	3,67	3,73	3,79
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,972	0,221	0,206	0,193	0,182

Wybrano ogrzewanie styropianem grafitowym o grubości **15 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).



3) SZ2 – ściana zewnętrzna szczytowa w piwnicy

Przeграда nr 3		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przeğrody do strat ciepła		A=	8,6	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	9,0	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przeğrody		S _d =	3 729	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przeğrody w stanie istniejącym:	2,530	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przeğrody 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	13,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,19	4,52	4,84	5,16
3	opór cieplny przeğrody R	m ² ·K/W	0,395	4,585	4,915	5,235	5,555
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	7,0	0,6	0,6	0,5	0,5
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0009	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	415 zł	415 zł	419 zł	419 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		198,0	202,0	206,0	210,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		1 782 zł	1 818 zł	1 854 zł	1 890 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata		4,29	4,38	4,42	4,51
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,530	0,218	0,203	0,191	0,180

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **15 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia**, przy której przeğroda **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) SZ3 – ściana zewnętrzna szczytowa

Przeграда nr 4		Nazwa: Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A= 1172,6 m ²	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o = 1231,2 m ²	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} = 20 °C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} = -20 °C	
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d = 3 729 dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 zł/GJ
		Abonament	
		A _{b0} =	zł/m-c
		A _{b1} =	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,801 W/m ² K
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	10,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	11,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	12,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	13,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	11,0	12,0	13,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	3,23	3,55	3,87	4,19
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,248	4,478	4,798	5,118	5,438
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	302,7	84,4	78,7	73,8	69,5
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0376	0,0105	0,0098	0,0092	0,0086
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	14 115 zł	14 482 zł	14 798 zł	15 085 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	186,0	190,0	194,0	198,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	229 003 zł	233 928 zł	238 853 zł	243 778 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	16,22	16,15	16,14	16,16
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,801	0,223	0,208	0,195	0,184

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **12 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).



5) SZ4 – ściana zewnętrzna osłonowa

Przełoga nr 5		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=		429,9 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =		451,4 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =		20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =		-20 °C
	Liczba stopniodni dla przełogi		S _d =		3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:	1,080	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	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 przełogi R	m ² ·K/W	1,026	4,576	4,896	5,216	5,546
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	135,0	30,3	28,3	26,6	25,0
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0168	0,0038	0,0035	0,0033	0,0031
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	6 770 zł	6 906 zł	7 014 zł	7 118 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	190,0	194,0	198,0	202,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	85 766 zł	87 572 zł	89 377 zł	91 183 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	12,67	12,68	12,74	12,81
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,080	0,219	0,204	0,192	0,180

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **13 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoga 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).



6) SZ5 – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona

Przeграда nr 6		Nazwa: Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	537,3 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	564,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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:	0,445 W/m ² K
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	13,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	14,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	15,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,19	4,52	4,84	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	2,247	6,437	6,767	7,087	7,407
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	77,0	26,9	25,6	24,4	23,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0096	0,0033	0,0032	0,0030	0,0029
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	3 250 zł	3 326 zł	3 410 zł	3 472 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	198,0	202,0	206,0	210,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	111 712 zł	113 968 zł	116 225 zł	118 482 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata	-	34,37	34,27	34,08	34,13
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,445	0,155	0,148	0,141	0,135

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **13 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji)**. Przy tej grubości ocieplenia, 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).



7) SZ6 – ściana zewnętrzna klatka schodowa

Przeграда nr 7		Nazwa: Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	83,2 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	87,4 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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:	0,460 W/m ² K
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	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	2,174	5,724	6,044	6,364	6,694
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	12,3	4,7	4,4	4,2	4,0
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0015	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	486 zł	500 zł	523 zł	531 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		194,0	194,0	198,0	202,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		16 956 zł	16 956 zł	17 305 zł	17 655 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		34,89	33,91	33,09	33,25
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,460	0,175	0,165	0,157	0,149

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **13 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji)**. Przy tej grubości ocieplenia, 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).



8) SZ7 – ściana zewnętrzna pomieszczenia na dachu

Przełoga nr 8		Nazwa: Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przełoga do strat ciepła	A=	96,8 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	101,6 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przełoga	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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 przełoga w stanie istniejącym:	0,801 W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełoga 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	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 przełoga R	m ² ·K/W	1,248	4,798	5,118	5,438	5,768
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	25,0	6,5	6,1	5,7	5,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0031	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 197 zł	1 216 zł	1 248 zł	1 263 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		190,0	194,0	198,0	202,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		19 304 zł	19 710 zł	20 117 zł	20 523 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		16,13	16,21	16,12	16,25
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,801	0,208	0,195	0,183	0,173

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **13 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji)**. Przy tej grubości ocieplenia, przełoga 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).



9) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie osłonowa

Przegroda nr 9		Nazwa: Ściana zewnętrzna przy gruncie	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	79,2 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	83,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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:	0,970 W/m ² K
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	13,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	14,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	15,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,19	4,52	4,84	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,961	6,151	6,481	6,801	7,121
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	13,0	4,1	3,9	3,8	3,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0016	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	575 zł	585 zł	589 zł	612 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		320,0	330,0	340,0	350,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		26 624 zł	27 456 zł	28 288 zł	29 120 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		46,30	46,93	48,03	47,58
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,970	0,163	0,154	0,147	0,140

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **15 cm ze względu na konieczność ocieplenia tej ściany taką samą grubością styropianu jak SZ1 – ściana zewnętrzna w piwnicy powyżej gruntu. Przy tej grubości ocieplenia, 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).**



10) SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie szczytowa

Przegroda nr 10		Nazwa: Ściana zewnętrzna przy gruncie	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	29,3 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	30,8 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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:	0,898 W/m ² K
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	13,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	14,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	15,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,19	4,52	4,84	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	2,014	6,204	6,534	6,854	7,174
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	4,7	1,5	1,4	1,4	1,3
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	207 zł	212 zł	212 zł	217 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		320,0	330,0	340,0	350,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		9 856 zł	10 164 zł	10 472 zł	10 780 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		47,61	47,94	49,40	49,68
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,898	0,161	0,153	0,146	0,139

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **15 cm ze względu na konieczność ocieplenia tej ściany taką samą grubością styropianu jak SZ2 – ściana zewnętrzna w piwnicy powyżej gruntu. Przy tej grubości ocieplenia, 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).**



11) SZPG3 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przegroda nr 11		Nazwa: Ściana zewnętrzna przy gruncie	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	29,3 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	30,8 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{z0} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z0} =	48,46 zł/GJ
O _{m1} =	10 872,72 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,46 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:	0,970 W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem	plyty Multipor
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,043 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	14,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	16,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	18,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	14,0	16,0	18,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,79	3,26	3,72	4,19
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,711	4,501	4,971	5,431	5,901
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	5,5	2,1	1,9	1,7	1,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0007	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	217 zł	240 zł	249 zł	254 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	285,0	326,0	365,0	404,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	8 778 zł	10 041 zł	11 242 zł	12 443 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	40,45	41,84	45,15	48,99
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,970	0,222	0,201	0,184	0,169

Wybrano ocieplenie od wewnątrz płytami Multipor o grubości **16 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).



12) Okna PVC

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} =$	13795,0	m^3/h		
	Współczynnik U	$U =$	3,0	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	$Sd =$	3 729	dzień $*K/rok$		
Taryfa opłat za ciepło:						
	Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
	$O_{m0} = 10\ 872,72\ zł/MW*m-c$		$O_{z0} = 48,46\ zł/GJ$		$A_{b0} = 0,00\ zł/m-c$	
	$O_{m1} = 10\ 782,72\ zł/MW*m-c$		$O_{z1} = 48,46\ zł/GJ$		$A_{b1} = 0,00\ zł/m-c$	
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			1026,5	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	3,0	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,10	1,00	1,00
		C_m	-	1,10	1,00	1,00
		C_w	-	1,00	1,00	1,00
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	992,2	330,7	297,7	264,6
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	1663,6	1512,4	1512,4	1512,4
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	2655,8	1843,1	1810,1	1777,0
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,1232	0,0411	0,0370	0,0328
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,2064	0,1876	0,1876	0,1876
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,3296	0,2287	0,2246	0,2204
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		52 548	54 682	56 834
11	Cena jednostkowa wym.okien	$zł/m^2$		1300	1500	1700
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		1 334 450	1 539 750	1 745 050
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		25,39	28,16	30,70

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.



