

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**ZESPÓŁ SZKÓŁ W ZYNDAKACH**

Adres budynku	Zyndaki 2 kod: 07-306 gmina : Sorkwity powiat: mrągowski województwo: warmińsko-mazurskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Grażyna Brynkiewicz tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 7/2016

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1956/1995
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Sorkwity ul. Olsztyńska 16 A 11-731 Sorkwity tel. 89 742 81 79	1.4. Adres budynku ul. Żyndaki 2 kod 11-734 Sorkwity powiat. mragowski woj. warmińsko-mazurskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Grażyna Elżbieta Brynkiewicz REGON: 200210607 15-836 Białystok, ul.Ukośna 24 F			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Grażyna Brynkiewicz PESEL 55121805401 , Białystok ul.Ukośna 24 F uprawnienia projektowe nr : Bł 120/83, Bł 80/90, Bł 92/91 kurs dla audytorów energetycznych NAPE 102/07 tel. 085 65 25 888 , 696 077 938 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1			
2			
5. Miejscowość	Białystok	Data wykonania opracowani:	18 kwietnia 2016r
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa			
2. Karty audytu energetycznego			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku			
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis wariantu optymalnego			

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1.Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 986	4 986	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 718	1 718	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	67	67	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych - [m ²]	1 651	1 651	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	233	233	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie + miejscowo	centralnie	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kozy na węgiel	pompa ciepła	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,62	0,62	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]				
1.	Ściany zewnętrzne cegła - cz.starsza	1,219	0,198	
2.	Ściany zewnętrzne gazobeton - cz.nowsza	0,306	0,306	
3.	Strop nad nieogrzewaną piwnicą	1,129	0,237	
4.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - cz.starsza	2,310	0,148	
5.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - cz.nowsza	0,192	0,192	
6.	Stropodach - parter cz.starsza	2,310	0,147	
7.	Stropodach - piętro cz.starsza	2,310	0,146	
8.	Drzwi zewnętrzne	2,5 ; 3,3	1,3	
9.	Okna	2,5 ; 2,8	0,9	
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	3,50	
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,90	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88	
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95	
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,95	0,95	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95	
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania	kocioł węglowy	0,65	3,00
		podgrzewacz elektr.	0,96	
2.	Sprawność przesyłu	kocioł węglowy	0,60	0,80
		podgrzewacz elektr.	0,80	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85	
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna + mechaniczna	naturalna + mechaniczna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały	
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego (do obl. zapotrzebowania na ciepło) [m ³ /h]	6 854	3 998	
4.	Liczba wymian [1/h]	1,37	0,80	

1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	0,2361	0,156
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,8	3,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 860,45	1 008,65
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 954,52	345,68
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	144,87	27,35
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 uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	299,1	162,1
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	475,0	55,6
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	100,0
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	26,6	169,6
2.	Koszt 1 MW mocy elektrycznej zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	-	6 027
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	23,6	15,7
4.	Koszt 1 MW mocy elektrycznej zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc [zł/MW m-c]	6 027	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	3,96	2,96
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	1,11
7.	Inne [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]	1 928 169	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	88,0%
Planowana suma kredyt [zł]	1 332 474	Premia termomodernizacyjna [zł]	37 354
Roczna oszczędność kosztów energii *) [zł/rok]	18 677		

*) Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia : Obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO CZĘŚCI BUDYNKU - SZKOŁA

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 819	4 819	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 651	1 651	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych - [m ²]	1 651	1 651	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	232	232	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie + miejscowo	centralnie	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotły na węgiel	pompa ciepła	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,62	0,62	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]				
1.	Ściany zewnętrzne cegła - cz.starsza	1,219	0,198	
2.	Ściany zewnętrzne gazobeton - cz.nowsza	0,306	0,306	
3.	Strop nad nieogrzewaną piwnicą	1,129	0,237	
4.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - cz.starsza	2,310	0,148	
5.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - cz.nowsza	0,192	0,192	
6.	Stropodach - parter cz.starsza	2,310	0,147	
7.	Stropodach - piętro cz.starsza	2,310	0,146	
8.	Drzwi zewnętrzne	2,5 ; 3,3	1,3	
9.	Okna	2,5 ; 2,8	0,9	
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	3,50	
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,90	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88	
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95	
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,95	0,95	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95	
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania	kocioł węglowy	0,65	3,00
		podgrzewacz elektr.	0,96	
2.	Sprawność przesyłu	kocioł węglowy	0,60	0,80
		podgrzewacz elektr.	0,80	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85	
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna + mechaniczna	naturalna + mechaniczna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały	
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego (do obl. zapotrzebowania na ciepło) [m ³ /h]	6 682	3 898	
4.	Liczba wymian [1/h]	1,39	0,81	

