

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 13

„BAJKOWE PRZEDSZKOLE”

ul. Słowackiego 8

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 użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy
	Gmina Miasto Zgierz		1919
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. Słowackiego nr bud. 8
		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 <i>Bllososka</i>			
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 (Zlecniodawcy) 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 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne. 17			
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku 17			
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. 18			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 21			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. 23			
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych 25			
ZAŁĄCZNIKI 26			
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła 26			
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją 27			
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji 28			
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację 29			
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego 29			
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła 29			
Z-7 Projektowana strata ciepła 30			
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego 31			
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu 32			
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 33			
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 34			
Z-12 Sprawności systemu grzewczego 35			
Z-13 Ciepła woda użytkowa 36			
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne 37			
Z-15 Instalacja fotowoltaiczna 39			
Z-16 Obliczenie efektywności energetycznej 40			
Z-17 Obliczenie efektu ekologicznego 41			
Z-18 Niezbędne roboty towarzyszące 42			

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]	3 481	3 481
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	994	994
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	994	994
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	230	230
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralna	centralna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,483	0,483
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	1,154	0,229
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,969	0,179
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,433	0,423
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,700	1,700
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,85	0,85	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	0,85	0,85	
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]	2 660	2 660	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,81	0,81	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	95,19	50,87	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	30,54	30,54	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	686,37	340,05	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	892,78	378,18	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	70,00	70,00	
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)]	191,81	95,03	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	249,49	105,68	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	50,90	50,90	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	-	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej	[zł/m ³]	22,14	22,14	
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)]	4,11	1,91	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu ¹⁾	[zł]	470 221,01	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	53,45
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	470 221,01	Premia termomodernizacyjna	[zł]	52 382,58
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	26 191,29			

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 Miejskiego Przedszkola Nr 13 „Bajkowe Przedszkole” w Zgierzu, ul. Słowackiego 8 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 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) .

1. Maksymalne obniżenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie budynku.
2. Maksymalne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynek			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1919
Adres budynku	ul. Słowackiego 8, 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	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	3 481	0	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	994	0	
Współczynnik kształtu	0,483		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,3	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	230	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	10	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto [m ²]	U [W/m ² K]
Stropodach		323,18	0,969
Ściana zewnętrzna [SZ-1]		672,70	1,154
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (piwnica powyżej gruntu)		108,71	0,978
Ściana poniżej gruntu [SG-1]		74,08	0,696
Okna	S	0,00	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	89,82	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	0,00	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	86,37	1,500
	SE	0,00	1,500

Drzwi wejściowe		2,33	1,700
Podłoga na gruncie		323,18	0,433

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 13 „Bajkowe Przedszkole”, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Słowackiego 8. Budynek wybudowany w 1919 roku, jest podpiwniczony wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły pełnej grubości 48 cm, nieocieplone. Ściany ogrzewanej piwnicy wykonane z cegły pełnej grubości 60 cm, nieocieplone. Nad budynkiem zastosowano stropodach wentylowany, wykonany z płyt korytkowych na ściankach ażurowych, kryty papą termozgrzewalną, ocieplony płytą pilśniową grubości 2,5 cm. W budynku zastosowano stropy gęstożebrowe. 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/m²K,
- dla ścian zewnętrznych - 0,23 W/m²K,
- dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą - 0,25 W/m²K,
- dla podłogi na gruncie - 0,30 W/m²K.

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- stropodach - 0,969 W/m²K,
- ściany zewnętrzne - 0,696; 0,978; 1,154 W/m²K,
- podłoga na gruncie - 0,433 W/m²K

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi podłoga na gruncie w ogrzewanym pomieszczeniu powinna mieć izolację cieplną obwodową z materiału izolacyjnego w postaci warstwy o oporze cieplnym co najmniej 2,0 m²K/W, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowano ocieplenie ścian poniżej gruntu do poziomu jednego metra poniżej gruntu.

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 starą stolarkę okienną wymieniono na okna o współczynniku przenikania ciepła 1,5 W/m²K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana.

W budynku starą stolarkę drzwiową wymieniono na drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/m²K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym spełnia wymagania Warunków Technicznych, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana.

5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

Źródłem ciepła dla budynku jest kotłownia gazowa zlokalizowana w piwnicy budynku. Zainstalowane w 2015 r. kotły gazowe o mocy 2x50 kW są w dobrym stanie technicznym i ich wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

Instalacja c.o. została wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej 90/70°C z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano grzejniki aluminiowe z zaworami z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest dobry, w związku z tym modernizacja instalacji c.o. nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z tych samych kotłów gazowych, co ciepło na potrzeby instalacji c.o., zainstalowanych w piwnicy budynku. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym i jej modernizacja nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

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 stropodachu wentylowanego,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,

- ocieplenie ścian poniżej gruntu,
- montaż Systemu Zarządzania Energią,

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 stropodachu Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]. Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-2]. Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Montaż Systemu Zarządzania Energią.