13) DRZ drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} =$	13795,0	m^3/h	
	Współczynnik U		$U =$	3,0	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		$S_d =$	3 729	dzień \cdot K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 10\ 872,72\ \text{zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z0} = 48,46\ \text{zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00\ \text{zł/m}\cdot\text{c}$		
$O_{m1} = 10\ 782,72\ \text{zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z1} = 48,46\ \text{zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00\ \text{zł/m}\cdot\text{c}$		
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:				U_{drz}	1,4	W/m^2K
Wariant 2:				U_{drz}	1,3	W/m^2K
Wariant 3:				U_{drz}	1,2	W/m^2K
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m^2		8,0		
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2\cdot K)$	3,0	1,4	1,3	1,2
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,0	1,0	1,00
		C_m	-	1,0	1,0	1,00
4	$8,64\cdot 10^{-5}\cdot S_d\cdot A_{drz}\cdot U$	GJ/a	7,7	3,6	3,4	3,1
5	$2,94\cdot 10^{-5}\cdot C_r\cdot C_m\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	1527,5	1512,4	1512,4	1512,4
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	1535,2	1516,0	1515,8	1515,5
7	$10^{-6}\cdot A_{drz}\cdot (t_{wo}-t_{zo})\cdot U$	MW	0,0010	0,0004	0,0004	0,0004
8	$3,4\cdot 10^{-7}\cdot C_m\cdot V_{nom}\cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,1876	0,1876	0,1876	0,1876
9	$q_0, q_1 = \text{poz. 7} + \text{poz. 8}$	MW	0,1886	0,1880	0,1880	0,1880
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		1 009	1 018	1 033
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/ m^2		1450	1600	1750
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		11 600 zł	12 800 zł	14 000 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		11,50	12,57	13,55

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.



14) DRZ drzwi zewnętrzne PVC

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} =$	13795,0	m^3/h	
	Współczynnik U		$U =$	2,2	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		$S_d =$	3 729	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 10\ 872,72\ \text{zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z0} = 48,46\ \text{zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00\ \text{zł/m}\cdot\text{c}$		
$O_{m1} = 10\ 782,72\ \text{zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z1} = 48,46\ \text{zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00\ \text{zł/m}\cdot\text{c}$		
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:			U_{drz}	1,4	W/m^2K	
Wariant 2:			U_{drz}	1,3	W/m^2K	
Wariant 3:			U_{drz}	1,2	W/m^2K	
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m^2			11,0	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2\cdot K)$	2,2	1,4	1,3	1,2
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,0	1,0	1,00
		C_m	-	1,0	1,0	1,00
4	$8,64\cdot 10^{-5}\cdot S_d\cdot A_{drz}\cdot U$	GJ/a	7,8	5,0	4,6	4,3
5	$2,94\cdot 10^{-5}\cdot C_r\cdot C_m\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	1527,5	1512,4	1512,4	1512,4
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	1535,3	1517,4	1517,0	1516,7
7	$10^{-6}\cdot A_{drz}\cdot (t_{wo}-t_{zo})\cdot U$	MW	0,0010	0,0006	0,0006	0,0005
8	$3,4\cdot 10^{-7}\cdot C_m\cdot V_{nom}\cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,1876	0,1876	0,1876	0,1876
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,1886	0,1882	0,1882	0,1881
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		920	939	967
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/ m^2		1450	1600	1750
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		15 950 zł	17 600 zł	19 250 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdrz} + \Delta Q_{rw})$	-		17,34	18,74	19,91

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. Wariant zakłada wymianę instalacji c.o. oraz wykonanie automatyki systemu

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	1 290	350,00	451 500,00
wymiana grzejników na płytowe wraz z podejściami, montaż głowic termostatycznych	394	600,00	236 400,00
System automatyki do sterowania instalacją, wykonanie projektu	1	100 000,00	100 000,00

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	0,95	0,95
Sprawność przesyłania ciepła	0,80	0,96
Regulacja	0,82	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,62	0,85



Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,497	0,497
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	1 843,6	1 843,6
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,62	0,85
4.	Obniżenie nocne	1,0	1,0
5.	Obniżenie tygodniowe	1,0	1,0
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	2 973,5	2 168,9
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	149 500	110 509
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	38 991
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	787 900
10.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	20,21

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 20 lat.