1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	0,219	0,1508
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,8	3,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 712,50	975,97
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 719,57	334,48
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	135,97	24,51
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 uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	288,1	164,2
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	457,5	56,3
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	100,0
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	26,6	169,6
2.	Koszt 1 MW mocy elektrycznej zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	-	6 027
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	26,2	17,4
4.	Koszt 1 MW mocy elektrycznej zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc [zł/MW m-c]	6 027	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	3,65	3,04
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	1,11
7.	Inne [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]	1 768 012	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	87,4%
Planowana suma kredyt [zł]	1 221 797	Premia termomodernizacyjna [zł]	27 048
Roczna oszczędność kosztów energii *) [zł/rok]	13 524		

*) Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia : Obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO CZĘŚCI BUDYNKU - MIESZKANIE

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	168	168
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	67	67
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	67	67
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych - [m ²]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	1	1
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotły na węgiel	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,62	0,62
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne cegła - cz.starsza	1,219	0,198
2.	Strop nad nieogrzewaną piwnicą	1,129	0,237
3.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - cz.starsza	2,310	0,148
4.	Stropodach - parter cz.starsza	2,310	0,147
5.	Stropodach - piętro cz.starsza	2,310	0,146
6.	Drzwi zewnętrzne	2,5	1,3
7.	Okna	2,5	0,9
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	3,50
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	0,95	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	3,00
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego (do obl. zapotrzebowania na ciepło) [m ³ /h]	120	120
4.	Liczba wymian [1/h]	0,72	0,72

1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	0,0171	0,0052
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,003	0,001
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	150,25	35,03
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	238,61	12,01
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	8,90	2,85
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 uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	622,0	145,0
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	987,8	49,7
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	100,0
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	26,6	169,6
2.	Koszt 1 MW mocy elektrycznej zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	-	6 027
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	26,2	17,4
4.	Koszt 1 MW mocy elektrycznej zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc [zł/MW m-c]	6 027	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	7,89	2,64
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	1,11
7.	Inne [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]	160 157	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	93,9%
Planowana suma kredyt [zł]	110 678	Premia termomodernizacyjna [zł]	10 712
Roczna oszczędność kosztów energii *) [zł/rok]	5 356		

*) Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia : Obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Dokumentacja projektowa:

- " Inwentaryzacja budowlana " wykonana w 2016 r przez firmę ARH+ architekt Andrzej Rydzewski.

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r.wraz z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz ze zmianami wprowadzonymi przez Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015r. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 czerwca 2014r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 5 lipca 2013r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków- Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

3.3. Osoby udzielające informacji

- pan Józef Maciejewski - Wójt
- pani Anna Łuciuk- Skarbnik

3.4. Data wizji lokalnej

04.04.2016 r

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora .

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie stropodachu
 - ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą
 - modernizacja instalacji grzewczej
 - ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
 - modernizacja instalacji c.w.u

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	użyteczności publicznej	zamieszkania zbiorowego
Adres	Żyndaki 2		
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1955 / 1993		Rok zasiedlenia		1956 / 1995	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka: technologia keramzytu						
1	Powierzchnia zabudowy [m ²]	1 331	8	Liczba kondygnacji nadziemnych	2		
2	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	4 986	9	Liczba klatek schodowych	3		
			10	Wysokość kondygnacji w świetle	3,24 ; 2,53 ; 2,75 ; 3,6 ;		
			11	Liczba uczniów / pracowników / mieszkańców	205 / 27 / 1		
3	Powierzchnia mieszkalna [m ²]	67	12	Liczba mieszkań	1		
4	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (klasy, świetlica, biblioteka, archiwum, pokój nauczycielski)	539	13	Liczba łazienek z WC	2		
			14	Liczba osobnych WC	17		
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0	15	Budynek podpiwniczony	częściowo		
6	Powierzchnia pomieszczeń użytkowych na parterze [m ²]	1 112					
7	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6] [m ²]	1 718					

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Omawiany obiekt składa się z dwóch budynków połączonych parterowym łącznikiem. Starszy budynek powstał w 1956 r, nowszy w roku 1995. Oba budynki są parterowe, częściowo podpiwniczone, z poddaszem użytkowym. Jest jeszcze drugi łącznik, który połączy szkołę z zaprojektowaną już salą gimnastyczną. Ściany zewnętrzne części starszej wykonane z cegły ceramicznej pełnej gr.48cm. Ściany części nowszej murowane z gazobetonu gr.24 cm, ocieplone styropianem gr. 10 cm i obłożone cegłą pełną gr. 12 cm. Wszystkie ściany wykończone obustronnie tynkiem.

Stropod całego budynku pod nieogrzewanym poddaszem stanowi strop żelbetowy gr.24 cm. W części nowszej strop jest docieplony wełną mineralną gr. 20 cm. Dach drewniany, pokryty blachą trapezową.

W części nowszej zamontowane są okna drewniane o współczynniku przenikania ciepła ok. $U=2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Okna w części starszej PCV - współczynnika przenikania ciepła ocenia się na $2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Cała stolarka okienna w dostatecznym i złym stanie technicznym.

