


„ELEKO”

Franciszek Radomyski
05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2A
tel. 786 38 70, franciszek@gazeta.pl
REGON 010492283, NIP 125-05-89-514

„ELEKO”
FRANCISZEK RADOMYSKI

05-230 Kobyłka

ul. Nadarzyn 2a

 (22) 786 - 38 - 70

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 4

Im. Jana Niepokoja

ul. Łódzka 2

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		1903; 1955
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II nr 16	1.4 Adres budynku
	ul.	Łódzka nr bud. 2	
	kod	95-100 miejscowość Zgierz	
	powiat	zgierski	
tel.	- fax -	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>B Kosowska</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. 9			
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 okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji. 9			
7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne. 15			
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku 16			
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego 16			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 19			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. 21			
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych 23			
ZAŁĄCZNIKI 24			
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła 24			
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją 25			
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji 26			
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację 27			
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego 27			
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła 27			
Z-7 Projektowana strata ciepła 28			
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego 29			
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu 30			
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 31			
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 32			
Z-12 Sprawności systemu grzewczego 33			
Z-13 Ciepła woda użytkowa 34			
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne 35			
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej 37			
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego 38			
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące 39			

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1; 2; 3	1; 2; 3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 260	9 260
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 586	2 586
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 586	2 586
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	408	408
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacze elektryczne	podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,440	0,440
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,237	0,237
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,191	0,191
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,410	1,410
5	Okna, drzwi balkonowe	1,700	1,700
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	6,160	1,500
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	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	[-]	0,99	0,99	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	1,00	1,00	
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]	7 200	6 876	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,91	0,87	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	137,61	136,80	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	18,05	18,05	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 005,66	965,62	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 755,38	1 120,83	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	79,10	79,10	
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)]	108,02	103,72	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	188,56	120,40	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	59,21	59,21	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	10 995,78	10 995,78	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej	[zł/m ³]	22,81	22,81	
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)]	3,93	2,72	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu ¹⁾	[zł]	797 801,57	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	34,59
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	797 801,57	Premia termomodernizacyjna	[zł]	127 648,25
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	37 677,26			

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 Szkoły Podstawowej Nr 41 w Zgierzu, ul. Łódzka 2 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 (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 budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1903; 1955
Adres budynku	ul. Łódzka 2 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	
	0; 1	1; 2	
Rodzaj dachu	Dach kryty blachą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	9 260	444	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	2 586	159	
Współczynnik kształtu	0,440		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,3; 3,64; 4,26; 5	2,8	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	408	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	12	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m ²]	[W/m ² K]
Stropodach		1 279,16	0,191
Ściana zewnętrzna [SZ-1]		1 119,29	0,237
Okna	S	0,00	1,700
	SW	167,33	1,700
	W	0,00	1,700
	NW	10,96	1,700
	N	0,00	1,700
	NE	175,39	1,700
	E	0,00	1,700
	SE	31,31	1,700

Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m ²]	[W/m ² K]
Drzwi wejściowe		7,80	1,700
Drzwi wejściowe stalowe		4,36	6,100
Strop nad piwnicą		283,15	1,410
Podłoga na gruncie		996,01	0,473

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Szkoły Podstawowej Nr 4, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Łódzkiej 2. Budynek wybudowany 1903 r., jest częściowo podpiwniczony i wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany budynku wykonano z cegły ceramicznej, pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, ocieplone styropianem 12 cm. Stropy wykonano gęstożebrowe. Nad najwyższą kondygnacją zastosowano stropodach wentylowany, kryty papą, ocieplony wełną mineralną 20 cm. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi natomiast izolacyjność termiczna niektórych przegród.

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

- dla dachów, stropodachów - 0,20 W/m²K,
- dla ścian zewnętrznych - 0,25 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 - 0,191 W/m²K,
- ściany zewnętrzne - 0,237 W/m²K,
- strop nad nieogrzewaną piwnicą - 1,410 W/m²K,
- podłoga na gruncie - 0,473 W/m²K.

Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie oraz stropu nad piwnicą. Pozostałe przegrody poddane termomodernizacji spełniają obecnie obowiązujące wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków, dlatego zagadnienie ich termomodernizacji nie będzie analizowane w dalszej części opracowania.