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

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Docieplenie SZ1 – ściany osłonowej w piwnicy styropianem grafitowym o grubości 15 cm	4 944	3,73
2.	Docieplenie SZ2 – ściany szczytowej w piwnicy styropianem grafitowym o grubości 15 cm	1 854	4,42
3.	Wymiana drzwi starych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	12 800	12,57
4.	Docieplenie SZ4 – ściany zewnętrznej osłonowej styropianem grafitowym o grubości 13 cm	89 377	12,74
5.	Docieplenie SZ7 – ściany zewnętrznej pomieszczeń na dachu styropianem grafitowym o grubości 13 cm	20 177	16,12
6.	Docieplenie SZ3 – ściany zewnętrznej szczytowej styropianem grafitowym o grubości 12 cm	238 853	16,14
7.	Docieplenie STP – stropodachu wentylowanego warstwą granulatu styropianowego o grubości 24 cm	223 858	18,30
8.	Wymiana drzwi PVC na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	17 600	18,74
9.	Wymiana instalacji c.o.	787 900	20,21
10.	Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	1 539 750	28,16
11.	Docieplenie SZ6 – ściany zewnętrznej klatki schodowej styropianem grafitowym o grubości 13 cm	17 305	33,09
12.	Docieplenie SZ5 – ściany zewnętrznej osłonowej styropianem grafitowym o grubości 15 cm	116 225	34,08
13.	Docieplenie SZPG 3 – ściany zewnętrznej przy gruncie od wewnątrz płytami Multipor o grubości 14 cm	11 242	45,15
14.	Docieplenie SZPG 1 – ściany zewnętrznej osłonowej przy gruncie styropianem o grubości 15 cm	28 288	48,03
15.	Docieplenie SZPG 2 – ściany zewnętrznej szczytowej przy gruncie styropianem o grubości 15 cm	10 472	49,40

Ściany zewnętrzne SZ1 i SZ2 są ocieplane równolegle ze ścianami przy gruncie SZPG 1 i SZPG2.



7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny					
		1	2	3	4	5	6
1.	Docieplenie ścian zewnętrznych SZ4 styropianem o grubości 13 cm, SZ7 styropianem o grubości 13 cm , SZ3 styropianem o grubości 12 cm ,	x	x	x	x	x	x
2.	Docieplenie stropodachu wentylowanego STP granulatem styropianowym o średniej grubości 24 cm	x	x	x	x	x	
3.	Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Wymiana drzwi starych i PVC na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x	x	x	x		
4.	Docieplenie ścian zewnętrznych SZ6 styropianem o grubości 13 cm, SZ5 styropianem o grubości 15 cm	x	x	x			
5.	Wymiana instalacji c.o.	x	x				
6.	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie SZPG1 , SZPG2 , SZ1 , SZ2 styropianem grafitowym o grubości 15 cm , SZPG3 płytami Multipor o grubości 16 cm	x					

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1.	3 120 585	2 952	3 123 537
2.	3 063 785	2 952	3 066 737
3.	2 275 885	2 952	2 278 837
4.	2 111 955	2 952	2 114 907
5.	572 205	2 952	575 157
6.	348 347	2 952	351 299



Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	c.o.				c.w.u.				Oszczędność			
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Oplata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Oplata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,380	803,9	0,85	1	945,8	49 965	0,286	269,4	16 165	2 028	99 535	62,53
2.	0,384	830,5	0,85	1	977,1	51 525	0,286	269,4	16 165	1 996	97 975	61,55
3.	0,384	830,5	0,62	1	1 339,5	69 087	0,286	269,4	16 165	1 634	80 413	50,39
4.	0,392	908,5	0,62	1	1 465,3	75 271	0,286	269,4	16 165	1 508	74 229	46,50
5.	0,425	1 181,5	0,62	1	1 905,6	96 966	0,286	269,4	16 165	1 068	52 534	32,93
6.	0,451	1 404,7	0,62	1	2 265,6	114 695	0,286	269,4	16 165	708	34 805	21,83
stan istniejący	0,497	1 843,6	0,62	1	2 973,5	149 500	0,286	269,4	16 165	-	-	-



Optymalny 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	3 123 537	99 535	62,53	468 531 2 655 006	531 001	499 766	199 070
2	3 066 737	97 975	61,55	460 011 2 606 726	521 345	490 678	195 950
3	2 278 837	80 413	50,39	569 709 1 709 128	341 826	364 614	160 826
4	2 114 907	74 229	46,50	634 472 1 480 435	300 343	343 249	148 458
5	575 157	52 534	32,93	201 305 373 852	74 770	92 025	105 068
6*	351 299	34 805	21,83	122 955 228 344	45 669	56 208	69 610

*Wariant niespełniający minimalnych wymogów zwiększenia efektywności energetycznej



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący ocieplenie przegród zewnętrznych, w tym przegród w piwnicy, wymianę okien i drzwi oraz systemu c.o.

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie **62,53%**.

