

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU MIESZKALNO - USŁUGOWEGO

ul. Długa 16

95 – 100 Zgierz



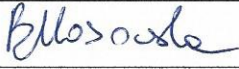
Zamawiający: Gmina Miasto Zgierz

pl. Jana Pawła II 16

95 – 100 Zgierz

Termin zakończenia pracy: maj 2017 roku

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek mieszkalno - usługowy		1.2 Rok budowy
	Gmina Miasto Zgierz		1902-1936
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II	nr 16
	kod	95-100	miejsowość Zgierz
	tel.	-	fax -
	1.4 Adres budynku		ul. Długa
		kod 95-100	miejsowość Zgierz
		powiat zgierski	
		województwo łódzkie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....			
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Barbara Kosowska			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE
5. Miejscowość Kobyłka data wykonania opracowania:			Maj 2017
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku..... 1			
2. Karta audytu energetycznego budynku 2			
3. Podstawa opracowania. 4			
3.1 Cel i zakres opracowania 4			
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu 4			
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) 5			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 6			
5. Ocena stanu technicznego budynku 7			
5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku 7			
5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania 8			
5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u. 8			
5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji..... 8			
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego. 8			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego..... 9			
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło 9			
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne..... 9			
7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji. 15			
7.4 Usprawnienia zmniejszające zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej 20			
7.5 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne 22			
7.6 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku 22			
7.7 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. 24			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 26			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. 30			
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych 32			
ZAŁĄCZNIKI..... 33			
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła 33			
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją 34			
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji 35			
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację 36			
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego 36			
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła 36			
Z-7 Projektowana strata ciepła 37			
Z-8 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. 38			
Z-9 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009..... 39			
Z-10 Sprawności systemu grzewczego 40			
Z-11 Ciepła woda użytkowa 41			
Z-12 Obliczenie efektywności energetycznej..... 42			
Z-13 Obliczenie efektu ekologicznego 43			
Z-14 Niezbędne roboty towarzyszące..... 43			

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 586	4 586
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	787,51	787,51
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	678,85	678,85
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	108,66	108,66
7.	Liczba lokali mieszkalnych	15	15
8.	Liczba osób użytkujących budynek	43	43
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	miejscowa	centralna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	piece kaflowe	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,489	0,489
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	1,151	0,229
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,448	0,174
3	Strop nad piwnicą	1,204	1,204
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,432	0,432
5	Okna, drzwi balkonowe	2,600	1,100
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,120	1,500
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,80	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,70	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,96	0,90	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,80	0,80	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /h]	2 459	2 459	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	1,10	1,10	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	127,11	63,58	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	29,11	31,05	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	977,30	478,27	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 745,18	663,62	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	109,21	116,80	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	344,72	168,70	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	615,58	234,08	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	38,56	59,21	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	10 995,78	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej	[zł/m ³]	42,71	17,97	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	-	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej	[zł/(m ² m-c)]	7,12	5,05	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu ¹⁾	[zł]	982 760,74	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	57,92
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	982 760,74	Premia termomodernizacyjna	[zł]	61 196,08
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	30 598,04			

¹⁾ W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną.

²⁾ Podane koszty są kosztami szacunkowymi

3. Podstawa opracowania.

3.1 Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku mieszkalno-usługowego przy ul. Długiej 16 w Zgierzu i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej.

3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - (Dz. U. Nr 223, poz. 1459),
2. 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 termo modernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2015, poz. 1606).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015, poz. 376).
6. Polska Norma PN-EN-ISO 6946; 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metody obliczeń”.
7. Polska Norma PN-EN-ISO 13 790; 2009; „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
8. Polska Norma PN-EN-ISO 12831; 2006., „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

9. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków
10. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
11. Normy związane
12. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/2002 „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”, Warszawa 2002.
13. Pogorzelski J.A. „Fizyka budowli – część X – Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych” „Materiały budowlane” nr 3/2005
14. Inwentaryzacja techniczna budynku.
15. Wizje lokalne i wywiady z właścicielami i administratorem budynku.
16. Program komputerowy AUDYT wersja 6.1.
17. Oferty dostawców materiałów i urządzeń.

3.3 Wytoczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zlecciodawcy) .

1. Maksymalne obniżenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie budynku.
2. Maksymalne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
3. Budynek znajduje się w Rejestrze Zabytków i wszelkie prace budowlane i instalacyjne można wykonać po uzyskaniu zgody konserwatora zabytków.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynek			
Rodzaj budynku	Budynek mieszkalno - usługowy	Rok budowy	1902; 1936
Adres budynku	ul. Długa 16 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Tradycyjna		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	1	3	
Rodzaj dachu	Dach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	4 586	578	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	788	340	
Powierzchnia całkowita	2 212,05		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	2,8	1,7	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	-	43	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	7	24	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Pow. netto	U	
	[m ²]	[W/m ² K]	
Strop poddasza (budynek frontowy i oficyna)		538,43	1,448
Strop nad przejściem (budynek frontowy)		36,50	1,427
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (budynek frontowy elewacja tylna)		208,74	1,151
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (oficyna)		704,04	1,151
Ściana zewnętrzna [SZ-3] (bud. frontowy, elewacja frontowa)		116,94	1,151
Okna PCV		91,42	1,700
Okna drewniane		36,98	2,600
Drzwi wejściowe drewniane		10,75	3,120
Drzwi wejściowe frontowe		9,75	1,700
Strop nad piwnicą		388,15	1,204
Podłoga na gruncie		99,89	0,432

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek mieszkalno-usługowy, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Długiej 16. Budynek wybudowany w 1902 roku, jest podpiwniczony wykonany w technologii tradycyjnej. W 1936 roku dobudowano oficynę od strony podwórza. Oficyna jest częściowo podpiwniczona wykonana w technologii tradycyjnej. Na parterze części budynku frontowego znajdują się lokale usługowe. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły pełnej, nieocieplone. Nad budynkami znajduje się nieogrzewane poddasze użytkowe. Strop pod poddaszem drewniany, nieocieplony. W budynku zastosowano stropy drewniane. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród nieprzezroczystych powinna wynosić

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| - dla dachów, stropodachów | - 0,18 W/m ² K, |
| - dla ścian zewnętrznych | - 0,23 W/m ² K, |
| - dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą | - 0,25 W/m ² K, |
| - dla podłogi na gruncie | - 0,30 W/m ² K. |

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| - strop poddasza | - 1,448 W/m ² K, |
| - strop nad przejściem | - 1,427 W/m ² K, |
| - ściany zewnętrzne | - 1,151 W/m ² K, |
| - strop nad piwnicą | - 1,204 W/m ² K, |
| - podłoga na gruncie | - 0,432 W/m ² K |

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji stropu nad piwnicą oraz podłogi na gruncie. Ze względu na brak zgody konserwatora zabytków nie ma możliwości ocieplenia ścian zewnętrznych elewacji frontowej oraz stropu nad przejściem.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród przezroczystych powinna wynosić:

- | | |
|---------|-------------------------|
| - okna | -1,1 W/m ² K |
| - drzwi | -1,5 W/m ² K |

W budynku zastosowano stolarkę okienną PCV o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/m²K oraz stolarkę okienną drewnianą o współczynniku przenikania ciepła 2,6 W/m²K. Ze względu na wytyczne

konserwatora zabytków dotyczące ponownej wymiany okien PCV na drewnianą stolarkę okienną z zachowaniem pierwotnego podziału i form okien oraz kolorystyki, w opracowaniu przeanalizowana zostanie zarówno wymiana stolarki okiennej drewnianej jak i PCV.