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

- okna	-1,3 W/m ² K
- drzwi	-1,7 W/m ² K

W budynku stolarkę okienną wymieniono na okna o współczynniku przenikania ciepła $U=1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Stan techniczny wymienionej stolarki jest bardzo dobry. Biorąc pod uwagę powyższe, oraz bardzo duże SPBT przedsięwzięcia ich wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

W budynku część stolarki drzwiowej wymieniono na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Stan techniczny wymienionej stolarki jest bardzo dobry, w związku z tym w opracowaniu zostanie przeanalizowana wymiana pozostałej, niewymienionej stolarki drzwiowej.

5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

W budynku zainstalowano kompaktowy, wymiennikowy węzeł cieplny wyposażony w automatykę regulacyjną sterowaną w funkcji temperatury zewnętrznej, w dobrym stanie technicznym. Właścicielem węzła jest dostawca ciepła. Instalacja c.o. została wykonana jako wodna z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. Instalacja została wykonana z rur stalowych czarnych, spawanych. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Instalacja jest zabezpieczona otwartym naczyniem wzbiorczym. Stan techniczny grzejników, instalacji i jej izolacji jest zły, dlatego w ramach modernizacji systemu grzejnego przewidziano jej wymianę wraz z izolacją oraz montażem nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi.

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

Ciepła woda użytkowa obecnie pozyskiwana jest z przepływowych podgrzewaczy elektrycznych. Ilość podgrzewanej wody zależy bezpośrednio od potrzeb użytkowników. Instalacje są sprawne technicznie. Ponieważ przyjęte rozwiązanie jest właściwe i nie przewiduje się jego modernizacji, zagadnienie to nie będzie analizowane w dalszej części opracowania.

5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną w dobrym stanie technicznym, z wyjątkiem sali gimnastycznej. Ze względu na niedostateczną wymianę powietrza w sali gimnastycznej w opracowaniu przeanalizowano montaż instalacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej z rekuperacją.

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

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

- wymianę drzwi stalowych,
- modernizację wentylacji w sali gimnastycznej,
- kompleksową wymianę instalacji c.o., montaż nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi,
- 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	Wymiana drzwi stalowych Montaż wentylacji mechanicznej z rekuperacją w sali gimnastycznej.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana instalacji c.o. Wymiana grzejników. Montaż zaworów termostatycznych. Montaż Systemu Zarządzania Energią.

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

Optymalny 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:

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) / \sum (\Delta O_{rok} + \Delta O_{rW}), \quad [\text{lata}] \quad (1)$$

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:

$$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

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} - 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_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} - 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, $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,
 - dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,
 - dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej $\text{zł}/(\text{kW} \cdot \text{miesiąc})$, przeliczonemu na $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,
 - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,
- Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

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

$$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{Ok} * U + Q_{inf} \quad [\text{GJ}/\text{rok}] \quad (3)$$

gdzie:

- S_d - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień \cdot K/rok,
- U - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji, $\text{W}/(\text{m}^2 * \text{K})$, 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.

Liczbę stopniodni S_d oblicza się z zależności:

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

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.

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

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

gdzie:

S_d - jak we wzorze (4),

U - jak we wzorze (3),

A_{Ok} - jak we wzorze (3),

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, m³/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 ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

t_{w0} - jak we wzorze (4),

t_{z0} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej,

określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C

A_{Ok} - jak we wzorze (3),

U - jak we wzorze (3),

a - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia, m³/(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 ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

t_{w0} - jak we wzorze (4),

t_{z0} - jak we wzorze (6),

A_{Ok} - jak we wzorze (3),

U - jak we wzorze (3),

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:

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

a - jak we wzorze (6),

l - jak we wzorze (6),

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

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

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

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi (o powierzchni około $4,36 m^2$) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c_r	c_w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	6,1	1,2	1,0	8,60	0,001	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	2,47	0,000	270,42	8 417,89	31,13
2	1,5	1,0	1,0	2,19	0,000	282,67	8 635,97	30,55
3	1,3	1,0	1,0	1,91	0,000	294,92	9 508,29	32,24

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 W/m^2K$ i to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie.

Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu w analizowanym budynku zastosowano wentylację grawitacyjną. Ponieważ w pomieszczeniu o dużej powierzchni – sala gimnastyczna, występują problemy z obiegiem powietrza proponuje się zastosowanie w tym pomieszczeniu wentylacji wymuszonej. W tym celu przewidziano zainstalowanie centrali wentylacyjnej, wyposażonej w kompletną instalację nawiewno – wywiewną, zintergerowaną z Systemem Zarządzania Energią. W celu oszczędności energii przewidziano dodatkowo zainstalowanie wymiennika krzyżowego. Przyjęto, że w wyniku ogrzewania powietrza napływowego przez powietrze wypływowe nastąpi obniżenie zużycia ciepła o 67%. Założono sumaryczną wydajność wentylacji mechanicznej około 1000 m³/h. Dodatkowo przewidziano zainstalowanie w kanałach wentylacji wywiewnych czujek stężenia CO₂, które po przekroczeniu założonego maksymalnego poziomu spowodują zwiększenie obrotów wentylatora i doprowadzenie do zmniejszenia stężenia CO₂ w pomieszczeniu.

Przy powyższych założeniach oszczędność energii z powyższego rozwiązania wyniesie:

Strumień powietrza	V ₁	ρ*c _p	H _v	Sd	Q	ΔQ
	[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]	-	GJ	GJ
Obecnie	7 200	0,33	2 400,00	3 686,00	764,33	34,39
Docelowo	6 876	0,33	2 292,00	3 686,00	729,93	

Natomiast opłacalność przedsięwzięcia zamieszczono w poniższej tabeli:

ΔQ	Oszczędność	Nakład	SPBT
GJ	zł	zł	lat
4,39	2 392,27	75 700,00	31,64

7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Wymiana drzwi stalowych	8 635,97	30,55
2	Modernizacja wentylacji na sali gimnastycznej	75 700,00	31,64

7.4 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	Wymiana drzwi stalowych	8 635,97	30,55
2	Modernizacja wentylacji na sali gimnastycznej	75 700,00	31,64
	Ogółem	84 335,97	

Tabela 7b. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu II

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Wymiana drzwi stalowych	8 635,97	30,55
	Ogółem	8 635,97	

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:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, [\text{lata}] \quad (9)$$

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:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (10)$$

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Q_{OCO} - 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 (11),
- 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:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (11)$$

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 dla analizowanego budynku jest węzeł cieplny, zainstalowany w piwnicy szkoły, którego właścicielem jest dostawca ciepła. Ze względu na zły stan instalacji oraz grzejników proponuje się jej kompleksową wymianę wraz z montażem nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi oraz 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	0,1376	0,1376
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	1 006	1 006
3	Ogólna sprawność CO	-	0,5729	0,7366
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	1 755,38	1 167,31
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	122 092,28	87 272,66
8	Oszczędność kosztów	zł/rok	34 819,62	
9	Koszt modernizacji	zł	713 465,60	
10	SPBT	lat	20,49	

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 przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO					CWU			CO+CWU		Oszczędności			
	q _{CO}	Q _{CO}	η	w	Q _{CO} *w/η	Opiata CO	q _{CWU}	Q _{CWU}	Opiata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT			
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,1376	1 005,66	0,5729	1,000	1 755,38	122 092,28	0,008	79,10	14 266,48	1 834	136 358,76			
I+A	0,1368	965,62	0,7366	0,855	1 120,83	84 415,02	0,008	79,10	14 266,48	1 200	98 681,50	635	34,59	37 677,26
II+A	0,1368	999,32	0,7366	0,855	1 159,95	86 731,09	0,008	79,10	14 266,48	1 239	100 997,57	595	32,46	35 361,19
A	0,1376	1 005,66	0,7366	0,855	1 167,31	87 272,66	0,008	79,10	14 266,48	1 246	101 539,14	588	32,06	34 819,62

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		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I+A	797 801,57	37 677,26	34,59	0,00 797 801,57	159 560,31	127 648,25	75 354,52
2	II+A	722 101,57	35 361,19	32,46	0,00 722 101,57	144 420,31	115 536,25	70 722,38
3	A	713 465,60	34 819,62	32,06	0,00 713 465,60	142 693,12	114 154,50	69 639,24