Zewnętrzne drzwi wejściowe są dwojakiego rodzaju - drewniane w bardzo złym stanie technicznym i PCV w stanie technicznym dobrym. Współczynnik przenikania ciepła ocenia się odpowiednio na $U= 3,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. I $U= 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Obróbki blacharskie w dobrym stanie technicznym.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. netto m^2	U_k $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściana zewnętrzna- cegła	W	105,7	1,219	43,0	2,5	4,2	2,5
2	Ściana zew. - gazobeton	W	58,8	0,306	14,8	2,8	2,1	2,5
3	Ściana zewnętrzna- cegła	N	58,6	1,219	7,8	2,5	-	-
4	Ściana zew. - gazobeton	N	247,1	0,306	43,2	2,8	2,1	3,3
5	Dach-skosy	N	49,1	0,256	1,9	2,8	-	-
6	Ściana zewnętrzna- cegła	E	133,9	1,219	17,9	2,5	1,4	3,3
7	Ściana zew. - gazobeton	E	168,2	0,306	22,3	2,8	2,1	3,3
8	Ściana zewnętrzna- cegła	S	58,6	1,219	7,8	2,5	-	-
9	Ściana zew. - gazobeton	S	184,8	0,306	109,1	2,8	3,1	2,5
10	Dach-skosy	S	49,1	0,256	1,9	2,8	-	-
11	Ściany zew.na poddaszu		38,2	1,219	-	-	3,4	3,3
12	Stropodach-nad piętrem cz. starszej		171,2	2,310	-	-	-	-
13	Stropodach parteru-podłoga balkonów		35,1	2,310	-	-	-	-
14	Strop pod poddaszem		186,6	2,310	-	-	-	-
15	Strop pod poddaszem		649,8	0,192	-	-	-	-
16	Strop nad piwnicą-cz.starsza		132,9	1,129	-	-	-	-
17	Strop nad piwnicą-cz.nowsza		241,3	1,129	-	-	-	-

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	236,1
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	18,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 860,5
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2 954,5
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	-
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	26,6
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	-

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni węglowej. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90 / 70°C
3.	Przewody w instalacji	Rury stalowe czarne, prowadzone po wierzchu.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne żeberkowe
5.	Oslonięcie grzejników	Częściowo - na korytarzach
6.	Zawory termostatyczne	Nie
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wabiorcze
8.	Odpowietrzenie	Centralna instalacja odpowietrzająca + automatyczne odpowietrzniki.
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,57
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,95
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,95

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana jest w lokalnej kotłowni węglowej i przez elektryczne podgrzewacze pojemnościowe
2.	Przewody	Stalowe
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zbiornik 300 l w piwnicy budynku

4.7. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła dla budynku są dwie kotłownie węglowe zlokalizowane w piwnicy budynku. Jedna kotłownia wyposażona w mały kocioł stalowy pokrywa potrzeby ciepłe mieszkania. Druga kotłownia obsługuje szkołę. Kocioł stalowy Innovex o mocy 140 kW - zamontowany w piwnicy, pracuje na potrzeby grzewcze szkoły. Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przez mały odrębny kocioł stalowy (ponad 20-letni) współpracujący z zasobnikiem ciepła poj. 300 l.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	4 760

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 System grzewczy

Ciepło dostarczane jest z lokalnych kotłowni węglowych - niezależne instalacje zasilają mieszkanie i szkołę. Obie instalacje wewnętrzne centralnego ogrzewania wykonane jako wodne z rozdziałem dolnym. Wszędzie są zamontowane rury stalowe czarne, łączone przez spawanie prowadzone po wierzchu ścian. Izolacja poziomych przewodów w piwnicy - w dobrym stanie technicznym. W budynku obiekcie zamontowane są grzejniki żeliwne żeberkowe. Brak zaworów regulacyjnych i termostatycznych. Odpowietrzanie - poprzez centralną sieć odpowietrzającą i samoczynne zawory odpowietrzające. Stan techniczny instalacji - dostateczny. Stwierdza się bardzo silne niedogrzewanie pomieszczeń.

5.2 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana jest w dwojaki sposób: centralnie w lokalnej kotłowni węglowej gdzie jest magazynowana w zasobniku ciepłej wody pojemności 300 l. Stąd jest rozprowadzona do szkolnych odbiorników. W kuchni szkolnej zamontowany jest dodatkowo podgrzewacz elektryczny poj. 150 l. Na poddaszu części starszej nie ma centralnej instalacji c.w.u. W mieszkaniu zamontowany jest elektryczny podgrzewacz pojemnościowy. Brak przewodów cyrkulacyjnych.

5.3 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne w kanałach budowlanych. Świeże powietrze infiltruje do środka przez okna w momencie ich rozszczelnienia lub otwarcia. W pomieszczeniach nie zaobserwowano zbyt małej wentylacji pomieszczeń. W niektórych pomieszczeniach stwierdza się nadmierny napływ zimnego powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej.