W budynku zastosowano stolarkę drzwiową metalową o współczynniku przenikania ciepła $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz stolarkę drzwiową drewnianą o współczynniku przenikania ciepła $3,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ze względu na wytyczne konserwatora zabytków dotyczące ponownej wymiany drzwi w budynku frontowym na drewnianą stolarkę drzwiową z zachowaniem pierwotnego podziału i form drzwi oraz kolorystyki, w opracowaniu przeanalizowana zostanie zarówno wymiana stolarki drzwiowej drewnianej jak i metalowej w budynku frontowym.

5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

Źródłem ciepła dla budynku są piece kaflowe i piece węglowe zainstalowane w lokalach mieszkalnych. Ze względu na zły stan techniczny pieców oraz dużą emisję dwutlenku węgla do atmosfery w opracowaniu przeanalizowana zostanie wymiana źródeł ciepła, na instalację wodną, pompową z rozdziałem dolnym, z zaizolowanym orurowaniem, z grzejnikami płytowymi z zaworami z głowicami termostatycznym, zasilaną z sieci miejskiej.

5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych oraz kuchni węglowych. Ze względu na zły stan techniczny źródeł ciepła, w opracowaniu zostanie przeanalizowana modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej, polegająca na montażu nowego orurowania i podłączenia do sieci miejskiej.

5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną w dobrym stanie technicznym.

6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.

Zmniejszenie zużycia energii cieplnej w rozpatrywanym obiekcie można osiągnąć wykonując następujące przedsięwzięcia:

- ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem,
- ocieplenie ścian zewnętrznych w oficynie i elewacji tylnej budynku frontowego,
- wymianę okien drewnianych,
- wymianę okien PCV,

- wymianę drzwi wejściowych drewnianych,
- wymianę drzwi frontowych,
- wymianę źródeł ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u.,
- montaż instalacji c.w.u.,
- montaż instalacji c.o., nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi,

7.Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Poniżej dokonano wstępnej optymalizacji usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło rozpatrywanego budynku poprzez zmniejszenie strat przez przenikanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropu pod poddaszem. Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1] i [SZ-2] Wymiana okien drewnianych. Wymiana okien PCV. Wymiana drzwi drewnianych. Wymiana drzwi frontowych.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system ciepłej wody użytkowej	Wymiana źródeł ciepła. Montaż nowej instalacji c.w.u.
3	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana źródeł ciepła. Montaż instalacji c.o. Montaż grzejników. Montaż zaworów z głowicami termostatycznymi.

7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne.

Optymalne usprawnienia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez ściany, stropy i stropodachy są to takie usprawnienia, dla których prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Dla wyznaczenia optymalnego usprawnienia przegrody skorzystano z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_u}{\sum_n \Delta O_{rU}}, [\text{lata}] \quad (1)$$

gdzie:

- N_u - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody, zł,

ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne lata z n wykorzystywanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rU} dla n -tego źródła oblicza się wg. wzoru:

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{0z} * O_{0z} - x_1 * Q_{1z} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \text{ [zł/rok]} \quad (2)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

Q_{0z}, Q_{1z} - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,

O_{0z}, O_{1z} - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,

dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,

dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/m^3 przeliczonej na zł/GJ,

dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,

y_0, y_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

q_{0u}, q_{1u} - zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

O_{0m}, O_{1m} - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW*miesiąc),

dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),

dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),

dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem -składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW*miesiąc),

Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła Q_{0u}, Q_{1u} , oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * Sd * A * U_c, \quad [\text{GJ/rok}] \quad (3)$$

gdzie:

- U_c - wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji, $W/(m^2 * K)$, przy czym maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła po termomodernizacji jest przyjmowana zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,
- A - powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed i po termomodernizacji, m^2 ,
- Sd - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień*K/rok,

Liczbę stopniodni Sd oblicza się ze wzoru:

$$Sd = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] Ld(m), \quad [\text{dzień} \cdot K/\text{rok}] \quad (4)$$

gdzie:

- t_{wo} - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °C,
- $t_e(m)$ - średnia wieloletnia temperatura miesiąca m , przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi dla danej lokalizacji, a w przypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami - temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku, °C,
- $Ld(m)$ - liczba dni ogrzewania w miesiącu m , podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,
- L_g - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

Wartość zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q_{0u}, q_{1u} przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się ze wzoru:

$$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{wo} - t_{zo}) * U_c, \quad [\text{MW}] \quad (5)$$

gdzie:

t_{wo} - jak we wzorze (4),

t_{zo} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej,
określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C

A - jak we wzorze (3),

U_c - jak we wzorze (3),

UWAGA: Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków - dla miasta Łódź:

Miesiąc	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
$T_c(m)$	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7
Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31

Obliczeniowa temperatura zewnętrzna, $T_{emin} = - 20,0^{\circ}C$

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

Usprawnienia dotyczące stropu nad poddaszem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną o optymalnej grubości. Następnie należy wykonać podłogę drewnianą (płyty OSB lub deskowanie)

Pow. obliczeniowa =	538,43	[m ²]	$R_0 = 0,691$	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 538	[m ²]		
Materiał: wełna mineralna			$U_0 = 1,448$	[W/(m ² *K)]
$\lambda =$	0,040	[W/(m*K)]		

Cena Nu zawiera całkowity szacunkowy koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wrzesień 2015 r.