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. Wymianę drzwi o powierzchni około 4,36 m² na drzwi o współczynniku przenikania $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnie z Aprobata Techniczną zgodnie z Aprobata Techniczną oraz zaleceniami producenta. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i drzwi, montaż i obróbka nowych drzwi ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Modernizację instalacji wentylacji poprzez:
 - montaż centrali wentylacyjnej o wydajności około 1000 m³, wyposażonej w kompletne instalacje nawiewno – wywiewne wraz z integracją z Systemem Zarządzania Energią,
 - montaż wymiennika krzyżowego, w celu odzysku ciepła,
 - zainstalowanie w kanałach wentylacji wywiewnej czujek CO₂, które po przekroczeniu założonego stężenia spowodują zwiększenie obrotów wentylatora i doprowadzenie do zmniejszenia stężenia CO₂ w pomieszczeniu,
 - montaż wentylacji grawitacyjnej w kotłowni.
3. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
 - wymianę rurociągów oraz ich izolację w pomieszczeniach nieogrzewanych,
 - wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 110 szt.),
 - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 110 szt.),
 - montaż zaworów podpionowych,
 - montaż automatycznych odpowietrzników,
 - montaż instalacji zmieszania pompowego,
 - regulację instalacji grzewczej,

- dostosowanie węzła cieplnego do pracy z Systemem Zarządzania Energią, (koszty leżące po stronie gestora sieci i są wyłączone poza projekt),
- dostosowanie instalacji c.o. do pracy z Systemem Zarządzania Energią,
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

4. 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 umożliwić 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.

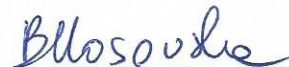
System Zarządzania Energią powinien zapewnić:

- monitorowanie zużycia mediów: energii cieplnej, energii elektrycznej, wody,
- 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	797 801,57 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	127 648,25 zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	37 677,26 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	21,17 lat



mgr inż. Barbara Kosowska

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

		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

Zużycie energii elektrycznej						
Rok	Moc przyłączeniowa	Zużycie	Jedn. cena brutto	Zużycie	Jedn. cena brutto	Wartość brutto
-	[kW]	[kWh]	[zł/kWh]	[GJ]	[zł/GJ]	[zł]
2013	39,0	54 517	0,62	196,26	172,15	33 787,32
2014	39,0	44 417	0,68	159,90	188,57	30 152,61
Średnia		49 467	0,65	178,08	180,36	319 69,97

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	1,5	0,015	0,18	0,083	0,191
	Gładź cementowa	1,0	0,01	1,00	0,010	
	Płyty korytkowe	10,0	0,1	1,70	0,059	
	Pustka powietrzna	50,0	0,5			
	Granulat wełny mineralnej	20,0	0,200	0,044	4,545	
	Suprema	2,0	0,020	0,15	0,133	
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Papa asfaltowa	1,0	0,01	0,18	0,056	
	Gładź cementowa	4,0	0,04	1,00	0,040	
	Strop gęstożebrowy	20,0	0,200		0,210	
	Tynk cem.-wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				5,039	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				5,239	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	0,237
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Wełna mineralna	12,0	0,120	0,036	3,333	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				4,044	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				4,214	
Strop nad piwnicą	Płytki	1,0	0,01	1,05	0,010	1,410
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Papa asfaltowa	1,0	0,01	0,18	0,056	
	Gładź cementowa	4,0	0,04	1,00	0,040	
	Strop gęstożebrowy	20,0	0,200		0,210	
	Tynk cem.-wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				0,369	
	R_{si}				0,170	
	R_{se}				0,170	
	R_T				0,709	
Podłoga na gruncie	Płytki	1,0	0,010	1,050	0,010	0,473
	Podkład cementowy	15,0	0,15	1,00	0,150	
	Piasek	15,0	0,15	0,40	0,375	
	R				0,535	
	Opór zastępczy gruntu				1,579	
	R_T				2,114	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,700	1,0	1,700
Drzwi wejściowe stalowe				5,600	1,1	6,160
Drzwi wejściowe				1,700	1,0	1,700

Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m^2K/W	[W/m^2K]
Stropodach	Papa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,191
	Gładź cementowa	1,0	0,01	1,00	0,010	
	Płyty korytkowe	10,0	0,1	1,70	0,059	
	Pustka powietrzna	50,0	0,5			
	Granulat wełny mineralnej	20,0	0,200	0,04	4,545	
	Suprema	2,0	0,020	0,150	0,133	
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Papa asfaltowa	1,0	0,010	0,180	0,056	
	Gładź cementowa	4,0	0,040	1,000	0,040	
	Strop gęstożebrowy	20,0	0,200		0,210	
	Tynk cem.-wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				5,039	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				5,239	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,02	0,820	0,024	0,237
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,51	0,770	0,662	
	Wełna mineralna	12,0	0,12	0,036	3,333	
	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	
	R				4,051	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				4,221	
Strop nad piwnicą	Płytki	1,0	0,010	1,050	0,010	1,410
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Papa asfaltowa	1,0	0,01	0,180	0,056	
	Gładź cementowa	4,0	0,04		0,040	
	Strop gęstożebrowy	20,0	0,2		0,210	
	Tynk cem.-wap.	2,0	0,02	0,820	0,024	
	R				0,369	
	R_{si}				0,170	
	R_{se}				0,170	
	R_T				0,709	
Podłoga na gruncie	Płytki	1,0	0,010	1,050	0,010	0,473
	Podkład cementowy	15,0	0,15	1,000	0,150	
	Piasek	15,0	0,15	0,400	0,375	
	R				0,535	
	Opór zastępczy gruntu				1,579	
	R_T				2,114	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m^2K]	-	[W/m^2K]
				1,7	1,000	1,700
Drzwi wejściowe wymienione				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]	7 900	
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	2 586	
Powierzchnia ogrzewana A_f sali gimnastycznej	[m ²]	200	
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³	0,56*10 ⁻³ 0,42*10 ⁻³
Średni strumień powietrza wentylacji naturalnej	[m ³ /s]	1,56	1,45
Średni strumień powietrza wentylacji mechanicznej	[m ³ /s]	-	0,06
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,44	0,44
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	2,00	1,95
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0
	c_w	-	1,0
	c_m	-	1,0
Strumień powietrza	[m ³ /s]	2,00	1,95
Skuteczność odzysku ciepła	-	-	0,67
Strumień powietrza	[m ³ /s]	2,00	1,91
Strumień powietrza	[m ³ /h]	7 200	6 876
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	2 400	2 292
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,91	0,87

Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		7 900	0,5			3 950,0

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	2 586	4,7	12 154

Z-7 Projektowana strata ciepła.

Projektowana strata ciepła obecnie

Przeграда	A	U	b_u	H_t	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			
Stropodach	1 279,16	0,191	1,0	244	40	9,77	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	1 123,65	0,237	1,0	267		10,66	
Okna	384,99	1,700	1,0	654		26,18	
Drzwi wejściowe	7,80	1,700	1,0	13		0,53	
Drzwi wejściowe stalowe	4,36	6,160	1,0	27		1,07	
Strop nad piwnicą	283,15	1,410	0,8	319		12,77	
Podłoga na gruncie	996,01	0,473	1,0	471		18,85	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	446,06	0,050	1,0	22		0,89	
nadproża	188,18	0,200	1,0	38		1,51	
podokien	188,18	0,220	1,0	41		1,66	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				2 097		83,89	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		3 950	0,34	1343	53,72		
OGÓLEM					137,61		

Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przeграда	A	U	b_u	H_{tr}	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			
Stropodach	1 279,16	0,191	1,0	244	40	9,77	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	1 123,65	0,237	1,0	267		10,66	
Okna	384,99	1,700	1,0	654		26,18	
Drzwi wejściowe	7,80	1,700	1,0	13		0,53	
Drzwi wejściowe wymienione	4,36	1,500	1,0	7		0,26	
Strop nad piwnicą	283,15	1,410	0,8	319		12,77	
Podłoga na gruncie	996,01	0,473	1,0	471		18,85	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	446,06	0,050	1,0	22		0,89	
nadproża	188,18	0,200	1,0	38		1,51	
podokien	188,18	0,220	1,0	41		1,66	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				2 077		83,08	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		3 950	0,34	1343	53,72		
OGÓLEM					136,80		

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	167,33	117,13	0,67	10 788	10 370	20 336	24 937	33 200	21 187	16 309	7 620	5 858	150 603
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	10,96	7,67	0,67	359	399	885	1 377	1 782	1 097	666	345	291	7 201
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	175,39	122,77	0,67	5 739	6 383	14 570	22 651	30 316	17 393	10 638	5 523	4 649	117 861
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	31,31	21,92	0,67	2 068	1 992	4 285	5 010	6 667	3 855	2 939	1 420	1 125	29 360
Razem	384,99	269,50		18 953	19 144	40 075	53 975	71 964	43 533	30 551	14 908	11 922	305 026
OGÓLEM	384,99	269,50		18 953	19 144	40 075	53 975	71 964	43 533	30 551	14 908	11 922	305 026