Grawitacyjna wentylacja kuchni wspomagana jest okresowo wyciągiem z nad patelni elektrycznych - działa bez zastrzeżeń.

5.4 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
		istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne - cegła	1,219	0,820	5,0
ściany zewnętrzne - gazobeton	0,306	3,268	5,0
strop pod poddaszem-cz. nowsza	0,192	5,208	6,7
strop pod poddaszem-cz. starsza	2,310	0,433	6,7
strop nad piwnicą	1,129	0,886	4,0

Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych budynku są wyższe od wymaganych od 1.01.2021r.

5.5 Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne PCV	2,5	1,3
drzwi zewnętrzne drewniane	3,3	1,3
okna PCV	2,5	0,9
okna drewniane	2,8	0,9

Współczynniki przenikania ciepła dla stolarki okiennej i drzwiowej są wyższe od wymaganych od 1.01.2021r.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne budynku i zapewnić wymagany od 2021 r opór cieplny. Po uzgodnieniu z Inwestorem : pominąć ściany zewnętrzne i strop pod poddaszem części nowszej budynku.
2.	<u>Okna i drzwi</u> Okna drewniane i PCV nie spełniają wymagań cieplnych.	Należy wymienić całą stolarkę okienną i drzwiową.
3.	<u>Wentylacja grawitacyjna i mechaniczna</u> Nie stwierdza się nieprawidłowości w pracy instalacji wentylacyjnej.	Po uzgodnieniu z Inwestorem : ponieważ wentylacja grawitacyjna i mechaniczna w całym obiekcie funkcjonuje prawidłowo nie będzie rozpatrywane to usprawnienie.
4.	<u>Instalacja ciepłej wody</u> Centralne i miejscowe przygotowywanie ciepłej wody użytkowej.	Możliwość podłączenia instalacji do nowego źródła ciepła, wykonanie brakującej instalacji c.w. i cyrkulacji.
5.	<u>System grzewczy</u> Kotły węglowe . Instalacja tradycyjna dwururowa z rozdzielaczem dolnym. Grzejniki żeberkowe żeliwne , centralna instalacja odpowietrzająca, brak możliwości regulacji.	Konieczna kompleksowa wymiana instalacji na nową, odpowiadającą obecnym przepisom. Zmiana sposobu wytwarzania ciepła.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych części starszej budynku metodą bezspoinową (lekko mokra) ze styropianu.
2.	Jw. przez strop pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem części starszej budynku płytami z wełny mineralnej.
3.	Jw. przez strop nieogrzewaną piwnicą	Ocieplenie stropu płytami ze styropianu.
4.	Jw.. przez okna i drzwi	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych
5.	Modernizacja instalacji c.w.u.	Montaż brakującej instalacji c.w. i cyrkulacji, zmiana sposobu wytwarzania ciepła.
6.	Modernizacja instalacji grzewczej	Wymiana źródła ciepła - montaż pompy ciepła . Wymiana instalacji c.o. : wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów termostatycznych, regulacyjnych i odpowietrzających.Uruchomienie całości i regulacja hydrauliczna dla nowych warunków cieplnych.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych - cz.starsza
		Ocieplenie ścian zewnętrznych poddasza - cz.starsza
		Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem - cz.starsza
		Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą
		Ocieplenie stropodachu-parter cz.starsza
		Ocieplenie stropodachu-piętro cz.starsza
		Wymiana drzwi zewnętrznych PCV
		Wymiana drzwi zewnętrznych drewnianych
		Wymiana okien PCV
		Wymiana okien drewnianych
II	Usprawnienie dotyczące modernizacji instalacji c.w.u.	Montaż brakującej instalacji c.w. i cyrkulacji, montaż zaworów termostatycznych, podłączenie do nowego źródła ciepła.
III	Usprawnienie dotyczące modernizacji instalacji grzewczej	Demontaż kotłowni węglowej i istniejącej instalacji c.o. Montaż nowego źródła ciepła, kompletnej instalacji c.o., uruchomienie całości i regulacja hydrauliczna.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-22,0	-22,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{wpiw}	6,0	6,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla stropu nad piwnicą	2 548	2 548	dzień·K·a
S_d^* dla przegród zewnętrznych	4 117	4 117	dzień·K·a
O_{0r} O_{1m} ,	-	6 027,00	zł/MW*m-c
O_{0z} O_{1z} ,	26,57	169,57	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1} ,	-	1,11	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Ściany zewnętrzne - cegła cz.starsza	
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 356,8 \text{ m}^2$
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 486,9 \text{ m}^2$
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się ocieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$					
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariacie 1					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{ K/W}$		4,24	4,85
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{ K/W}$	0,82	5,06	5,67
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	154,7	25,1	22,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0183	0,0030	0,0026
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		3 443	3 515
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/m ²		250	260
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		121 725	126 594
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		35,3	36,0
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \text{ K}$	1,219	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u. Cena zawiera wykonanie docieplenia, wykonanie bróbek gładkich i obróbek blacharskich.					
Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ściany z odliczeniem powierzchni okien, powiększony o należyty podatek VAT.					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	121 725 zł	SPBT=	35,3 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda		
			Ściany zewnętrzne - poddasze cz. starsza		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 38,2 m²</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 34,8 m²</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie ścian podłużnych metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 (m^2 \cdot K)/W$</p> <p>wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1</p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,24	4,85
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,82	5,06	5,67
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	16,6	2,7	2,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0020	0,0003	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		369	377
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/m ²		135	140
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		4 698	4 872
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		12,7	12,9
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,219	0,20	0,18
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u. Cena zawiera wykonanie docieplenia i zatarcie ścian tynkiem.</p> <p>Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ściany z odliczeniem powierzchni drzwi, powiększony o należny podatek VAT.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	4 698 zł	SPBT=	12,7 lat