Izolacja	ΔR	R_1	U	Q_1	q_1	Nu	ΔK_{ogr}	SPBT
[m]	[(m ² *K)/W]	[(m ² *K)/W]	[W/(m ² *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	1,981	0,505	86,81	0,011	64 611,00	6 251,67	10,335
0,06	1,500	2,231	0,448	77,08	0,010	65 041,74	6 626,84	9,815
0,07	1,750	2,481	0,403	69,32	0,009	65 472,48	6 926,40	9,453
0,08	2,000	2,731	0,366	62,97	0,008	65 903,22	7 171,11	9,190
0,09	2,250	2,981	0,335	57,69	0,007	66 333,96	7 374,77	8,995
0,10	2,500	3,231	0,310	53,22	0,007	66 764,70	7 546,92	8,847
0,11	2,750	3,481	0,287	49,40	0,006	67 195,44	7 694,33	8,733
0,12	3,000	3,731	0,268	46,09	0,006	67 626,18	7 821,99	8,646
0,13	3,250	3,981	0,251	43,20	0,005	68 056,92	7 933,62	8,578
0,14	3,500	4,231	0,236	40,64	0,005	68 487,66	8 032,05	8,527
0,15	3,750	4,481	0,223	38,38	0,005	68 918,40	8 119,50	8,488
0,16	4,000	4,731	0,211	36,35	0,005	69 349,14	8 197,71	8,460
0,17	4,250	4,981	0,201	34,52	0,004	69 779,88	8 268,06	8,440
0,18	4,500	5,231	0,191	32,87	0,004	70 210,62	8 331,70	8,427
0,19	4,750	5,481	0,182	31,37	0,004	70 641,36	8 389,52	8,420
0,20	5,000	5,731	0,174	30,01	0,004	71 072,10	8 442,30	8,419
0,21	5,250	5,981	0,167	28,75	0,004	71 502,84	8 490,67	8,421
0,22	5,500	6,231	0,160	27,60	0,003	71 933,58	8 535,16	8,428
0,23	5,750	6,481	0,154	26,53	0,003	72 364,32	8 576,21	8,438
0,24	6,000	6,731	0,149	25,55	0,003	72 795,06	8 614,22	8,451
0,25	6,250	6,981	0,143	24,63	0,003	73 225,80	8 649,50	8,466

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 20 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U dla stropu nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,18 W/m²K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 20cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry

Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych elewacji tylnej i oficyny

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1] i [SZ-2] budynku wełną mineralną lub styropianem metodą bezspoinową.

Pow. obliczeniowa =	912,78	[m ²]	$R_0 =$	0,869	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 913	[m ²]			
Materiał: styropian			$U_0 =$	1,151	[W/(m ² *K)]
$\lambda =$	0,040	[W/(m*K)]			

Cena Nu zawiera całkowity szacunkowy koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wrzesień 2015r.

Izolacja	ΔR	R_1	U	Q_1	q_1	Nu	ΔK_{ogr}	SPBT
[m]	[(m ² *K)/W]	[(m ² *K)/W]	[W/(m ² *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,119	0,472	137,58	0,017	198 985,28	7 632,13	26,072
0,06	1,500	2,369	0,422	123,06	0,015	200 126,25	8 192,02	24,429
0,07	1,750	2,619	0,382	111,31	0,014	201 495,41	8 645,02	23,308
0,08	2,000	2,869	0,349	101,61	0,013	203 092,77	9 019,07	22,518
0,09	2,250	3,119	0,321	93,47	0,012	204 918,32	9 333,16	21,956
0,10	2,500	3,369	0,297	86,53	0,011	206 972,07	9 600,63	21,558
0,11	2,750	3,619	0,276	80,55	0,010	209 254,01	9 831,14	21,285
0,12	3,000	3,869	0,258	75,35	0,009	211 764,15	10 031,87	21,109
0,13	3,250	4,119	0,243	70,77	0,009	214 502,48	10 208,23	21,013
0,14	3,500	4,369	0,229	66,72	0,008	217 469,00	10 364,40	20,982
0,15	3,750	4,619	0,217	63,11	0,008	221 120,11	10 503,67	21,052
0,16	4,000	4,869	0,205	59,87	0,007	224 543,02	10 628,64	21,126
0,17	4,250	5,119	0,195	56,95	0,007	228 194,13	10 741,40	21,244
0,18	4,500	5,369	0,186	54,30	0,007	232 073,43	10 843,66	21,402
0,19	4,750	5,619	0,178	51,88	0,006	236 180,92	10 936,82	21,595
0,20	5,000	5,869	0,170	49,67	0,006	240 516,61	11 022,05	21,821
0,21	5,250	6,119	0,163	47,64	0,006	245 080,49	11 100,31	22,079
0,22	5,500	6,369	0,157	45,77	0,006	249 872,57	11 172,42	22,365
0,23	5,750	6,619	0,151	44,04	0,006	254 892,84	11 239,09	22,679
0,24	6,000	6,869	0,146	42,44	0,005	260 141,30	11 300,91	23,020
0,25	6,250	7,119	0,140	40,95	0,005	265 617,96	11 358,38	23,385

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 14 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla ścian zewnętrznych wynosi 0,23 W/m²K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 14 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry

7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.

Optimalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegający na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji jest to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) / \sum (\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}), \quad [\text{lata}] \quad (6)$$

gdzie:

- N_{Ok} – planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi, zł,
- N_W – planowane koszty robót związane z modernizacją wentylacji, zł,
- ΔO_{rOk} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,
- ΔO_{rW} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,

Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii $\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}$ dla n-tego źródła oblicza się z wzoru:

$$\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (7)$$

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,

O_{0z}, O_{1z} - suma opłat jak we wzorze (2),

y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

q_0, q_1 - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

O_{0m}, O_{1m} - jak we wzorze (2),

Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa jak we wzorze (2).

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{Ok} * U + Q_{inf}, \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

S_d - jak we wzorze (4),

U - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji, $W/(m^2 * K)$, przy czym przed termomodernizacją – w przypadku okien lub drzwi przewidzianych do wymiany przyjęty z dokumentacji technicznej lub Polskiej Normy i powiększony o nie więcej niż 20% w zależności od oceny stanu technicznego okna lub drzwi, a w przypadku wymienionych okien lub drzwi przyjęty na podstawie deklaracji właściwości użytkowych lub aprobaty technicznej; po termomodernizacji wartość ta nie może być wyższa niż wartość określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,

A_{Ok} - powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, m^2 ,

Q_{inf} - roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi, obliczane według wzoru (12), GJ/rok.

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{Ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}, \quad [GJ/rok] \quad (9)$$

gdzie:

S_d - jak we wzorze (4),

U - jak we wzorze (8),

A_{Ok} - jak we wzorze (8),

- V_{nom} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, m^3/h ,
- c_r - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,
- c_w - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną q_0 , q_1 w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ścienne, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * l * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}, \quad [MW] \quad (10)$$

gdzie:

- t_{w0} - jak we wzorze (4),
- t_{z0} - jak we wzorze (5),
- A_{Ok} - jak we wzorze (8),
- U - jak we wzorze (8),
- a - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia, $m^3/(m*h*daPa^{2/3})$,
- l - długość zewnętrznych szczelin przylgowych okien lub drzwi, przed i po termomodernizacji, m.

Wartość zapotrzebowania na moc cieplną q_0 , q_1 w, przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi, oblicza się wg wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0}), \quad [MW] \quad (11)$$

gdzie:

- t_{w0} - jak we wzorze (4),
- t_{z0} - jak we wzorze (5),
- A_{Ok} - jak we wzorze (8),
- U - jak we wzorze (8),

V_{obl} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, pomnożony przez współczynnik korekcyjny c_m zgodnie z tabelą 2, m^3/h ,

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi Q_{0inf} , Q_{1inf} , oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (12)$$

gdzie:

a - jak we wzorze (10),

l - jak we wzorze (10),

$t_{wo}, t_e(m)$ - jak we wzorze (4),

$Ld(m)$ - jak we wzorze (4).