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:

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{0u} * O_{0z} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (A b_0 - A b_1), \text{ [zł/rok]} \quad (2)$$

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, $\text{W}/(\text{m}^2 * \text{K})$, 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:

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

gdzie:

- t_{wo} - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, $^{\circ}\text{C}$,
- $t_e(m)$ - 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, $^{\circ}\text{C}$,
- $L_d(m)$ - 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, $^{\circ}\text{C}$

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
$T_e(m)$	-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 stropodachu wentylowanego

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa = 323,18 [m²] R₀ = 1,032 [(m²*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok.291 [m²]

Materiał: granulát

U₀ = 0,969 [W/(m²*K)]

λ = 0,044 [W/(m*K)]

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

Izolacja	ΔR	R _i	U	Q _i	q _i	Nu	ΔKogrz	SPBT
[m]	[(m ² *K)/W]	[(m ² *K)/W]	[W/(m ² *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,136	2,168	0,461	47,61	0,006	58 782,00	2 669,05	22,024
0,06	1,364	2,395	0,417	43,09	0,005	59 393,10	2 898,96	20,488
0,07	1,591	2,623	0,381	39,36	0,005	60 004,20	3 089,02	19,425
0,08	1,818	2,850	0,351	36,22	0,005	60 615,30	3 248,76	18,658
0,09	2,045	3,077	0,325	33,54	0,004	61 226,40	3 384,91	18,088
0,10	2,273	3,304	0,303	31,24	0,004	61 837,50	3 502,33	17,656
0,11	2,500	3,532	0,283	29,23	0,004	62 448,60	3 604,64	17,325
0,12	2,727	3,759	0,266	27,46	0,003	63 059,70	3 694,57	17,068
0,13	2,955	3,986	0,251	25,89	0,003	63 670,80	3 774,25	16,870
0,14	3,182	4,213	0,237	24,50	0,003	64 281,90	3 845,34	16,717
0,15	3,409	4,441	0,225	23,24	0,003	64 893,00	3 909,15	16,600
0,16	3,636	4,668	0,214	22,11	0,003	65 504,10	3 966,74	16,513
0,17	3,864	4,895	0,204	21,08	0,003	66 115,20	4 018,99	16,451
0,18	4,091	5,123	0,195	20,15	0,003	66 726,30	4 066,60	16,408
0,19	4,318	5,350	0,187	19,29	0,002	67 337,40	4 110,16	16,383
0,20	4,545	5,577	0,179	18,51	0,002	67 948,50	4 150,18	16,372
0,21	4,773	5,804	0,172	17,78	0,002	68 559,60	4 187,06	16,374
0,22	5,000	6,032	0,166	17,11	0,002	69 170,70	4 221,16	16,387
0,23	5,227	6,259	0,160	16,49	0,002	69 781,80	4 252,79	16,408
0,24	5,455	6,486	0,154	15,91	0,002	70 392,90	4 282,20	16,439
0,25	5,682	6,713	0,149	15,37	0,002	71 004,00	4 309,61	16,476

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 20 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.

Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych budynku

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

Pow. obliczeniowa =	672,70	[m ²]	$R_0 =$	0,867	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 730	[m ²]			
Materiał:	styropian		$U_0 =$	1,154	[W/(m ² *K)]
	$\lambda =$	0,040			[W/(m*K)]

Cena Nu zawiera całkowity 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	2,117	0,472	101,50	0,013	210 240,00	7 452,33	28,211
0,06	1,500	2,367	0,423	90,78	0,011	211 517,50	7 998,09	26,446
0,07	1,750	2,617	0,382	82,11	0,010	213 050,50	8 439,55	25,244
0,08	2,000	2,867	0,349	74,95	0,009	214 839,00	8 804,02	24,402
0,09	2,250	3,117	0,321	68,94	0,009	216 883,00	9 110,01	23,807
0,10	2,500	3,367	0,297	63,82	0,008	219 182,50	9 370,55	23,391
0,11	2,750	3,617	0,277	59,40	0,007	221 737,50	9 595,08	23,110
0,12	3,000	3,867	0,259	55,56	0,007	224 548,00	9 790,57	22,935
0,13	3,250	4,117	0,243	52,19	0,007	227 614,00	9 962,31	22,848
0,14	3,500	4,367	0,229	49,20	0,006	230 935,50	10 114,39	22,832
0,15	3,750	4,617	0,217	46,54	0,006	234 512,50	10 250,00	22,879
0,16	4,000	4,867	0,205	44,15	0,006	238 345,00	10 371,68	22,980
0,17	4,250	5,117	0,195	41,99	0,005	242 433,00	10 481,46	23,130
0,18	4,500	5,367	0,186	40,03	0,005	246 776,50	10 581,02	23,323
0,19	4,750	5,617	0,178	38,25	0,005	251 375,50	10 671,71	23,555
0,20	5,000	5,867	0,170	36,62	0,005	256 230,00	10 754,68	23,825
0,21	5,250	6,117	0,163	35,12	0,004	261 340,00	10 830,86	24,129
0,22	5,500	6,367	0,157	33,75	0,004	266 705,50	10 901,06	24,466
0,23	5,750	6,617	0,151	32,47	0,004	272 326,50	10 965,95	24,834
0,24	6,000	6,867	0,146	31,29	0,004	278 203,00	11 026,12	25,231
0,25	6,250	7,117	0,141	30,19	0,004	284 335,00	11 082,06	25,657

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.

Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych budynku

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

Pow. obliczeniowa =	108,71	[m ²]	$R_0 = 1,022$	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 109	[m ²]		
Materiał: styropian			$U_0 = 0,978$	[W/(m ² *K)]
$\lambda =$	0,040	[W/(m*K)]		

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

Izolacja	ΔR	R_1	U	Q_1	q_1	Nu	ΔK_{ogrz}	SPBT
[m]	[(m ² *K)/W]	[(m ² *K)/W]	[W/(m ² *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,272	0,440	15,28	0,002	31 308,48	950,72	32,931
0,06	1,500	2,522	0,396	13,76	0,002	31 498,72	1 027,79	30,647
0,07	1,750	2,772	0,361	12,52	0,002	31 727,01	1 090,96	29,082
0,08	2,000	3,022	0,331	11,49	0,001	31 993,35	1 143,68	27,974
0,09	2,250	3,272	0,306	10,61	0,001	32 297,74	1 188,34	27,179
0,10	2,500	3,522	0,284	9,86	0,001	32 640,18	1 226,67	26,609
0,11	2,750	3,772	0,265	9,20	0,001	33 020,66	1 259,91	26,209
0,12	3,000	4,022	0,249	8,63	0,001	33 439,20	1 289,03	25,941
0,13	3,250	4,272	0,234	8,13	0,001	33 895,78	1 314,73	25,781
0,14	3,500	4,522	0,221	7,68	0,001	34 390,41	1 337,60	25,711
0,15	3,750	4,772	0,210	7,27	0,001	34 977,44	1 358,06	25,755
0,16	4,000	5,022	0,199	6,91	0,001	35 548,17	1 376,50	25,825
0,17	4,250	5,272	0,190	6,58	0,001	36 156,95	1 393,18	25,953
0,18	4,500	5,522	0,181	6,29	0,001	36 803,77	1 408,35	26,133
0,19	4,750	5,772	0,173	6,01	0,001	37 488,64	1 422,21	26,359
0,20	5,000	6,022	0,166	5,76	0,001	38 211,57	1 434,92	26,630
0,21	5,250	6,272	0,159	5,54	0,001	38 972,54	1 446,61	26,941
0,22	5,500	6,522	0,153	5,32	0,001	39 771,55	1 457,41	27,289
0,23	5,750	6,772	0,148	5,13	0,001	40 608,62	1 467,41	27,674
0,24	6,000	7,022	0,142	4,94	0,001	41 483,74	1 476,70	28,092
0,25	6,250	7,272	0,138	4,77	0,001	42 396,90	1 485,35	28,543

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.

Usprawnienia dotyczące ścian poniżej gruntu

Rozpatruje się ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1] na głębokość 1m styroporem lub styropianem XPS o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa =	74,08	[m ²]	$R_0 = 1,436$	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 74	[m ²]		
Materiał: styropor			$U_0 = 0,696$	[W/(m ² *K)]
$\lambda =$	0,032	[W/(m*K)]		

Cena Nu zawiera całkowity 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	1,563	2,998	0,334	7,89	0,001	23 705,60	437,05	54,240
0,06	1,875	3,311	0,302	7,15	0,001	24 168,60	474,95	50,886
0,07	2,188	3,623	0,276	6,53	0,001	24 724,20	506,32	48,831
0,08	2,500	3,936	0,254	6,01	0,001	25 372,40	532,71	47,629
0,09	2,813	4,248	0,235	5,57	0,001	26 113,20	555,22	47,033
0,10	3,125	4,561	0,219	5,19	0,001	26 946,60	574,64	46,893
0,11	3,438	4,873	0,205	4,85	0,001	27 872,60	591,57	47,117
0,12	3,750	5,186	0,193	4,56	0,001	28 891,20	606,46	47,639
0,13	4,063	5,498	0,182	4,30	0,001	30 002,40	619,65	48,418
0,14	4,38	5,811	0,172	4,07	0,001	31 206,20	631,43	49,421
0,15	4,688	6,123	0,163	3,86	0,000	32 510,01	642,01	50,638
0,16	5,000	6,436	0,155	3,68	0,000	33 899,01	651,56	52,028
0,17	5,313	6,748	0,148	3,51	0,000	35 380,61	660,22	53,589
0,18	5,625	7,061	0,142	3,35	0,000	36 954,81	668,12	55,312
0,19	5,938	7,373	0,136	3,21	0,000	38 621,61	675,35	57,188
0,20	6,250	7,686	0,130	3,08	0,000	40 381,01	681,99	59,211
0,21	6,563	7,998	0,125	2,96	0,000	42 233,01	688,11	61,376
0,22	6,875	8,311	0,120	2,85	0,000	44 177,61	693,77	63,678
0,23	7,188	8,623	0,116	2,74	0,000	46 214,81	699,02	66,114
0,24	7,500	8,936	0,112	2,65	0,000	48 344,61	703,90	68,681
0,25	7,813	9,248	0,108	2,56	0,000	50 567,01	708,46	71,376

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 10 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Minimalny opór cieplny warstwy materiału izolacyjnego izolacji obwodowej podłogi na gruncie wynosi 2,0 m²K/W". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 10 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 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	67 948,50	16,37
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	230 935,50	22,83
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-2]	34 390,41	25,71
4	Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]	26 946,60	46,89

7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

Tabela 7a. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu I

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	67 948,50	16,37
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	230 935,50	22,83
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-2]	34 390,41	25,71
4	Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]	26 946,60	46,89
	Ogółem	360 221,01	

Tabela 7b. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu II

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	67 948,50	16,37
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	230 935,50	22,83
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-2]	34 390,41	25,71
	Ogółem	333 274,41	