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem - cz. starsza	
Dane:				A	= 186,6 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A_{kosz}	= 166,4 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia					
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się ocieplenie stropu nad najwyższą ogrzewaną kondygnacją płytami z wełny mineralnej o współczynniku przewodności cieplnej:					
$\lambda = 0,038 \text{ W/m} \cdot \text{K}$					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$					
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,32	6,84
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,43	6,75	7,28
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	153,3	9,8	9,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0181	0,0012	0,0011
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		3 813	3 831
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/m ²		205	210
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		34 112	34 944
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,9	9,1
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,310	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u . Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu powiększony o należny podatek VAT.					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	34 112 zł	SPBT=	8,9 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda		
			Stropodach - piętro cz. starsza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 171,2 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 146,8 \text{ m}^2$					
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego metodą wdmuchiwania z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności cieplnej: $\lambda = 0,042 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,27	0,29
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		6,43	6,90
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,43	6,86	7,34
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	140,7	8,9	8,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0166	0,0010	0,0010
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		3 502	3 518
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/ m^2		120	125
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		17 616	18 350
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		5,0	5,2
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	2,310	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u . Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu powiększony o należny podatek VAT.					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	17 616 zł	SPBT=	5,0 lat

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda		
			Stropodach parteru-cz.starsza		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 35,1 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 31,0 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie stropodachu (nad parterem cz.starszej) płytami styropianowymi o współczynniku przewodności cieplnej: $\lambda = 0,033 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <p>Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$</p> <p>wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1</p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,21	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		6,36	6,97
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,43	6,80	7,40
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	28,8	1,8	1,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0034	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		718	721
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/ m^2		210	215
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		6 510	6 665
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,1	9,2
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,310	0,15	0,14
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u . Cena zawiera ułożenie izolacji cieplnej i pokrycie podłoża betonem.</p> <p>Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu powiększony o należny podatek VAT.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	6 510 zł	SPBT=	9,1 lat

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przełoga		
			Strop nad nieogrzewaną piwnicą		
Dane: powierzchnia przełogi do obliczania strat $A = 374,2 \text{ m}^2$ powierzchnia przełogi do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 296,0 \text{ m}^2$					
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami (cz.nowsza i starsza budynku) płytami ze styropianu o współczynniku przewodności cieplnej: $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		3,33	3,89
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,89	4,22	4,77
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	150,3	31,5	27,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0177	0,0037	0,0033
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		3 155	3 252
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/ m^2		165	175
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		48 840	51 800
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		15,5	15,9
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,129	0,24	0,21
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u. Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu powiększony o należyty podatek VAT.					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	48 840 zł	SPBT=	15,5 lat

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien drewnianych	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 189,4 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 2\,800 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewidziano usprawnienie polegające na wymianie starych zewnętrznych okien drewnianych na nowe okna PCV, szczelne, z zamontowanymi nawiewnikami higrosterowanymi, o niskim współczynniku U.</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: okna o współczynniku $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,8	0,9	0,7
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	189	61	47
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	407	339	339
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	595	400	386
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0223	0,0072	0,0056
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0560	0,0400	0,0400
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0783	0,0471	0,0456
9	Roczna oszczędność kosztów	zł/rok		5 202	5 560
10	Koszt jednostkowy okien N_{ok}	zł/m ²		1 250	1 550
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		236 750	293 570
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			236 750	293 570
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		45,5	52,8
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto cenę zakupu i montażu stolarki okiennej wg ofert lokalnych firm branżowych oraz biuletynu cenowego Sekocenbudu.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt : 236 750 zł	SPBT=	45,5 lat	

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien PCV	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 80,3 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewidziano usprawnienie polegające na wymianie starych zewnętrznych okien PCV na okna nowe, szczelne, z zamontowanymi nawiewnikami higrosterowanymi, o niskim współczynniku U.</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: okna o współczynniku $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,5	0,9	0,7
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,40	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	71	26	20
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	218	182	182
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	289	207	202
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0084	0,0030	0,0024
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0300	0,0214	0,0214
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0384	0,0245	0,0238
9	Roczna oszczędność kosztów	zł/rok		2 179	2 331
10	Koszt jednostkowy okien N_{ok}	zł/m ²		1 250	1 550
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		100 375	124 465
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			100 375	124 465
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		46,1	53,4
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto cenę zakupu i montażu stolarki okiennej wg ofert lokalnych firm branżowych oraz biuletynu cenowego Sekocenbudu.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt : 100 375 zł	SPBT=	46,1 lat	