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien (o powierzchni około $36,98 m^2$) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c_r	c_w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	2,6	1,2	1,0	103,40	0,004	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	75,93	0,002	1 059,26	38 828,06	36,66
2	1,1	1,0	1,0	73,57	0,002	1 150,34	40 677,01	35,36
3	0,9	1,0	1,0	71,20	0,002	1 241,43	48 072,83	38,72

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien drewnianych jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1 W/m^2K$. Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie.

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien (o powierzchni około $91,42 m^2$) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c_r	c_w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	1,7	1,1	1,0	214,37	0,007	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	187,71	0,006	1 027,89	95 992,68	93,39
2	1,1	1,0	1,0	181,87	0,005	1 253,08	100 563,76	80,25
3	0,9	1,0	1,0	176,03	0,005	1 478,27	118 848,08	80,40

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien PCV jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1$ W/m²K. Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie.

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi (o powierzchni około 10,75 m²) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c_r	c_w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	3,1	1,2	1,0	31,85	0,004	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	23,45	0,003	323,89	16 128,30	49,80
2	1,5	1,0	1,0	22,76	0,003	350,37	16 880,95	48,18
3	1,3	1,0	1,0	22,08	0,003	376,85	19 031,39	50,50

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi drewnianych jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5$ W/m²K. Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie.

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi (o powierzchni około 9,75 m²) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c _r	c _w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	1,7	1,3	1,0	26,04	0,003	-	-	-
1	1,6	1,0	1,0	20,94	0,003	196,68	14 617,80	74,32
2	1,5	1,0	1,0	20,63	0,003	208,69	16 880,95	80,89
3	1,3	1,0	1,0	20,01	0,003	232,69	19 569,00	84,10

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi frontowych jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła U=1,5 W/m²K. Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie.

7.4 Usprawnienia zmniejszające zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Optymalne usprawnienie termomodernizacyjne związane ze zmniejszeniem zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej jest to usprawnienie, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Dla wyznaczenia optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_{CW}}{\sum_n \Delta O_{rCW}}, \text{ [lata]} \quad (15)$$

gdzie:

- N_{CW} – planowane koszty robót związanych z modernizacją instalacji ciepłej wody, zł,
- ΔO_{rCW} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

Wartości rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rCW} n-tego źródła oblicza się wg wzoru:

$$\Delta O_{rCW} = (x_0 * Q_{0cw} * O_{0z} / n_{0w} - x_1 * Q_{1cw} * O_{1z} / n_{1w}) + 12 * (y_0 * q_{0cw} * O_{0m} - y_1 * q_{1cw} * O_{1m}) + 12 * (A_{b0} - A_{b1}), \quad \text{[zł/rok]} \quad (16)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

Q_{0cw}, Q_{1cw} - zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone przez audytora na podstawie analizy i prognozy zużycia ciepła - GJ/rok, obliczone zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw,

O_{0z}, O_{1z} - jak we wzorze (2),

y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

n_{0w}, n_{1w} - całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po termomodernizacji, obliczana zgodnie ze wzorem (16a),

q_{0cw}, q_{1cw} - zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone na podstawie analizy i prognozy zużycia lub obliczone dla zapotrzebowania na ciepłą wodę przyjętego zgodnie z Polską Normą dotyczącą wymagań projektowania instalacji wodociągowych MW,

O_{0m}, O_{1m} - jak we wzorze (2),

Ab_0, Ab_1 - jak we wzorze (2).

Całkowitą sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej n_{0w}, n_{1w} oblicza się ze wzoru:

$$n_{0w}, n_{1w} = \eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw}, \quad [-] \quad (16a)$$

gdzie:

η_{gw} - sprawność wytwarzania ciepła, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,

η_{dw} - sprawność przesyłu ciepła w instalacji ciepłej wody, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw,

η_{ew} - sprawność akumulacji ciepła w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw,

η_{sw} - sprawność wykorzystania ciepła, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw.

Obliczenia zapotrzebowania na moc i ciepło dla podgrzania ciepłej wody użytkowej zamieszczono w załączniku Z-13.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych i kuchni węglowych. Stan źródeł ciepła jest zły, w związku z tym proponuje się kompleksową wymianę instalacji c.w.u., polegającą na montażu nowego orurowania, zasilanego z sieci miejskiej. Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono poniżej.

Szacuje się, że kompleksowa modernizacja systemu wyniesie: 81 000,00 zł.

Oszczędność kosztów eksploatacji określona jako różnica kosztów pozyskania ciepła dla potrzeb ciepłej wody obecnie i docelowo: 18 999,26 zł - 8 016,30, zł = 10 982,96 zł (tabela rozdz. 8)

Przy tych założeniach prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych wyniesie:

SPBT = 81 000,00 / 10 982,96 = 7,38 lat.

7.5 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
3	Ocieplenie ścian (oficyna i elewacja tylna)	217 469,00	20,98
4	Wymiana okien drewnianych	40 677,01	35,36
5	Wymiana drzwi drewnianych	16 880,95	48,18
6	Wymiana okien PCV	100 563,76	80,25
7	Wymiana drzwi frontowych	16 880,95	80,89

7.6 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

Poniżej w tabelach zestawiono przewidywane koszty modernizacji budynku dla poszczególnych wariantów. W kosztach uwzględniono wszystkie czynniki (robociznę, materiały, sprzęt itd.). Grubości warstw dociepleń przyjęto na podstawie powyższej analizy. Powierzchnie wymiany ciepła obliczono na podstawie projektu technicznego budynku.

Tabela 7a. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu I

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
3	Ocieplenie ścian (oficyna i elewacja tylna)	217 469,00	20,98
4	Wymiana okien drewnianych	40 677,01	35,36
5	Wymiana drzwi drewnianych	16 880,95	48,18
6	Wymiana okien PCV	100 563,76	80,25
7	Wymiana drzwi frontowych	16 880,95	80,89
	Ogółem	544 543,78	

Tabela 7b. Koszty modernizacji budynku wg wariantu II

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
3	Ocieplenie ścian (oficyna i elewacja tylna)	217 469,00	20,98
4	Wymiana okien drewnianych	40 677,01	35,36
5	Wymiana drzwi drewnianych	16 880,95	48,18
6	Wymiana okien PCV	100 563,76	80,25
	Ogółem	527 662,83	

Tabela 7c. Koszty modernizacji budynku wg wariantu III

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
3	Ocieplenie ścian (oficyna i elewacja tylna)	217 469,00	20,98
4	Wymiana okien drewnianych	40 677,01	35,36
5	Wymiana drzwi drewnianych	16 880,95	48,18
	Ogółem	427 099,07	

Tabela 7d. Koszty modernizacji budynku wg wariantu IV

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
3	Ocieplenie ścian (oficyna i elewacja tylna)	217 469,00	20,98
4	Wymiana okien drewnianych	40 677,01	35,36
	Ogółem	410 218,11	