Tabela 7c. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu III

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	67 948,50	16,37
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	230 935,50	22,83
	Ogółem	298 884,00	

Tabela 7d. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu IV

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	67 948,50	16,37
	Ogółem	67 948,50	

7.5 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:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{0CO} * O_{1z} / \eta_1) +$$

$$+ 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (18)$$

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 zarówno kotły gazowe, instalacja jak i grzejniki są w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu przewidziano jedynie montaż Systemu Zarządzania Energią.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0952	0,0952
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	686	686
3	Ogólna sprawność CO	-	0,7688	0,7688
4	Obniżenie nocne ¹⁾	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe ¹⁾	-	1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	893	763
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	45 439,29	38 850,75
8	Roczna opłata stała	zł/rok	3 541,51	3 541,51
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	30,10	30,10
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,4300	0,4300
11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	70,00	70,00
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	50,90	50,90
13	Koszt ciepła CO	zł	48 980,80	42 392,26
14	Koszt ciepła CWU	zł	3 562,75	3 562,75
15	Koszt ciepła	zł	52 543,55	45 955,01
16	Oszczędność kosztów	zł		6 588,54
17	Szacowany koszt modernizacji	zł		110 000,00
18	SPBT	lat		16,70

¹⁾ Uwzględnienie Systemu Zarządzania Energią

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 przedsięwzięcia termomodernizacyjnych

wariant	CO				CWU				CO+CWU				Oszczędności		
	q _{CO}	Q _{CO}	η	w	q _{CWU}	MW	GJ/rok	Opłata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	MW	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	%	zł/rok
0	0,0952	686,37	0,7688	1	0,012	892,78	48 980,80	3 562,75	963	52 543,55	515	53,45	26 191,29		
I+A	0,0509	340,05	0,7688	0,855	0,012	378,18	22 789,51	3 562,75	448	26 352,26	502	52,12	25 540,32		
II+A	0,0523	351,55	0,7688	0,855	0,012	390,97	23 440,48	3 562,75	461	27 003,23	473	49,17	24 093,34		
III+A	0,0556	377,11	0,7688	0,855	0,012	419,40	24 887,46	3 562,75	489	28 450,21	219	22,70	11 122,39		
IV+A	0,0829	606,27	0,7688	0,855	0,012	674,25	37 858,41	3 562,75	744	41 421,16	129	13,45	6 588,54		
A	0,0952	686,37	0,7688	0,855	0,012	763,33	42 392,26	3 562,75	833	45 955,01					

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite ¹⁾	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu ²⁾			Premia termomodernizacyjna				
					[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[%]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności
1	2	3	4	5	6			7	8	9		
1	I+A	470 221,01	26 191,29	53,45	0,00	0,00	0,00	94 044,20	75 235,36	52 382,58		
2	II+A	443 274,41	25 540,32	52,12	0,00	470 221,01	100,00	88 654,88	70 923,91	51 080,64		
3	III+A	408 884,00	24 093,34	49,17	0,00	443 274,41	100,00	81 776,80	65 421,44	48 186,68		
4	IV+A	177 948,50	11 122,39	22,70	0,00	408 884,00	100,00	35 589,70	28 471,76	22 244,78		
5	A	110 000,00	6 588,54	13,45	0,00	177 948,50	100,00	22 000,00	17 600,00	13 177,08		
					0,00	110 000,00	100,00					

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. Również pozostałe warianty mogą być realizowane, ponieważ spełniają wszystkie wymogi Ustawy. 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 [SZ-1] o powierzchni około 730 m² należy wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/m*K, warstwą o grubości minimum 14 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,229 W/m²*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-2] o powierzchni około 109 m² należy wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/m*K, warstwą o grubości minimum 14 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,221 W/m²*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
3. Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1] o powierzchni około 74 m² należy wykonać płytami ze styroporu lub styropianu XPS warstwą o grubości minimum 10 cm i współczynniku przewodzenia $\lambda = 0,032$ W/m*K. W pierwszej kolejności należy usunąć istniejącą opaskę betonową. Następnie, po odkopaniu ściany należy pokryć ją dwukrotnie pionową warstwą izolacji przeciwwilgociowej na całej głębokości oraz zamontować płyty ze styroporu lub styropianu XPS na

głębokość 1m. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: odkopanie ściany, zasypanie i otworzenie nawierzchni oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia..

4. Ocieplenie stropodachu wentylowanego o powierzchni około 291 m² należy wykonać poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej grubości minimum 20 cm i współczynnika przewodzenia $\lambda = 0,044 \text{ W/m}^* \text{K}$. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,179 W/m²*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
5. Instalację Systemu Zarządzania Energią uwzględniającą montaż urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu, odczyt oraz analizę pomiarów mediów takich jak: energia elektryczna, energia cieplna dla potrzeb instalacji c.o., energia cieplna dla potrzeb instalacji c.w.u, woda, z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwiać bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W kosztach inwestycji uwzględniono inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia, w tym szkolenie w zakresie działania systemu.

System Zarządzania Energią powinien zapewnić:

- monitorowanie zużyc mediów: energii cieplnej, energii elektrycznej, wody,
- monitorowanie ilości energii elektrycznej wytwarzanej w panelach fotowoltaicznych,
- optymalizację parametrów pracy instalacji c.o. w celu zminimalizowania strat ciepła,
- oszczędne gospodarowanie czynnikami energetycznymi przy zachowaniu normatywnych parametrów pracy instalacji i obiektu,
- pomiar referencyjnych temperatur, temperatury zewnętrznej, temperatur zasilania i powrotu w pomieszczeniu źródła.