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi drewnianych	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 9 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 60 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Ze względu na zabytkowy charakter budynku przewidziano usprawnienie polegające na wymianie starych zewnętrznych drzwi drewnianych na nowe drzwi PCV /aluminium z wkładką izolacyjną.</p> <p>wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,3	1,3	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,20	1,00
		C_m	-	1,40	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	11	4	4
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	9	7	7
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	19	11	11
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0012	0,0005	0,0004
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0009	0,0009	0,0009
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0021	0,0013	0,0013
9	Roczna oszczędność kosztów	zł/rok		209	226
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		1 550	1 750
11	Koszt wymiany drzwi N_{OK}	zł		13 950	15 750
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			13 950	15 750
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		66,8	69,8
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto cenę zakupu i montażu stolarki drzwiowej wg ofert lokalnych firm branżowych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	13 950 zł	SPBT=	66,8 lat

7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi PCV	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 9,4 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 400 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Ze względu na zabytkowy charakter budynku przewidziano usprawnienie polegające na wymianie starych zewnętrznych drzwi PCV na nowe drzwi PCV /aluminium z wkładką izolacyjną.</p> <p>wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,5	1,3	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,40	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	8	4	4
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	58	48	48
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	66	53	52
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0009	0,0005	0,0004
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0057	0,0057	0,0057
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0067	0,0062	0,0061
9	Roczna oszczędność kosztów	zł/rok		364	382
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		1 550	1 750
11	Koszt wymiany drzwi N_{OK}	zł		14 570	16 450
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			14 570	16 450
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		40,0	43,1
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto cenę zakupu i montażu stolarki drzwiowej wg ofert lokalnych firm branżowych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	14 570 zł	SPBT=	40,0 lat

7.2.11. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 144,87 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0188 \text{ MW}$

Opis:

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu proponuje się przeprowadzić przez zmianę systemu wytwarzania c.w. tj likwidację kotłowni węglowej, montaż instalacji c.w. i cyrkulacyjnej wraz z zaworami termostatycznymi, podłączenie instalacji do nowego źródła ciepła.

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwuśr}$	MW	0,0188	0,0188
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	144,87	27,35
3	Roczne zapotrzebowanie ciepła z kotła węglowego	GJ/rok	120,65	0
4	Roczne zapotrzebowanie ciepła z podgrzewaczy elektrycznych	GJ/rok	24,22	0
5	Roczne zapotrzebowanie ciepła z pompy ciepła	GJ/rok	0	27,35
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/a	6 972	4 639
7	Różnica	zł/a		2 334
8	Koszt N_{cw}	zł		42 000
9	SPBT	lat		18,0

Podstawa przyjętych wartości N_{cw}

Koszt brutto wykonania brakującej centralnej instalacji ciepłej wody i cyrkulacji oraz podłączenia instalacji do nowego źródła ciepła przyjęto wg ofert lokalnych firm branżowych oraz biuletynu cenowego Sekocenbudu. Cena zawiera dostawę i montaż: orurowania wraz z izolacją termiczną, nowego zasobnika ciepłej wody, pompy obiegowej i cyrkulacyjnej, naczynia przeponowego oraz niezbędnej armatury regulacyjnej i zabezpieczającej.

Koszt brutto instalacji ciepłej wody i cyrkulacji wyniesie: 42 000 zł

KOSZT	42 000 zł	SPBT	18,0 lat
--------------	------------------	-------------	-----------------

7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	Ocieplenie stropodachu- piętro cz.starsza	17 616	5,0
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem- cz. starsza	34 112	8,9
3	Ocieplenie stropodachu parteru- cz. starsza	6 510	9,1
4	Ocieplenie ścian zew.poddasza- cz. starsza	4 698	12,7
5	Ocieplenie stropu nad piwnicą	48 840	15,5
6	Modernizacja instalacji c.w.u.	42 000	18,0
7	Ocieplenie ścian murowanych- cz. starsza	121 725	35,3
8	Wymiana drzwi zewnętrznych PCV	14 570	40,0
9	Wymiana okien drewnianych	236 750	45,5
10	Wymiana okien PCV	100 375	46,1
11	Wymiana drzwi zewnętrznych drewnianych	13 950	66,8

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego całego budynku

Dane: $Q_{oco} = 1\,860,45$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w złym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne żeberkowe
- 3 Kotłownia węglowa w dobrym stanie technicznym

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

a) w zakresie instalacji c.o.