Tabela 7e. Koszty modernizacji budynku wg wariantu V

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
3	Ocieplenie ścian (oficyna i elewacja tylna)	217 469,00	20,98
	Ogółem	369 541,10	

Tabela 7f. Koszty modernizacji budynku wg. wariantu VI

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	71 072,10	8,42
	Ogółem	152 072,10	

Tabela 7g. Koszty modernizacji budynku wg. wariantu VII

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	81 000,00	7,38
	Ogółem	81 003,00	

7.7 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień. Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, \text{ [lata]} \quad (17)$$

gdzie:

- N_{CO} – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,
- ΔO_{rCO} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rCO} dla n-tego źródła obliczono wg wzoru:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \text{ [zł/rok]} \quad (18)$$

gdzie:

- x_0, x_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

- Q_{0CO} - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia, GJ/rok,
- η_0, η_1 - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (19),
- w_{t0}, w_{t1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- w_{d0}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,
- O_{0z}, O_{1z} - jak we wzorze (2),
- y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- q_{0m}, q_{1m} - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- Ab_0, Ab_1 - jak we wzorze (2).

Całkowitą sprawność systemu grzewczego η_0, η_1 , oblicza się z zależności:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (19)$$

gdzie:

- η_w – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_p – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_r – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie

z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,

η_e – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu źródłem ciepła w analizowanym budynku są piece kaflowe i piece węglowe zainstalowane w mieszkaniach. Stan pieców jest zły w związku z tym w opracowaniu proponuje się kompleksową modernizację systemu grzewczego, polegającą na podłączeniu instalacji do sieci miejskiej, montażu nowego orurowania wraz z izolacjami, nowych grzejników oraz zainstalowanie przy grzejnikach zaworów regulacyjnych z głowicami termostatycznymi.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Wariant I
1	Obliczeniowa moc cieplna	MW	0,1271	0,1271
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględniania sprawności.	GJ/rok	977	977
3	Ogólna sprawność	-	0,5600	0,7207
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzględnienia sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1 745,18	1 356,05
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	67 300,00	97 061,89
8	Oszczędność kosztów ¹⁾	zł/rok		-29 761,89
9	Szacowany koszt modernizacji	zł		438 216,96

Wartość ujemna w pkt. 8 oznacza, że koszty eksploatacyjne po wykonaniu przedsięwzięcia będą wyższe niż obecnie, jednakże ze względu na obecną dużą emisję CO₂ i pyłów do atmosfery, przedsięwzięcie to będzie uwzględnione w dalszej analizie.

8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w § 6 pkt 4 rozporządzenia, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących

zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, oblicza się kolejno:

- a) planowane koszty całkowite N , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii,
- b) kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- c) zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej,
- d) kwotę środków własnych i kwotę kredytu,
- e) obliczenie wysokości premii termomodernizacyjnej wg art. 5 ust. 1 i 2 ustawy,

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO						CWU			CO+CWU			Oszczędności		
	q _{CO}	Q _{CO}	η	w	Q _{CO} *w/η	Opłata CO	q _{CWU}	Q _{CWU}	Opłata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok			
0	0,1271	977,30	0,5600	1	1 745,18	67 300,00	0,008	109,21	18 999,26	1 854	86 299,26				
I+A	0,0636	478,27	0,7207	1	663,62	47 684,92	0,008	116,80	8 016,30	780	55 701,22	1 074	57,92	30 598,04	
II+A	0,0637	478,88	0,7207	1	664,47	47 742,77	0,008	116,80	8 016,30	781	55 759,07	1 073	57,87	30 540,19	
III+A	0,0659	494,80	0,7207	1	686,56	49 340,24	0,008	116,80	8 016,30	803	57 356,54	1 051	56,68	28 942,72	
IV+A	0,0665	500,26	0,7207	1	694,14	49 880,98	0,008	116,80	8 016,30	811	57 897,28	1 043	56,27	28 401,98	
V+A	0,0688	517,66	0,7207	1	718,27	51 602,48	0,008	116,80	8 016,30	835	59 618,78	1 019	54,97	26 680,48	
VI+A	0,0947	721,79	0,7207	1	1 001,51	71 799,02	0,008	116,80	8 016,30	1 118	79 815,32	736	39,69	6 483,94	
VII+A	0,1194	916,47	0,7207	1	1 271,64	91 049,56	0,008	116,80	8 016,30	1 388	99 065,86	466	25,13	-12 766,60	
A	0,1271	977,30	0,7207	1	1 356,04	97 061,89	0,008	109,21	18 999,26	1 465	116 061,15	389	20,98	-29 761,89	

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite ¹⁾		Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana szacowana kwota środków własnych i kwota kredytu ²⁾		Premia termomodernizacyjna			
		[zł]	[zł/rok]			[zł]	[zł/rok]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności	
						[zł]	[zł/rok]	[zł]	[zł/rok]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6			7	8	9	
1	I+A	982 760,74	30 598,04	57,92	0,00	0,00	0,00	196 552,15	157 241,72	61 196,08	
2	II+A	965 879,79	30 540,19	57,87	0,00	0,00	0,00	193 175,96	154 540,77	61 080,38	
3	III+A	865 316,03	28 942,72	56,68	0,00	0,00	0,00	173 063,21	138 450,56	57 885,44	
4	IV+A	848 435,07	28 401,98	56,27	0,00	0,00	0,00	169 687,01	135 749,61	56 803,96	
5	V+A	807 758,06	26 680,48	54,97	0,00	0,00	0,00	161 551,61	129 241,29	53 360,96	
6	VI+A	519 219,96	6 483,94	39,69	0,00	0,00	0,00	103 843,99	83 075,19	12 967,88	
7	VII+A	519 216,96	-12 766,60	25,13	0,00	0,00	0,00	103 843,39	83 074,71	-25 533,20	
8	A	438 216,96	-29 761,89	20,98	0,00	0,00	0,00	87 643,39	70 114,71	-59 523,78	

¹⁾ Podana kwota jest wielkością szacunkową

²⁾ W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną

9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

Optymalnym wariantem jest wariant Nr 1 (I+A) i spełnia on wszystkie wymogi Ustawy. Pozostałe warianty, z wyjątkiem wariantów Nr 7 (VII+A) i Nr 8 (A), również mogą być realizowane, ponieważ spełniają wszystkie wymogi Ustawy. Natomiast warianty Nr 7 (VII+A) i Nr 8 (A), nie powinny być realizowane, ponieważ koszty eksploatacyjne po wykonaniu przedsięwzięć będą wyższe niż obecnie. Wszelkie prace remontowe i instalacyjne należy wykonać zgodnie z wytycznymi konserwatora zabytków. Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych elewacji tylnej [SZ-1] oraz oficyny [SZ-2] o powierzchni netto (bez stolarki okiennej i drzwiowej) około 913 m² proponuje się wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,040$ W/m*K, warstwą o grubości minimum 14 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,229 W/m²*K. Po uzyskaniu zgody ŁWKZ dopuszcza się dodatkowo ocieplenie bramy wjazdowej. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W ramach przedsięwzięcia uwzględniono niezbędne roboty towarzyszące np.: odtworzenie gzymsów, ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia wraz z odtworzeniem detali architektonicznych zgodnie z wytycznymi ŁWKZ.