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]	253,9	101,0



8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Opis wykonanych robót

Docieplenie przegród zewnętrznych:

STP – stropodach wentylowany, granulatu styropianowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,043$ W/m²·K o średniej grubości 24 cm. Montaż poprzez wdmuchanie granulatu w istniejącą pustkę powietrzną. Dodatkowo założono wymianę papy termozgrzewalnej w celu ochrony materiału izolacyjnego przed szkodliwym działaniem czynników zewnętrznych

SZ 1 – ściana zewnętrzna osłonowa w piwnicy, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 15 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ 2 – ściana zewnętrzna osłonowa w piwnicy, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 15 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ 3 – ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 12 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ 4 – ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 13 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ 5 – ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 15 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ 6 – ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 13 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ 7 – ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 13 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZPG 1 – ściana zewnętrzna osłonowa przy gruncie, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 15 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.

SZPG 2 – ściana zewnętrzna szczytowa przy gruncie, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/m²·K o grubości 15 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.

SZPG 3 – ściana zewnętrzna przy gruncie budynek główny, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,043$ W/m²·K o grubości 16 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.

Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m²·K

Wymiana drzwi starych i PVC na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m²·K



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]	78,0
Wielkość emisji pyłu PM2,5 [g/GJ]	70,0
Wielkość emisji CO ₂ [kg/GJ]	93,74
Wielkość emisji Benzo(a)piren [mg/GJ]	0,079
Wielkość emisji SO ₂ [g/GJ]	450,0
Wielkość emisji NO _x [g/GJ]	165,0

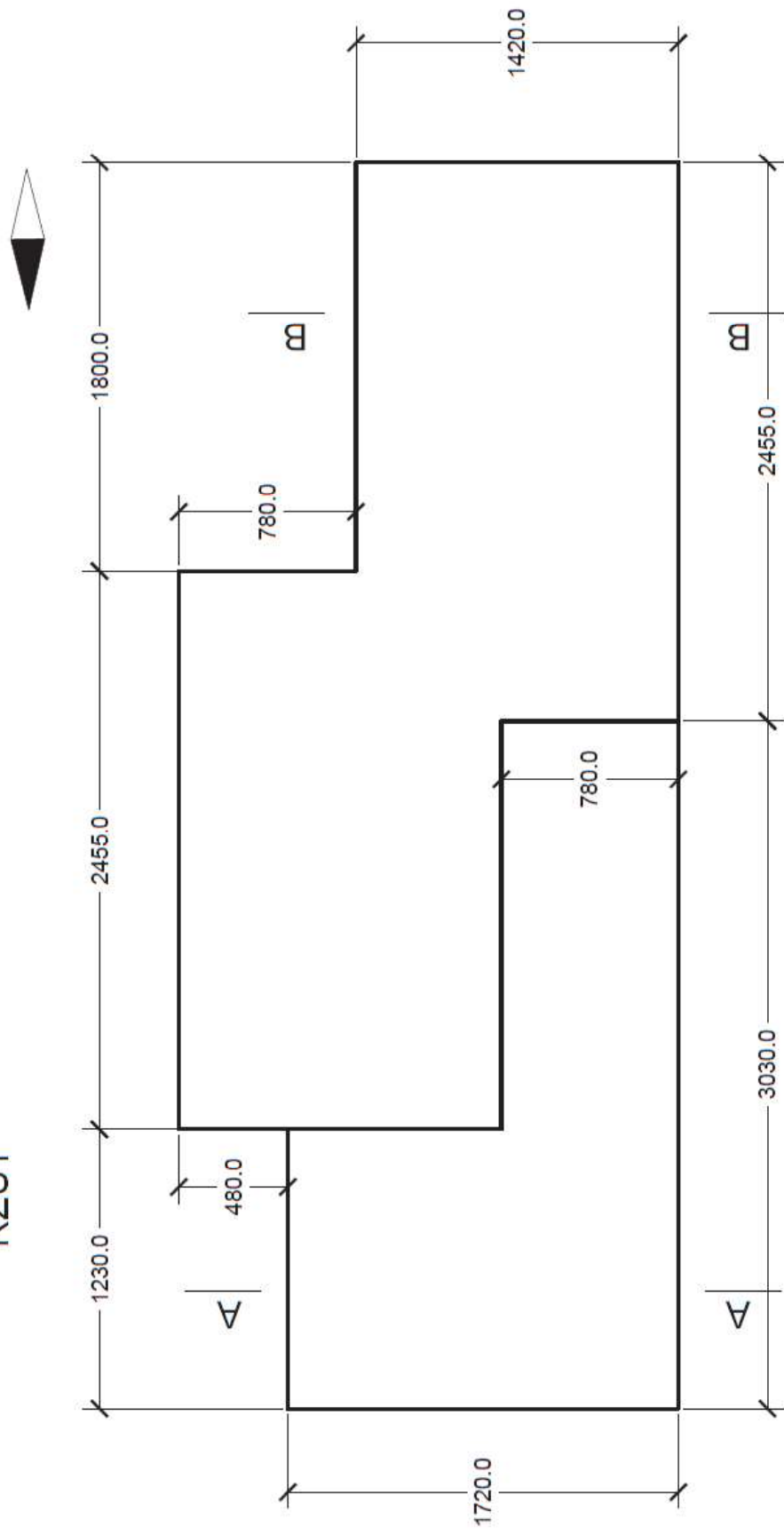
Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]	Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
		[Mg/rok]	[%]
PM 10	0,253	0,158	62,53
PM 2,5	0,227	0,142	62,53
CO ₂	303,989	190,076	62,53
B(a)P	0,0	0,0	0,0
SO ₂	1,459	0,912	62,53
NO _x	0,535	0,334	62,53