- rejestrację wyników pomiarów (minimum co 15 min), archiwizację danych, podgląd mierzonych wartości w czasie rzeczywistym, tworzenie raportów, graficzne odzwierciedlenie pomiarów oraz tworzenie wykresów do ich analizy,
- zdalny dostęp do danych pomiarowych (za pośrednictwem Internetu),
- możliwość porównywania obiektu do innych obiektów objętych pomiarem w celu uzyskania oceny energochłonności obiektu,
- automatyczne tworzenie raportów o zużyciu w otwartych, publicznych formatach plików (np. PDF, XLS), w zadeklarowanych przez użytkownika profilach,
- zdalny dostęp do danych pomiarowych za pośrednictwem Internetu,
- wizualizację danych aktualnych i historycznych oraz analizy porównawczej pomiędzy innymi obiektami objętymi pomiarem na ogólnodostępnym panelu zamontowanym w obiekcie,
- rejestrację użytkowników i parametryzację poziomów dostępowych w zależności od typu użytkownika,
- zastosowanie w systemie urządzeń pomiarowych co najmniej II klasy dokładności oraz umożliwić komunikację opartą na otwartych protokołach komunikacyjnych.

10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Całkowity koszt robót szacuje się na	470 221,01 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	52 382,58 zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	26 191,29 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	17,95 lat

Barbara Kosowska

mgr inż. Barbara Kosowska

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Zużycie gazu	[m ³]	24 717
	[kWh]	277 325
Współczynnik konwersji	[kWh/m ³]	11,220
Taryfa		W-4
Ceny gazu		
- za paliwo gazowe	[zł/kWh]	0,10865
- za przesył -stała	[zł/m-c]	222,34
- za przesył - zmienna	[zł/kWh]	0,0246
- abonament	[zł/m-c]	17,60
Koszt gazu zmienny	[zł]	36 942,51
Ciepło w gazie	[GJ]	892,78
Cena ciepła netto	[zł/GJ]	41,38
Cena ciepła brutto	[zł/GJ]	50,90
Opłata stała za gaz	[zł/rok]	2 879,28
Koszty stałe netto	[zł/rok]	2 879,28
Koszty stałe brutto	[zł/rok]	3 541,51

Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Stropodach	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,969
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płytki korytkowa	10,0	0,100	1,700	0,059	
	Pustka powietrzna	45,0				
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop gęstożebrowy	24,0	0,24		0,260	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,892	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				1,032	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	1,154
	Mur z cegły pełnej	48,0	0,480	0,770	0,623	
	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	
	R				0,697	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				0,867	
Ściana zewnętrzna [SZ-2] piwnica powyżej gruntu	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	0,978
	Mur z cegły pełnej	60,0	0,600	0,770	0,779	
	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	
	R				0,852	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				1,022	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	0,696
	Mur z cegły pełnej	60,0	0,600	0,770	0,779	
	R				0,816	
	Opór zastępczy gruntu				0,620	
	R_T				1,436	
Podłoga na gruncie	Gres	2,0	0,020	1,05	0,019	0,433
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Żelbet	10,0	0,1	1,70	0,059	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Piasek	10,0	0,1	0,40	0,250	
	Grunt	10,0	0,1	1,74	0,057	
	R				0,499	
	Opór zastępczy gruntu				1,811	
	R_T				2,310	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				1,700	1,0	1,700

Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_i	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Stropodach	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,179
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płytki korytkowa	10,0	0,100	1,700	0,059	
	Pustka powietrzna	45,0	0,450		0,000	
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop gęstożebrowy	24,0	0,240	0,000	0,260	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	Wetna mineralna	20,0	0,200	0,044	4,545	
	R				5,437	
	R _{si}				0,100	
	R _{se}				0,040	
	R _T				5,577	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,03	0,820	0,037	0,229
	Mur z cegły pełnej	48,0	0,48	0,770	0,623	
	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	
	Styropian	14,0	0,14	0,040	3,500	
	R				4,197	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				4,367	
Ściana zewnętrzna [SZ-2] Piwnice powyżej gruntu	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,03	0,820	0,037	0,221
	Mur z cegły pełnej	60,0	0,6	0,770	0,779	
	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,03	0,820	0,037	
	Styropian	14,0	0,14	0,040	3,500	
	R				4,352	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				4,522	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,03	0,820	0,037	0,196
	Mur z cegły pełnej	60,0	0,6	0,770	0,779	
	Styropor	10,0	0,1	0,032	3,125	
	R				3,941	
	Opór zastępczy gruntu				1,161	
	R _T				5,102	
Podłoga na gruncie	Gres	2,0	0,020	1,050	0,019	0,423
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Żelbet	10,0	0,1	1,700	0,059	
	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				0,499	
	Opór zastępczy gruntu				1,863	
	R _T				2,362	
Okna				U _o	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,5	1,000	1,500
Drzwi wejściowe				1,7	1,000	1,700

Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza	
		obecnie	docelowo
Kubatura wentylowana V_{ve}	[m ³]	3 280	
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	994	
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³	
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s]	0,56	
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,18	0,18
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	0,74	0,74
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0
	c_w	-	1,0
	c_m	-	1,0
Strumień powietrza	[m ³ /s]	0,74	0,74
Strumień powietrza	[m ³ /h]	2 660	2 660
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	886,65	886,65
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,81	0,81

Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		3 280	0,5			1 640,1

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	994	4,7	4 672

Z-7 Projektowana strata ciepła.