- demontaż istniejącej instalacji c.o.
- montaż kompletnej nowej instalacji c.o. tj: rurociągi, grzejniki (ok. 92 szt) , zawory odcinające, termostatyczne i regulacyjne, automatyczne odpowietzniki
- uruchomienie całości i regulacja hydrauliczna

$$1\,830 \text{ zł/szt} * 92 \text{ szt} * 1,23 = \mathbf{207\,083 \text{ zł}}$$

b) w zakresie zmiany sposobu wytwarzania ciepła

- demontaż istniejącej kotłowni węglowej
- montaż pompy ciepła o mocy obliczeniowej ok. 160 kW pracującej na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Całość będzie zamontowana w pomieszczeniach obecnej kotłowni .
- wykonanie odwiertów , montaż niezbędnych urządzeń oraz połączenie instalacji grzewczej z proponowaną pompą ciepła.
- montaż armatury pomiarowej, odcinającej i regulacyjnej

Koszt usprawnień wytwarzania ciepła wg cen rynku lokalnego i porównawczych cen z rozstrzygniętych przetargów

- dolne źródło ciepła 520 000 zł
- urządzenia pompy ciepła : zestawy pompowe, zbiorniki buforowe, naczynia wzbiorcze, wymiennik płytowy, licznik ciepła, armatura 320 000 zł

$$(520\,000 + 320\,000) * 1,23 = \mathbf{1\,033\,200 \text{ zł}}$$

Całkowity koszt modernizacji instalacji grzewczej :

$$N_{co} = 207\,083 + 1\,033\,200 = \mathbf{1\,240\,283 \text{ zł}}$$

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	kotłownia węglowa		pompa ciepła	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,82	$\eta_w =$	3,50
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,90	$\eta_p =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	$\eta_r =$	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e =$	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,57	$\eta =$	2,63
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,95	$w_t =$	0,95
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95	$w_d =$	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kocioł węglowy - po 2000 r	pompa ciepła gruntowa napędzana elektrycznie
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody i armatura zaizolowane w przestrzeni nieogrzewanej	przewody i armatura zaizolowane w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	brak możliwości regulacji	regulacja centralna i miejscowa z zaworem termostatycznym w zakresie P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	bez zbiornika	bufor w przestrzeni ogrzewanej
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	osłabienie nocne i weekendowe	osłabienie nocne i weekendowe

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,2361	0,2361
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1 860,45	1 860,45
4	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,5683	2,6334
5	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
6	Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
7	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	2 955	638
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	5 330
9	Roczna opłata zmienna	zł/rok	78 502	108 117
10	Roczny abonament	zł/rok	0	13
11	Roczny koszt ogrzewania w standardowym okresie	zł/rok	78 502	113 461
12	Różnica	zł/rok		-34 959
13	Koszt	zł		1 240 283
14	SPBT	lat		-35,5

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Modernizacja instalacji co	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie stropodachu -piętro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropu pod poddaszem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Ocieplenie stropodachu -parter	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
5	Ocieplenie ścian zew. poddasza	X	X	X	X	X	X	X	X				
6	Ocieplenie stropu nad piwnicą	X	X	X	X	X	X	X					
7	Modernizacja instalacji c.w.	X	X	X	X	X	X						
8	Ocieplenie ścian murowanych	X	X	X	X	X							
9	Wymiana drzwi zewn PCV	X	X	X	X								
10	Wymiana okien drewnianych	X	X	X									
11	Wymiana okien PCV	X	X										
12	Wymiana drzwi zewn drewnianych	X											

7.4.2 Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania projektów technicznych.

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu i dokumentacji [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12	1 881 429	46 740	1 928 169
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	1 867 479	46 740	1 914 219
3	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	1 767 104	46 740	1 813 844
4	1+2+3+4+5+6+7+8+9	1 530 354	46 740	1 577 094
5	1+2+3+4+5+6+7+8	1 515 784	46 740	1 562 524
6	1+2+3+4+5+6+7	1 394 059	46 740	1 440 799
7	1+2+3+4+5+6	1 352 059	40 590	1 392 649
8	1+2+3+4+5	1 303 219	40 590	1 343 809
9	1+2+3+4	1 298 521	40 590	1 339 111
10	1+2+3	1 292 011	40 590	1 332 601
11	1+2	1 257 899	40 590	1 298 489
12	1	1 240 283	28 290	1 268 573