Załącznik nr 2

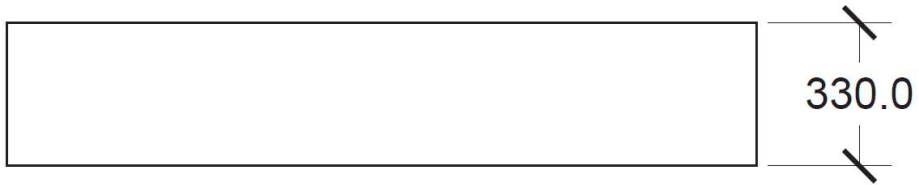
RYSUNKI

RZUT

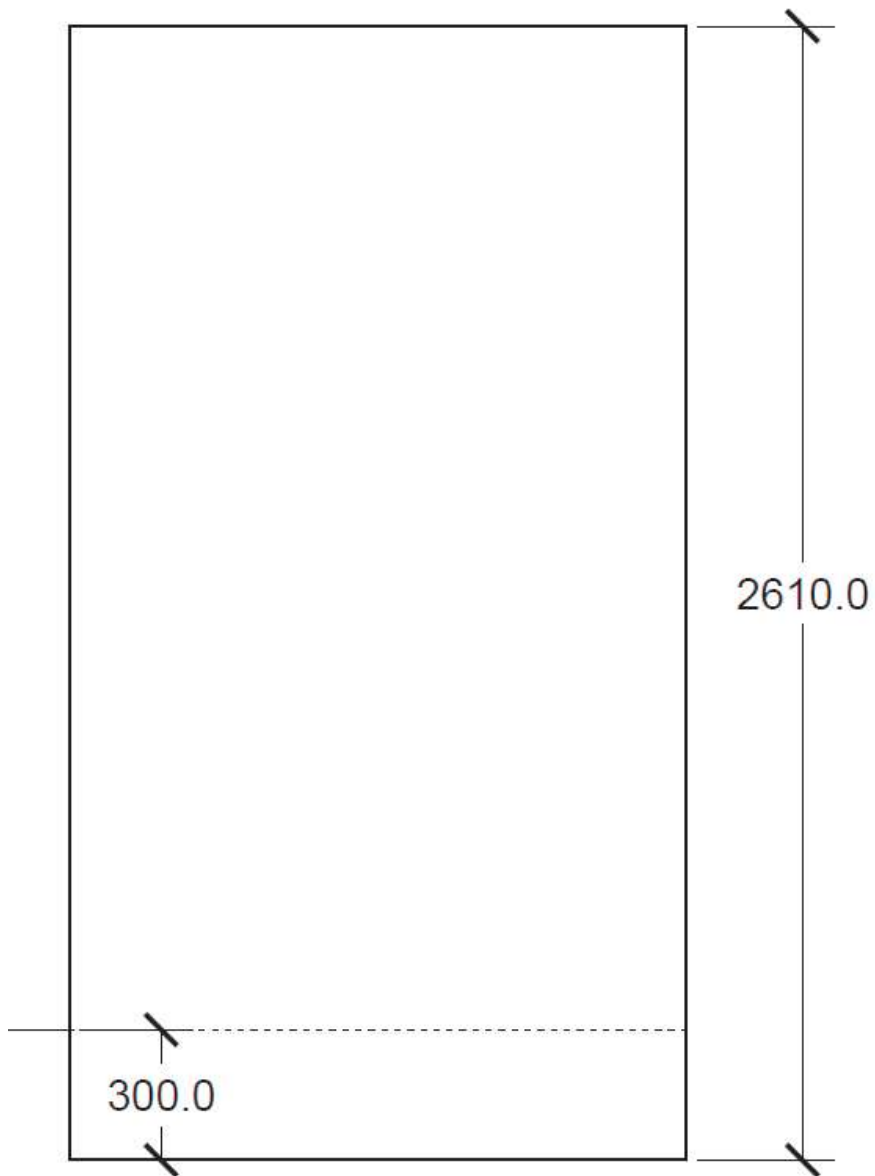




A-A

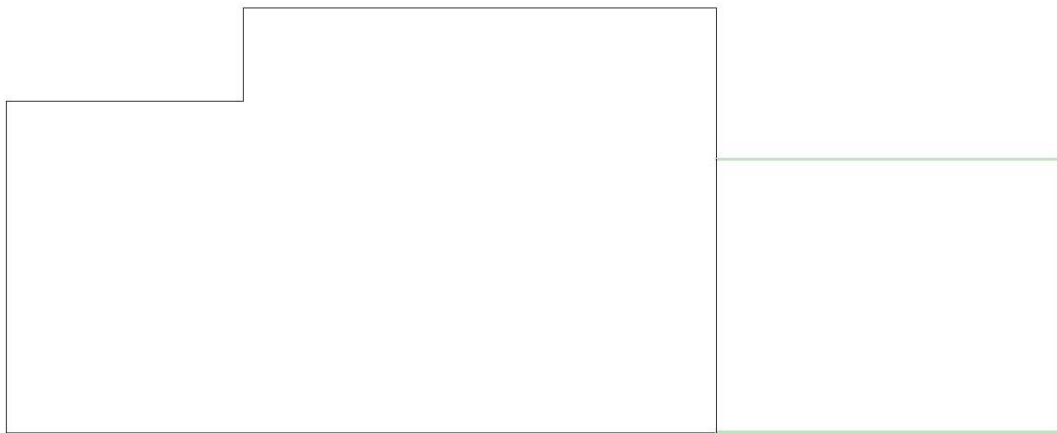