Projektowana strata ciepła obecnie

Przegroda	A	U	b_u	H_t	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			
Stropodach	323,18	0,969	1,0	313	40	12,53	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	672,70	1,154	1,0	776		31,05	
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	108,71	0,978	1,0	106		4,25	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	74,08	0,696	1,0	52		2,06	
Okna	176,18	1,500	1,0	264		10,57	
Drzwi wejściowe	2,33	1,700	1,0	4		0,16	
Podłoga na gruncie	323,18	0,433	1,0	140		5,60	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	245,50	0,190	1,0	47		1,87	
nadproża	102,41	0,600	1,0	61		2,46	
podokien	102,41	0,570	1,0	58		2,33	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				1 822		72,88	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		1 640	0,34	558	22,31		
OGÓŁEM					95,19		

Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przegroda	A	U	b_u	H_{tr}	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			
Stropodach	323,18	0,179	1,0	58	40	2,32	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	672,70	0,229	1,0	154		6,16	
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	108,71	0,221	1,0	24		0,96	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	74,08	0,196	1,0	15		0,58	
Okna nowe	176,18	1,500	1,0	264		10,57	
Drzwi wejściowe	2,33	1,700	1,0	4		0,16	
Podłoga na gruncie	323,18	0,433	1,0	140		5,60	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	245,50	0,050	1,0	12		0,49	
nadproża	102,41	0,200	1,0	20		0,82	
podokien	102,41	0,220	1,0	23		0,90	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				714		28,56	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		1 640	0,34	558	22,31		
OGÓŁEM					50,87		

Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.

	Pow.	Pow.netto	Wsp. przep.	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m ²]	[m ²]											
Okna stare													
S	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe													
S	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	89,82	62,87	0,67	3 334	3 872	8 557	12 378	16 752	10 115	6 630	3 103	2 428	67 169
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	86,37	60,46	0,67	3 302	3 823	9 304	12 789	17 622	9 458	6 150	2 972	2 390	67 809
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	176,18	123,33		6 636	7 695	17 861	25 168	34 374	19 573	12 779	6 075	4 817	134 978
OGÓLEM	176,18	123,33		6 636	7 695	17 861	25 168	34 374	19 573	12 779	6 075	4 817	134 978

Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.

	Pow.	Pow.netto	Wsp. przep.	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m ²]	[m ²]											
Okna stare													
S	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe													
S	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	89,82	62,87	0,67	3 334	3 872	8 557	12 378	16 752	10 115	6 630	3 103	2 428	67 169
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	86,37	60,46	0,67	3 302	3 823	9 304	12 789	17 622	9 458	6 150	2 972	2 390	67 809
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	176,18	123,33		6 636	7 695	17 861	25 168	34 374	19 573	12 779	6 075	4 817	134 978
OGÓLEM	176,18	123,33		6 636	7 695	17 861	25 168	34 374	19 573	12 779	6 075	4 817	134 978

Z-10 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. miesiąca	[°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	$H_{tr} H_{ve}$											
Stropodach	[MJ]	17 620	15 915	14 012	10 069	880	961	11 243	13 154	16 194	100 048	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	43 664	39 439	34 723	24 951	2 180	2 381	27 862	32 597	40 129	247 926	
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	5 981	5 402	4 756	3 417	299	326	3 816	4 465	5 496	33 958	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	[MJ]	2 902	2 621	2 308	1 658	145	158	1 852	2 166	2 667	16 478	
Okna	[MJ]	14 865	13 426	11 821	8 494	742	811	9 485	11 097	13 661	84 402	
Drzwi wejściowe	[MJ]	223	201	177	127	11	12	142	166	205	1 266	
Mostki liniowe	[MJ]	9 363	8 457	7 446	5 350	467	511	5 975	6 990	8 605	53 164	
Podłoga na gruncie	[MJ]	7 870	7 109	6 259	4 497	393	429	5 022	5 875	7 233	44 687	
Straty przez przegrody	[MJ]	102 488	92 569	81 502	58 564	5 117	5 589	65 397	76 511	94 191	581 928	
Wentylacja	[MJ]	49 871	45 045	39 659	28 498	2 490	2 720	31 822	37 231	45 834	283 168	
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	152 358	137 614	121 161	87 062	7 606	8 308	97 219	113 742	140 025	865 096	
Zyski słoneczne	[MJ]	6 636	7 695	17 861	25 168	34 374	19 573	12 779	6 075	4 817	134 978	
Zyski wewnętrzne	[MJ]	12 513	11 302	12 513	12 109	2 018	2 018	12 513	12 109	12 513	89 609	
Razem zyski	[MJ]	19 149	18 997	30 374	37 277	36 392	21 591	25 292	18 184	17 330	224 587	
Stosunek zysków do przenieszenia		0,1257	0,1380	0,2507	0,4282	4,7846	2,5987	0,2602	0,1599	0,1238	0,2596	
Typ budynku		ciężki (260 000)										
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	994										
Pojemność cieplna	[J/K]	258 440 000										
Stala czasowa	[h]	27										
Metoda obliczeniowa		miesięczna										
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1										
Stala czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15										
Parametr numeryczny a_H		2,77										
Parametr numeryczny $a_H + 1$		3,77										
η		0,9972	0,9964	0,9836	0,9430	0,2068	0,3675	0,9821	0,9947	0,9973		
Zyski ciepła	[MJ]	19 095	18 929	29 876	35 151	7 527	7 934	24 838	18 088	17 283	178 722	
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	133 264	118 685	91 285	51 911	79	374	72 381	95 654	122 741	686 374	