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	167,33	117,13	0,67	10 788	10 370	20 336	24 937	33 200	21 187	16 309	7 620	5 858	150 603
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	10,96	7,67	0,67	359	399	885	1 377	1 782	1 097	666	345	291	7 201
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	175,39	122,77	0,67	5 739	6 383	14 570	22 651	30 316	17 393	10 638	5 523	4 649	117 861
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	31,31	21,92	0,67	2 068	1 992	4 285	5 010	6 667	3 855	2 939	1 420	1 125	29 360
Razem	384,99	269,50		18 953	19 144	40 075	53 975	71 964	43 533	30 551	14 908	11 922	305 026
OGÓLEM	384,99	269,50		18 953	19 144	40 075	53 975	71 964	43 533	30 551	14 908	11 922	305 026

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. miesięca	[°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]	13 734	12 405	10 922	7 848	686	749	8 764	10 253	12 622	77 982
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	14 996	13 545	11 926	8 569	749	818	9 569	11 195	13 782	85 150
Okna	[MJ]	36 813	33 250	29 275	21 036	1 838	2 007	23 490	27 482	33 833	209 024
Drzwi wejściowe	[MJ]	746	674	593	426	37	41	476	557	685	4 234
Drzwi wejściowe stalowe	[MJ]	1 511	1 365	1 202	864	75	82	964	1 128	1 389	8 581
Strop nad piwnicą	[MJ]	17 958	16 221	14 281	10 262	897	979	11 459	13 407	16 505	101 969
Mostki liniowe	[MJ]	5 700	5 148	4 533	3 257	285	311	3 637	4 255	5 239	32 364
Podłoga na gruncie	[MJ]	26 506	23 941	21 079	15 147	1 323	1 445	16 914	19 788	24 361	150 504
Straty przez przegrody	[MJ]	117 965	106 549	93 810	67 408	5 889	6 433	75 273	88 066	108 415	669 807
Wentylacja	[MJ]	134 991	121 928	107 350	77 138	6 739	7 361	86 137	100 777	124 063	766 486
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	252 956	228 476	201 160	144 546	12 628	13 794	161 410	188 843	232 479	1 436 293
Zyski słoneczne	[MJ]	18 953	19 144	40 075	53 975	71 964	43 533	30 551	14 908	11 922	305 026
Zyski wewnętrzne	[MJ]	32 554	29 403	32 554	31 504	5 251	5 251	32 554	31 504	32 554	233 127
Razem zyski	[MJ]	51 507	48 548	72 629	85 478	77 215	48 784	63 105	46 412	44 475	538 153
Stosunek zysków do przeniesienia		0,2036	0,2125	0,3611	0,5914	6,1144	3,5366	0,3910	0,2458	0,1913	0,3747
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	2 586									
Pojemność ciepła	[J/K]	672 300 929									
Stała czasowa	[h]	42									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny a_H		3,77									
Parametr numeryczny a_{H+1}		4,77									
η		0,9980	0,9977	0,9861	0,9385	0,1634	0,2810	0,9821	0,9962	0,9984	
Zyski ciepła	[MJ]	51 405	48 436	71 623	80 225	12 617	13 709	61 976	46 235	44 405	430 630
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	201 551	180 040	129 537	64 321	11	85	99 434	142 608	188 074	1 005 662

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
Średnia 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 miesiaku		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]	13 734	12 405	10 922	7 848	686	749	8 764	10 253	12 622	77 982
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	14 996	13 545	11 926	8 569	749	818	9 569	11 195	13 782	85 150
Okna	[MJ]	36 813	33 250	29 275	21 036	1 838	2 007	23 490	27 482	33 833	209 024
Drzwi wejściowe	[MJ]	746	674	593	426	37	41	476	557	685	4 234
Drzwi wejściowe wymienione	[MJ]	368	332	293	210	18	20	235	275	338	2 089
Mostki liniowe	[MJ]	5 700	5 148	4 533	3 257	285	311	3 637	4 255	5 239	32 364
Strop nad piwnicą	[MJ]	17 958	16 221	14 281	10 262	897	979	11 459	13 407	16 505	101 969
Podłoga na gruncie	[MJ]	26 506	23 941	21 079	15 147	1 323	1 445	16 914	19 788	24 361	150 504
Straty przez przegrody	[MJ]	116 821	105 516	92 901	66 755	5 832	6 370	74 543	87 212	107 364	663 316
Wentylacja	[MJ]	128 917	116 441	102 520	73 667	6 436	7 030	82 261	96 242	118 481	731 994
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	245 738	221 957	195 420	140 422	12 268	13 400	156 804	183 454	225 845	1 395 309
Zyski słoneczne	[MJ]	18 953	19 144	40 075	53 975	71 964	43 533	30 551	14 908	11 922	305 026
Zyski wewnętrzne	[MJ]	32 554	29 403	32 554	31 504	5 251	5 251	32 554	31 504	32 554	233 127
Razem zyski	[MJ]	51 507	48 548	72 629	85 478	77 215	48 784	63 105	46 412	44 475	538 153
Stosunek zysków do przenoszenia		0,2096	0,2187	0,3717	0,6087	6,2940	3,6404	0,4024	0,2530	0,1969	0,3857
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	2 586									
Pojemność ciepłota	[J/K]	672 300 929									
Stała czasowa	[h]	43									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}		1									
Stała czasowa odniesienia t _{H,0}	[h]	15									
Parametr numeryczny a _H		3,85									
Parametr numeryczny a _H + 1		4,85									
η		0,9981	0,9978	0,9860	0,9364	0,1588	0,2733	0,9818	0,9962	0,9985	
Zyski ciepła	[MJ]	51 408	48 439	71 610	80 041	12 259	13 333	61 957	46 237	44 407	429 690
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	194 331	173 519	123 810	60 381	9	67	94 847	137 218	181 438	965 619

Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,93	węzeł kompaktowy
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,77	regulacja centralna, brak regulacji miejscowej
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,573	
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			
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,93	węzeł kompaktowy
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	przewody poziome i pionowe izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,74	
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	2 586
Liczba użytkowników	osoba	408
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	21 751,9
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	78,3
Sprawność wytwarzania	-	0,990
Sprawność przesyłu	-	1,000
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,990
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	21 971,7
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	79,1
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m^3/h	0,159
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,150
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	GJ/m^3	0,190
Max. moc c.w.u.	kW	18,05
Średnia moc c.w.u.	kW	8,4
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	8,5

Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się częściową wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 335 sztuk opraw o mocy 72 W, żarowe w ilości 75 sztuk opraw o mocy 60 W oraz halogenowe w ilości 10 szt. o mocy 250 W. 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	335	24 120
	60	75	4 500
	250	10	2 500
po modernizacji	45	335	15 075
	25	75	1 875
	120	10	1 200

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]
2 586	31 120	12,0	7,0	1 700

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m ² rok]	20,46	11,93
Zużycie energii do oświetlenia E_L	[kWh/rok]	52 904,00	30 855,00
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,65	0,65
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	34 387,60	20 055,75
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	22 049,00	
	[%]	41,68	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	14 331,85	
Nakłady inwestycyjne ¹⁾	[zł]	347 755,40	
SPBT	[lata]	24,26	

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

Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (wymiana drzwi, wymiana instalacji c.o., montaż Systemu Zarządzania Energią, wymiana oświetlenia wewnętrznego).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- 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	1 755,38	487 605,56	487,61
zużycie po modernizacji	1 120,83	311 341,67	311,34
oszczędność	634,55	176 263,89	176,26
<i>energia elektryczna</i>			0,00
zużycie przed modernizacją	178,08	49 467,00	49,47
zużycie po modernizacji	98,70	27 418,00	27,42
oszczędność	79,38	22 049,00	22,05
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 933,46	537 072,56	537,08
zużycie po modernizacji	1 219,53	338 759,67	338,76
oszczędność	713,93	198 312,89	198,32
oszczędność %	36,92		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	2 281,99	633 887,22	633,89
zużycie po modernizacji	1 457,08	404 744,17	404,74
oszczędność	824,92	229 143,05	229,14
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	534,24	148 401,00	148,40
zużycie po modernizacji	296,11	82 254,00	82,25
oszczędność	238,13	66 147,00	66,15
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	2 816,24	782 288,22	782,29
zużycie po modernizacji	1 753,19	486 998,17	486,99
oszczędność	1 063,04	295 290,05	295,30
oszczędność %	37,75		

Z-16 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	
sieć miejska	1 755,38	-	94,96	166,69	1 120,83	-	94,96	106,43		
energia elektryczna	-	49,47	0,832	41,16	-	27,42	0,832	22,81		
				207,85				129,25	78,60	37,82

Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

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

- poprawienie ubytków styropianowych w strefie przycokołowej,
- naprawę elewacji, tam gdzie jest to niezbędne,
- demontaż i utylizację starych futryn i drzwi,
- obróbkę nowych drzwi,
- 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 termomodernizacyjnych, oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.