2. Ocieplenie stropu pod poddaszem

Ocieplenie stropu pod poddaszem o powierzchni około 538 m² należy wykonać poprzez rozłożenie wełny mineralnej o grubości minimum 20 cm i współczynniku przewodzenia $\lambda \leq 0,040$ W/m*K na istniejącym podłożu. Następnie należy wykonać podłogę drewnianą (płyty OSB lub deskowanie). Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,174 W/m²*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W ramach przedsięwzięcia uwzględniono niezbędne roboty towarzyszące, np. wymiana elementów konstrukcyjnych dachu,

wymiana obróbek blacharskich wraz z orynowaniem, wymiana poszycia oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

3. Wymianę okien drewnianych o powierzchni około 36,98 m² oraz okien z PCV o powierzchni około 91,42 m² na okna drewniane o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnie z Aprobata Techniczną, zaleceniami producenta i wytycznymi konserwatorskimi. W ramach przedsięwzięcia uwzględniono niezbędne roboty towarzyszące np. demontaż i utylizacja starych futryn i okien, montaż i obróbka nowych okien ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
4. Wymianę drzwi wejściowych drewnianych o powierzchni około 10,75 m² oraz drzwi frontowych o powierzchni około 9,75 m² na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnie z Aprobata Techniczną, zaleceniami producenta i wytycznymi konserwatorskimi. Po uzyskaniu zgody ŁWKZ dopuszcza się zabudowanie klatki schodowej wraz ze wstawieniem nowych drzwi. W ramach przedsięwzięcia uwzględniono niezbędne roboty towarzyszące np. demontaż i utylizacja starych futryn i drzwi, montaż i obróbka nowych drzwi ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
5. Modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej poprzez:
 - montaż przewodów z rur z tworzywa sztucznego, zestabilizowanych aluminium,
 - montaż perlatorów przy punktach odbioru,
 - regulację instalacji,
 - montaż indywidualnych liczników ciepłej wody,
 - prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
6. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
 - demontaż pieców kaflowych i pieców węglowych,
 - demontaż instalacji w lokalach mieszkalnych, w których zainstalowano piece węglowe,
 - montaż węzła cieplnego na potrzeby instalacji c.o. i c.w.u. (leżący po stronie gestora sieci) wraz z adaptacją pomieszczenia w piwnicy budynku, przeznaczonego na węzeł cieplny,
 - montaż przewodów z rur z tworzywa sztucznego, zestabilizowanych aluminium,
 - montaż grzejników płytowych,
 - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi,
 - regulację instalacji grzewczej,

- montaż indywidualnych liczników ciepła na potrzeby instalacji c.o.
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Całkowity szacunkowy koszt robót	982 760,74 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	61 196,08 zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	30 598,04 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	32,12 lat



mgr inż. Barbara Kosowska

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla instalacji c.o. i cw.u obecnie

Zapotrzebowanie ciepła	GJ	1 745,18
Wartość opałowa paliwa	GJ/Mg	25,93
Zużycie paliwa roczne	Mg	67,3
Cena paliwa	zł/Mg	1 000
Koszt paliwa	zł	67 300,00
Cena jednostkowa ciepła	zł/GJ	38,56
Cena jednostkowa energii elektrycznej z uwzględnieniem wszystkich składników stałych i zmiennych	zł/kWh	0,6263
	zł/GJ	173,97

Ceny jednostkowe ciepła dla instalacji c.o. i cw.u docelowo

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł(MW*m-c)	4 646,22	5 714,85
Przesył	zł(MW*m-c)	4 293,44	5 280,93
Razem opłata stała	zł(MW*m-c)	8 939,66	10 995,78
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	32,83	40,38
Przesył	zł/GJ	15,31	18,83
Razem opłata zmienna	zł/GJ	48,14	59,21
Abonament	zł/(pkt.*m-c)	0,00	0,00

Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_i	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Strop poddasza	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	1,448
	Pustka powietrzna	15,0			0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				0,491	
	R _{si}				0,100	
	R _{se}				0,100	
	R _T				0,691	
Strop nad przejściem	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	1,427
	Pustka powietrzna	15,0			0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				0,491	
	R _{si}				0,170	
	R _{se}				0,040	
	R _T				0,701	
Ściana zewnętrzna [SZ-1] i [SZ-2] (elewacja tylna i oficyna)	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	1,151
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,699	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				0,869	
Ściana zewnętrzna [SZ-3] (elewacja frontowa)	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	1,151
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,699	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				0,869	
Strop nad piwnicą	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	1,204
	Pustka powietrzna	15,0			0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				0,491	
	R _{si}				0,170	
	R _{se}				0,170	
	R _T				0,831	
Podłoga na gruncie	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	0,432
	Pustka powietrzna	15,0			0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Papa asfaltowa	1,5	0,0150	0,180	0,083	
	Piasek	10,0	0,1	0,40	0,250	
	Grunt	10,0	0,1	1,74	0,057	
	R				0,863	
	Opór zastępczy gruntu				1,454	
	R _T				2,317	
Okna PCV				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,700	1,0	1,700
Okna drewniane				2,600	1,0	2,600
Drzwi frontowe				1,700	1,0	1,700
Drzwi wejściowe drewniane				2,600	1,2	3,120

Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Strop poddasza	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	0,174
	Pustka powietrzna	15,0	0,150		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	R				5,531	
	Rsi				0,100	
	Rse				0,100	
	R _T				5,731	
Strop nad przejściem	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	1,427
	Pustka powietrzna	15,0	0,150		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,491	
	Rsi				0,170	
	Rse				0,040	
	R _T				0,701	
Ściana zewnętrzna [SZ-3] (elewacja frontowa)	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	1,151
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,51	0,770	0,662	
	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,699	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R _T				0,869	
Ściana zewnętrzna [SZ-1] i [SZ-2] (elewacja tylna i oficyna)	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	0,229
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,51	0,770	0,662	
	Styropian	14,0	0,14	0,040	3,500	
	Tynk cem. - wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				4,199	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R _T				4,369	
Strop nad piwnicą	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	1,204
	Pustka powietrzna	15,0	0,000		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,491	
	Rsi				0,170	
	Rse				0,170	
	R _T				0,831	
Podłoga na gruncie	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	0,432
	Pustka powietrzna	15,0	0,15	0,000	0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Piasek	10,0	0,1	0,400	0,250	
	Grunt	10,0	0,1	1,740	0,057	
	R				0,863	
	Opór zastępczy gruntu				1,454	
	RT				2,317	
Okna wymienione				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
Drzwi wejściowe wymienione				1,1	1,000	1,100
				1,5	1,000	1,500

Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Pomieszczenie	Ilość pomieszczeń	Strumień powietrza na pomieszczenie	Całkowity strumień powietrza
		[m ³ /h]	[m ³ /h]
Strumień powietrza wentylacyjnego			
Kuchnie	15	70	1 050
Łazienki	15	50	750
Razem			1 800
Klatki schodowe	2	210	210
Ogółem			2 010
Strumień powietrza wentylacyjnego		[m ³ /sek]	0,558
Infiltracja		[m ³ /sek]	0,125
Ogółem		[m ³ /sek]	0,683
Współczynnik strat ciepła przez wentylację		[W/K]	820
Kubatura wentylowana		[m ³]	2 244
Krotność wymiany powietrza			1,10

Współczynniki korekcyjne			
	c _r	1,0	1,0
	c _w	1,0	1,0
	c _m	1,0	1,0

Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		2 244	0,5			1 122,2

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	788	7,1	5 591

Z-7 Projektowana strata ciepła.