Z-11 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
Srednia temp. miesiaca	[°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 miesiacu		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										
Stropodach	[MJ]	3 259	2 944	2 592	1 862	163	178	2 080	2 433	2 995	18 507
Sciana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	8 665	7 827	6 891	4 952	433	473	5 529	6 469	7 964	49 201
Sciana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	1 352	1 221	1 075	773	67	74	863	1 009	1 243	7 677
Sciana poniżej gruntu [SG-1]	[MJ]	817	738	649	467	41	45	521	610	751	4 637
Okna	[MJ]	14 865	13 426	11 821	8 494	742	811	9 485	11 097	13 661	84 402
Drzwi wejściowe	[MJ]	223	201	177	127	11	12	142	166	205	1 266
Mostki liniowe	[MJ]	3 110	2 809	2 473	1 777	155	170	1 984	2 322	2 858	17 657
Podłoga na gruncie	[MJ]	7 870	7 109	6 259	4 497	393	429	5 022	5 875	7 233	44 687
Straty przez przegrody	[MJ]	40 161	36 274	31 937	22 949	2 005	2 190	25 626	29 982	36 910	228 034
Wentylacja	[MJ]	49 871	45 045	39 659	28 498	2 490	2 720	31 822	37 231	45 834	283 168
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	90 031	81 319	71 596	51 447	4 495	4 910	57 449	67 212	82 743	511 201
Zyski słoneczne	[MJ]	6 636	7 695	17 861	25 168	34 374	19 573	12 779	6 075	4 817	134 978
Zyski wewnętrzne	[MJ]	12 513	11 302	12 513	12 109	2 018	2 018	12 513	12 109	12 513	89 609
Razem zyski	[MJ]	19 149	18 997	30 374	37 277	36 392	21 591	25 292	18 184	17 330	224 587
Stosunek zysków do przenoszenia		0,2127	0,2336	0,4242	0,7246	8,0968	4,3977	0,4403	0,2705	0,2094	0,4393
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	994									
Pojemność ciepłota	[J/K]	258 440 000									
Stala czasowa	[h]	45									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}		1									
Stala czasowa odniesienia t _{H,0}	[h]	15									
Parametr numeryczny a _H		3,99									
Parametr numeryczny a _H + 1		4,99									
η		0,9984	0,9977	0,9809	0,9048	0,1235	0,2269	0,9784	0,9960	0,9985	
Zyski ciepła	[MJ]	19 117	18 953	29 795	33 726	4 494	4 899	24 747	18 112	17 303	171 147
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	70 914	62 365	41 802	17 720	1	10	32 702	49 100	65 440	340 054

Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia gazowa
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	kotły gazowe w dobrym stanie technicznym
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96	przewody w dobrym stanie technicznym
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	0,769	
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			kotłownia gazowa
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	kotły gazowe w dobrym stanie technicznym
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96	przewody w dobrym stanie technicznym
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	0,77	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	0,95	obniżenie nocne

Z-13 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	
Ciepło właściwe wody	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19
Gęstość wody	kg/dm^3	1
Powierzchnia pomieszczeń A_f	m^2	994,0
Liczba użytkowników	osoba	230
Zużycie jednostkowe	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{doba})$	0,80
Temperatura ciepłej wody	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura wody zimnej	$^{\circ}\text{C}$	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doba	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	8 361,0
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	30,1
Sprawność wytwarzania	-	0,850
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	0,850
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,430
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	19 444,1
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	70,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m^3/h	0,102
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,473
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	GJ/m^3	0,435
Max. moc c.w.u.	kW	30,54
Średnia moc c.w.u.	kW	12,4
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	19,6

Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 156 sztuk opraw o mocy 72 W oraz żarowe w ilości 14 sztuk opraw o mocy 40 W oraz 6 sztuk opraw halogenowych o mocy 6W.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przeanalizowano zgodnie z "Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej".

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku wyliczono według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$LENI$ - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia [kWh/rok],

A_f - powierzchnia użytkowa pomieszczeń, w których modernizowane jest oświetlenie [m²].

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia $LENI$ obliczono na podstawie wzoru:

$$LENI = P_N / 1000 \cdot t \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

P_N - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w analizowanych pomieszczeniach [W/m],

t - czas użytkowania oświetlenia [h/rok].