B-B





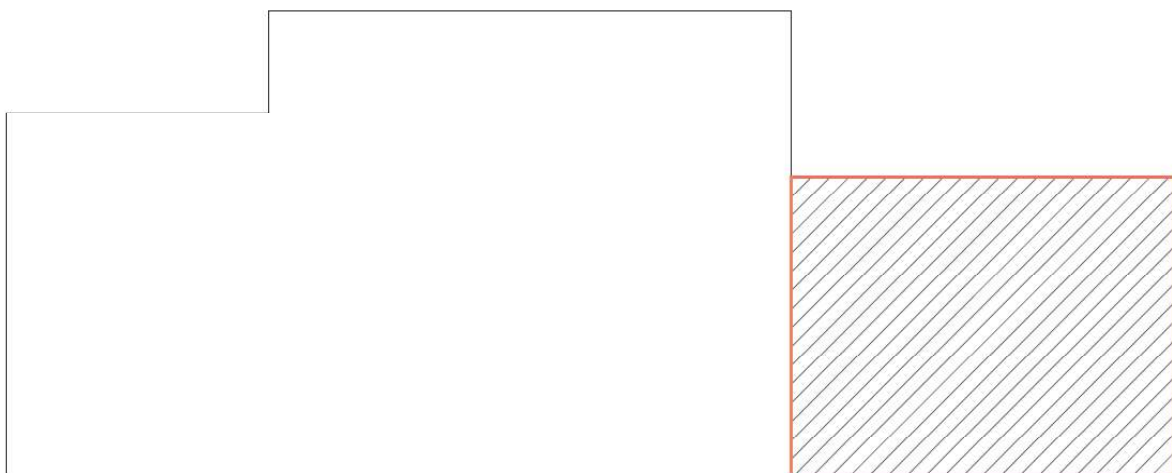
RZUT PIWNICY (powyżej gruntu)



— SZ 1

— SZ 2

RZUT PIWNICY (poniżej gruntu)