Projektowana strata ciepła obecnie

Przełoga	A	U	b_u	H_t	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]		
Strop poddasza	538,43	1,448	0,90	701	40	28,06
Strop nad przejściem	36,50	1,427	1,00	52		2,08
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	208,74	1,151	1,00	240		9,61
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	704,04	1,151	1,00	810		32,41
Ściana zewnętrzna [SZ-3]	116,94	1,151	1,00	135		5,38
Okna PCV	91,42	1,700	1,00	155		6,22
Okna drewniane	36,98	2,600	1,00	96		3,85
Drzwi wejściowe drewniane	10,75	3,120	1,00	34		1,34
Drzwi wejściowe frontowe	9,75	1,700	1,00	17		0,66
Strop nad piwnicą	388,15	1,204	0,80	374		14,95
Podłoga na gruncie	99,89	0,432	1,00	43		1,72
Mostki liniowe	l	ψ	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	227,68	0,190	1,0	43		1,73
nadproża	81,77	0,600	1,0	49		1,96
podokien	81,77	0,570	1,0	47	1,86	
balkony	0,00	0,650	1,0	0	0,00	
Ogółem				2 796	111,84	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v		
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]		
		1 122	0,34	382	15,26	
OGÓŁEM					127,11	

Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przełoga	A	U	b_u	H_{tr}	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]		
Strop poddasza	538,43	0,174	0,90	85	40	3,38
Strop nad przejściem	36,50	1,427	1,00	52		2,08
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	208,74	0,229	1,00	48		1,91
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	704,04	0,229	1,00	161		6,45
Ściana zewnętrzna [SZ-3]	116,94	1,151	1,00	135		5,38
Okna wymienione	91,42	1,100	1,00	101		4,02
Okna wymienione	36,98	1,100	1,00	41		1,63
Drzwi wejściowe	10,75	1,500	1,00	16		0,65
Drzwi frontowe	9,75	1,500	1,00	15		0,58
Strop nad piwnicą	388,15	1,204	0,80	374		14,95
Podłoga na gruncie	99,89	0,432	1,00	43		1,72
Mostki liniowe	l	ψ	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	227,68	0,190	1,0	43		1,73
nadproża	81,77	0,600	1,0	49		1,96
podokien	81,77	0,570	1,0	47	1,86	
balkony	0,00	0,650	1,0	0	0,00	
Ogółem				1 208	48,32	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v		
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]		
		1 122	0,34	382	15,26	
OGÓŁEM					63,58	

Z-8 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięczą	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Straty	H_{tr}, H_{ve}										
Strop poddasza	[MJ]	39 456	35 638	31 377	22 546	1 970	2 152	25 177	29 456	36 262	224 033
Strop nad przejściem	[MJ]	2 929	2 646	2 329	1 674	146	160	1 869	2 187	2 692	16 633
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	13 512	12 204	10 745	7 721	675	737	8 622	10 087	12 418	76 722
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	45 573	41 163	36 241	26 042	2 275	2 485	29 080	34 022	41 884	258 766
Ściana zewnętrzna [SZ-3]	[MJ]	7 570	6 837	6 020	4 326	378	413	4 830	5 651	6 957	42 981
Okna PCV	[MJ]	8 742	7 896	6 952	4 995	436	477	5 578	6 526	8 034	49 635
Okna drewniane	[MJ]	5 408	4 885	4 301	3 090	270	295	3 451	4 037	4 970	30 706
Drzwi wejściowe drewniane	[MJ]	1 887	1 704	1 501	1 078	94	103	1 204	1 409	1 734	10 714
Drzwi wejściowe frontowe	[MJ]	932	842	741	532	47	51	595	696	856	5 291
Strop nad piwnicą	[MJ]	21 023	18 988	16 718	12 013	1 050	1 146	13 415	15 694	19 321	119 368
Mostki linowe	[MJ]	7 814	7 058	6 214	4 465	390	426	4 986	5 834	7 182	44 370
Podłoga na gruncie	[MJ]	2 425	2 190	1 928	1 385	121	132	1 547	1 810	2 228	13 767
Straty przez przegrody	[MJ]	157 270	142 050	125 067	89 869	7 851	8 576	100 353	117 409	144 539	892 985
Wentylacja	[MJ]	46 100	41 638	36 660	26 343	2 301	2 514	29 416	34 415	42 368	261 756
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	203 370	183 689	161 727	116 211	10 153	11 090	129 769	151 824	186 907	1 154 741
Zyski słoneczne	[MJ]	5 580	6 005	13 598	17 917	23 826	13 839	9 491	4 601	3 680	98 537
Zyski wewnętrzne	[MJ]	14 976	13 527	14 976	14 493	2 415	2 415	14 976	14 493	14 976	107 246
Razem zyski	[MJ]	20 556	19 531	28 574	32 410	26 242	16 255	24 467	19 094	18 656	205 783
Stosunek zysków do przenieszenia		0,1011	0,1063	0,1767	0,2789	2,5846	1,4657	0,1885	0,1258	0,0998	0,1782
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	788									
Pojemność ciepłota	[J/K]	204 752 600									
Stała czasowa	[h]	16									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny a_H		2,05									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		3,05									
η		0,9918	0,9909	0,9763	0,9462	0,3510	0,5384	0,9732	0,9875	0,9920	
Zyski ciepła	[MJ]	20 387	19 354	27 895	30 666	9 211	8 751	23 812	18 854	18 506	177 437
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	182 983	164 335	133 832	85 545	942	2 339	105 957	132 970	168 400	977 303