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Rodzaj opraw oświetleniowych	Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W	Ilość szt	Moc opraw oświetleniowych W
przed modernizacją	72	156	11 232
	40	14	560
	6	6	36
po modernizacji	45	156	7 020
	25	14	350
	6	6	36

Powierzchnia użytkowa A_f	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych P_{rzecz}	Moc jednostkowa P_N		Czas użytkowania oświetlenia t
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m ²]	[W]	[W/m ²]	[W/m ²]	[h/rok]
994	11 828	11,9	7,5	1 300

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m ² rok]	15,47	9,69
Zużycie energii do oświetlenia E_L	[kWh/rok]	15 376,40	9 627,80
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,74	0,74
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	11 378,54	7 124,57
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	5 748,60	
	[%]	37,39	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	4 253,96	
Nakłady inwestycyjne ¹⁾	[zł]	105 565,46	
SPBT	[lata]	24,82	

1) W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia

Z-15 Instalacja fotowoltaiczna

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej oraz zwiększenia pewności zasilania proponuje się montaż instalacji fotowoltaicznej. Celem systemu jest pozyskanie energii elektrycznej z energii słonecznej przy użyciu technologii krzemowej polikrystalicznej. Projektowany system będzie produkować energię elektryczną na potrzeby własne. Instalacja fotowoltaiczna wyposażona będzie w inwertery zamieniające prąd stały na prąd zmienny, które podłączone zostaną w taki sposób, aby dostarczać energię do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku. W przypadku braku energii wytwarzanej z paneli fotowoltaicznych, nastąpi doprowadzenie energii z sieci energetycznej. W projekcie zostaną zainstalowane panele polikrystaliczne o mocy ok. 9,5 kWp. System zostanie zainstalowany na dachu budynku. Instalacja zostanie wpięta do rozdzielni prądu. System wyprodukuje prąd podczas największego poboru mocy oraz w najdroższej taryfie popołudniowej, zmniejszając koszty użytkowania obiektu. Rocznie zaoszczędzone będzie około 9 420 kWh energii elektrycznej. W ramach przedsięwzięcia zostanie zamontowana instalacja typu off-grid, a na inwerter zostanie założona blokada uniemożliwiająca wypływ energii elektrycznej do sieci.

Ocena proponowanego przedsięwzięcia:

Wyszczególnienie		Jednostka	
Moc instalacji		[kW]	9,5
Liczba dni			365
Ilość godz./dobę		[h]	12
Czas pracy		[h]	4380
Współczynnik			0,2
Energia		[kWh]	9 420
	cena	[zł/kWh]	0,74
	koszt	[zł]	6 970,80
Oszczędność	energii	[kWh]	9 420
	kosztu	[zł]	6 970,80
Koszt inwestycji		[zł]	104 205,00
SPBT		[lata]	14,95

Z przeprowadzonej analizy wynika, że montaż instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku zwróci się w ciągu 14,95 lat. W kosztach inwestycji uwzględniono dodatkowe prace niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

Z-16 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (ocieplenie przegród, montaż instalacji paneli fotowoltaicznych, montaż Systemu Zarządzania Energią, wymiana oświetlenia wewnętrznego).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- gaz ziemny – 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	962,78	267 438,89	267,44
zużycie po modernizacji	448,18	124 494,44	124,49
oszczędność	514,60	142 944,44	142,94
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	55,28	15 356,50	15,36
zużycie po modernizacji	0,68	187,90	0,19
oszczędność	54,61	15 168,60	15,17
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 018,06	282 795,39	282,80
zużycie po modernizacji	448,86	124 682,34	124,68
oszczędność	569,21	158 113,04	158,12
oszczędność %	55,91		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 059,06	294 182,78	294,18
zużycie po modernizacji	493,00	136 943,89	136,94
oszczędność	566,06	157 238,89	157,24
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	165,85	46 069,50	46,07
zużycie po modernizacji	80,03	22 229,70	22,23
oszczędność	85,82	23 839,80	23,84
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 224,91	340 252,28	340,25
zużycie po modernizacji	573,02	159 173,59	159,17
oszczędność	651,88	181 078,69	181,08
oszczędność %	53,22		

Z-17 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	
gaz ziemny	962,78	-	56,10	54,01	448,18	-	56,10	25,14		
energia elektryczna	-	15,36	0,832	12,78	-	0,19	0,832	0,16		
				66,79				25,30	41,49	62,12

Z-18 Niezbędne roboty towarzyszące

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

- ocieplenie ościeży,
- wymianę parapetów zewnętrznych,
- wymianę rur spustowych i orynowania,
- wykonanie opaski fundamentowej wraz z izolacją termiczną w obrębie naświetli do 1 m, izolacją przeciwwilgociową po obkopaniu naświetli po obwodzie oraz dostosowaniem naświetli do wykonanych prac termomodernizacyjnych wraz z wykonaniem odwodnienia i odtworzeniem obarierowania,
- prace modernizacyjne kanalizacji deszczowej odprowadzającej wodę z dachu,
- obróbki blacharskie,
- wymianę instalacji odgromowej,
- po dociepleniu odtworzenie pomieszczenia technicznego przylegającego do elewacji budynku i wiatrołapu,
- na ocieplanych elewacjach przełożenie zewnętrznych przewodów pod tynk,
- przeróbkę przeszła ogrodzeniowego stykającego się z narożem budynku,
- prace odtworzeniowe i wykończeniowe na elewacji (wraz z elementami znajdującymi się na elewacji np. kratki wentylacyjne, zadaszenia, drabiny, kraty, z wyjątkiem instalacji głośnikowej nieprzewidzianej do ponownego montażu, itp) w tym naprawa tynków i malowanie elewacji,
- odmalowanie elewacji wiatrołapu wraz z obróbkami blacharskimi, wymianą rur spustowych i orynowania
- likwidacja stalowych elementów wspornikowych zamontowanych pod stolarką okienną,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- 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.