— SZPG 1

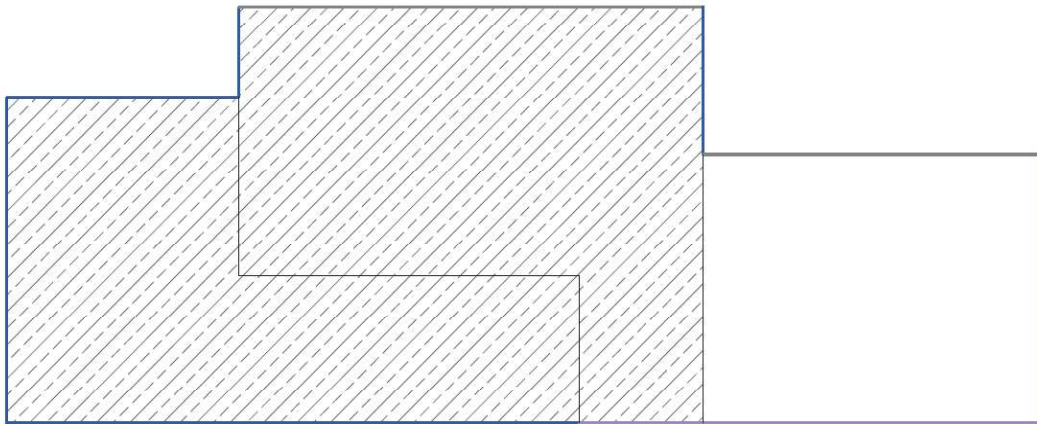
 PGP


— SZPG 2

— SZPG 3

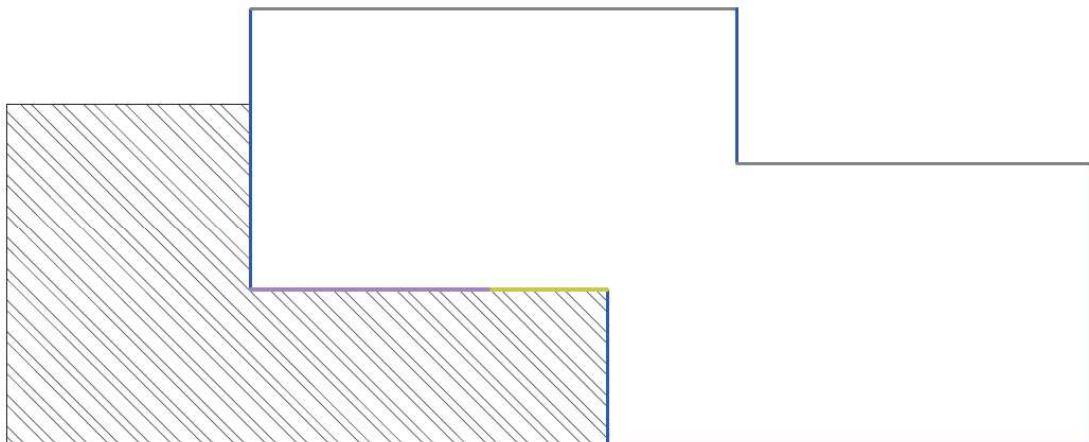



RZUT PARTERU



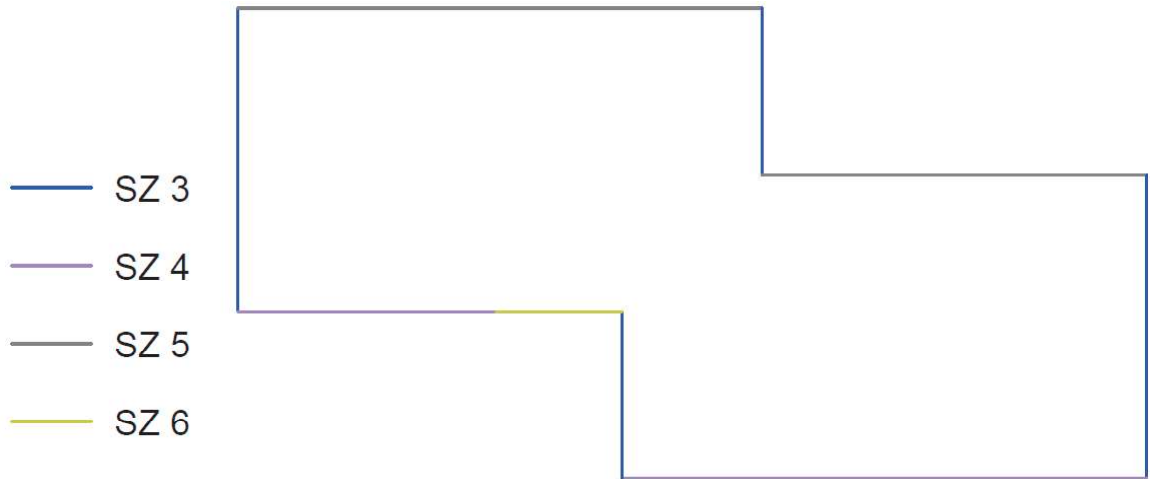
- SZ 3
- SZ 4
- SZ 5
-  PG

RZUT 1 PIĘTRA



- SZ 3
- SZ 4
- SZ 5
- SZ 6
-  STP

RZUT 2-6 PIĘTRA



RZUT DACHU