Z-9 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięczą	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Przegroda	Htr Hve										
Strop poddasza	[MJ]	4 756	4 296	3 782	2 718	237	259	3 035	3 551	4 371	27 005
Strop nad przejściem	[MJ]	2 929	2 646	2 329	1 674	146	160	1 869	2 187	2 692	16 633
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	2 687	2 427	2 137	1 536	134	147	1 715	2 006	2 470	15 259
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	9 064	8 187	7 208	5 179	452	494	5 784	6 767	8 330	51 465
Ściana zewnętrzna [SZ-3]	[MJ]	7 570	6 837	6 020	4 326	378	413	4 830	5 651	6 957	42 981
Okna wymiennione	[MJ]	5 656	5 109	4 498	3 232	282	308	3 609	4 223	5 198	32 117
Okna wymiennione	[MJ]	2 288	2 067	1 819	1 307	114	125	1 460	1 708	2 103	12 991
Drzwi frontowe	[MJ]	822	743	654	470	41	45	525	614	756	4 668
Mostki liniowe	[MJ]	7 814	7 058	6 214	4 465	390	426	4 986	5 834	7 182	44 370
Drzwi wejściowe	[MJ]	907	819	721	518	45	49	579	677	834	5 151
Strop nad piwnicą	[MJ]	21 023	18 988	16 718	12 013	1 050	1 146	13 415	15 694	19 321	119 368
Podłoga na gruncie	[MJ]	2 425	2 190	1 928	1 385	121	132	1 547	1 810	2 228	13 767
Straty przez przegrody	[MJ]	67 942	61 367	54 030	38 824	3 392	3 705	43 353	50 721	62 442	385 775
Wentylacja	[MJ]	46 100	41 638	36 660	26 343	2 301	2 514	29 416	34 415	42 368	261 756
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	114 041	103 005	90 690	65 166	5 693	6 219	72 769	85 137	104 809	647 531
Zyski sfonteczne	[MJ]	5 444	5 862	13 282	17 514	23 290	13 525	9 269	4 494	3 595	96 275
Zyski wewnętrzne	[MJ]	14 976	13 527	14 976	14 493	2 415	2 415	14 976	14 493	14 976	107 246
Razem zyski	[MJ]	20 420	19 389	28 257	32 006	25 706	15 940	24 245	18 987	18 571	203 521
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1791	0,1882	0,3116	0,4911	4,5151	2,5632	0,3332	0,2230	0,1772	0,3143
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	788									
Pojemność cieplna	[J/K]	204 752 600									
Stała czasowa	[h]	28									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}		1									
Stała czasowa odniesienia t _{H,0}	[h]	15									
Parametr numeryczny a _H		2,87									
Parametr numeryczny a _H + 1		3,87									
η		0,9941	0,9933	0,9755	0,9294	0,2192	0,3737	0,9711	0,9895	0,9943	
Zyski ciepła	[MJ]	20 299	19 258	27 565	29 746	5 635	5 958	23 545	18 787	18 465	169 258
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	93 742	83 747	63 125	35 421	59	261	49 224	66 350	86 345	478 273

Z-10 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,8	piece kaflowe w złym stanie technicznym
3	Przesyłanie ciepła	η_d	1,0	źródło ciepła w pomieszczeniu
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,70	ogrzewanie piecowe
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,560	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	przewody poziome i pionowe zaizolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,88	regulacja centralna i regulacja miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,72	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	obniżenie nocne

Z-11 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	obecnie	docelowo
Ciepło właściwe wody	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19	4,19
Gęstość wody	kg/dm^3	1	1
Powierzchnia pomieszczeń A_f	m^2	679	679
Liczba użytkowników	osoba	38	38
Zużycie jednostkowe	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{doba})$	2,00	2,00
Temperatura ciepłej wody	$^{\circ}\text{C}$	55	55
Temperatura wody zimnej	$^{\circ}\text{C}$	10	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,9	0,9
Czas pracy instalacji cwu	doba	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	23 359,5	23 359,5
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	84,1	84,1
Sprawność wytwarzania	-	0,960	0,900
Sprawność przesyłu	-	0,800	0,800
Sprawność akumulacji	-	1,000	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000	1,000
Sprawność całkowita	-	0,770	0,720
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	30 337,0	32 443,7
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	109,2	116,8
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m^3/h	0,101	0,115
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	3,837	3,723
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	GJ/m^3	0,246	0,262
Max. moc c.w.u.	kW	26,51	31,05
Średnia moc c.w.u.	kW	6,9	8,3
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	38,5	41,2

Z-12 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (ocieplenie przegród, wymiana okien, wymiana drzwi, wymiana instalacji c.w.u., wymiana instalacji c.o., wymiana źródeł ciepła dla potrzeb c.w.u. i c.o.).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- węgiel kamienny - 1,1.
- ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej – 1,3.
- energia elektryczna - 3,0.

Zużycie energii pierwotnej obliczono wg wzoru:

$$Q_p = Q_k * w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
Energia końcowa:			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 745,18	484 772,22	484,77
zużycie po modernizacji	780,42	216 783,33	216,78
oszczędność	964,76	267 988,89	267,99
<i>energia elektryczna (c.w.u)</i>			
zużycie przed modernizacją	109,21	30 336,11	30,34
zużycie po modernizacji	0,00	0,00	0,00
oszczędność	109,21	30 336,11	30,34
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 854,39	515 108,33	515,11
zużycie po modernizacji	780,42	216 783,33	216,78
oszczędność	1 073,97	298 325,00	298,33
oszczędność %	57,92		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 919,70	533 249,44	533,25
zużycie po modernizacji	1 014,55	281 818,33	281,82
oszczędność	905,15	251 431,11	251,43
<i>energia elektryczna (c.w.u)</i>			
zużycie przed modernizacją	327,63	91 008,33	91,01
zużycie po modernizacji	0,00	0,00	0,00
oszczędność	327,63	91 008,33	91,01
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	2 247,33	624 257,77	624,26
zużycie po modernizacji	1 014,55	281 818,33	281,82
oszczędność	1 232,78	342 439,44	342,44
oszczędność %	54,86		

Z-13 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO₂) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)

	Roczna redukcja emisji CO ₂									
	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO ₂	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO ₂	emisja CO ₂	
	GJ	MWh	kg/GJ; Mg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/GJ; Mg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
węgiel kamienny	1 745,18	-	94,73	165,32	-	-	-	-		
energia elektryczna	-	30,34	0,832	25,24	-	-	-	-		
sieć miejska		-			780,42	-	94,96	74,11		
				190,56				74,11	116,46	61,11

Z-14 Niezbędne roboty towarzyszące

W ramach przedsięwzięcia należy przeprowadzić niezbędne roboty towarzyszące, stanowiące element prac remontowych i modernizacyjnych w tym m.in.:

- odtworzenie gzymsów,
 - ocieplenie ościeży,
 - wymianę parapetów zewnętrznych,
 - wymianę rur spustowych i orynnowania,
 - obróbki blacharskie,
 - na elewacjach ocieplanych przełożenie zewnętrznych przewodów pod tynk,
 - prace odtworzeniowe i wykończeniowe na elewacji w tym naprawa tynków i malowanie elewacji,
 - wymianę elementów konstrukcyjnych dachu,
 - wymianę poszycia,
 - przebudowę kominów na budynku frontowym,
 - demontaż i utylizację starych futryn, okien i drzwi,
 - obróbkę nowych okien i drzwi,
 - prace instalacyjne i odtworzeniowe,
 - wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termo modernizacyjnych,
- oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.