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Warianty	Energia elektryczna			Opłata zmienna za c.o.					Opłata za c.w.u.		Opłata za c.o. + c.w.u.		Zmiana	
	Abonament	Zamówiona moc elektryczna	Opłata za moc zamówioną	Q_{co} wg obl.	η	$W_d \cdot W_t$	$Q_{co} \cdot W_d \cdot W_t / \eta$	Opłata zmienna c.o.	Q_{cwu}	Opłata c.w.u.	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata roczna całkowita	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	zł/rok	MW	zł/rok	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	13,28	0,0488	3 529	1 008,65	2,633	0,90	346	58 616	27,4	4 639	373	66 797	2 726	18 677
2	13,28	0,0489	3 537	1 015,24	2,633	0,90	348	58 999	27,4	4 639	375	67 187	2 724	18 287
3	13,28	0,0505	3 652	1 109,12	2,633	0,90	380	64 455	27,4	4 639	407	72 759	2 692	12 715
4	13,28	0,0555	4 014	1 258,13	2,633	0,90	431	73 114	27,4	4 639	459	81 780	2 641	3 694
5	13,28	0,0556	4 021	1 261,97	2,633	0,90	432	73 337	27,4	4 639	460	82 010	2 640	3 464
6	13,28	0,0604	4 368	1 404,14	2,633	0,90	481	81 599	27,4	4 639	509	90 620	2 591	-5 145
7	13,28	0,0604	4 368	1 404,14	2,633	0,90	481	81 599	144,9	6 972	626	92 953	2 473	-7 479
8	13,28	0,0617	4 462	1 496,99	2,633	0,90	513	86 995	144,9	6 972	658	98 443	2 441	-12 969
9	13,28	0,0622	4 499	1 511,62	2,633	0,90	518	87 845	144,9	6 972	663	99 330	2 436	-13 855
10	13,28	0,0633	4 578	1 544,56	2,633	0,90	529	89 760	144,9	6 972	674	101 323	2 425	-15 849
11	13,28	0,0684	4 947	1 700,27	2,633	0,90	583	98 808	144,9	6 972	728	110 741	2 372	-25 267
12	13,28	0,0737	5 330	1 860,45	2,633	0,90	638	108 117	144,9	6 972	782	120 433	2 317	-34 959
0-stan istniejący	0,00	0	0	1 860,45	0,568	0,90	2 955	78 502	144,9	6 972	3 099	85 474		

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności
1	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą Modernizacja instalacji c.w.u. Ocieplenie ścian murowanych-cegła Wymiana drzwi zew.PCV Wymiana okien drewnianych Wymiana okien PCV Wymiana drzwi zew.drewnianych	1 928 169	18 677	88,0%	595 694	15% netto + VAT	266 495	308 507	37 354
					1 332 474	85% netto			
2	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą Modernizacja instalacji c.w.u. Ocieplenie ścian murowanych-cegła Wymiana drzwi zew.PCV Wymiana okien drewnianych Wymiana okien PCV	1 914 219	18 287	87,9%	591 385	15% netto + VAT	264 567	306 275	36 574
					1 322 834	85% netto			
3	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą Modernizacja instalacji c.w.u. Ocieplenie ścian murowanych-cegła Wymiana drzwi zew.PCV Wymiana okien drewnianych	1 813 844	12 715	86,9%	560 375	15% netto + VAT	250 694	290 215	25 431
					1 253 469	85% netto			

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
					zł	%	zł	zł	zł
4	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą Modernizacja instalacji c.w.u. Ocieplenie ścian murowanych-cegła Wymiana drzwi zew.PCV	1 577 094	3 694	85,2%	487 232	15%netto + VAT	217 972	252 335	7 389
					1 089 862	85% netto			
5	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą Modernizacja instalacji c.w.u. Ocieplenie ścian murowanych- cegła	1 562 524	3 464	85,2%	482 731	15%netto + VAT	215 959	250 004	6 928
					1 079 793	85% netto			
6	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą Modernizacja instalacji c.w.u.	1 440 799	-5 145	83,6%	445 125	15%netto + VAT	199 135	230 528	-10 290
					995 674	85% netto			
7	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza Ocieplenie stropu nad piwnicą	1 392 649	-7 479	79,8%	430 249	15%netto + VAT	192 480	222 824	-14 958
					962 400	85% netto			

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności
		zł	zł	%	zł	%	zł	zł	zł
8	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter Ocieplenie ścian zew.poddasza	1 343 809	-12 969	78,8%	415 160	15% netto + VAT	185 730	215 009	-25 938
					928 648	85% netto			
9	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem Ocieplenie stropodachu-parter	1 339 111	-13 855	78,6%	413 709	15% netto + VAT	185 080	214 258	-27 711
					925 402	85% netto			
10	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro Ocieplenie stropu pod poddaszem	1 332 601	-15 849	78,2%	411 698	15% netto + VAT	184 181	213 216	-31 698
					920 903	85% netto			
11	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu-piętro	1 298 489	-25 267	76,5%	401 159	15% netto + VAT	179 466	207 758	-50 534
					897 330	85% netto			
12	Modernizacja instalacji c.o.	1 268 573	-34 959	74,8%	391 917	15% netto + VAT	175 331	202 972	-69 917
					876 656	85% netto			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o.
- modernizacja instalacji c.w.u.
- wymiana okien drewnianych i PCV
- wymiana drzwi zewnętrznych drewnianych i PCV
- ocieplenie stropodachu- piętro części starszej
- ocieplenie stropu pod poddaszem- część starsza
- ocieplenie ścian zewnętrznych poddasza- cz.starsza
- ocieplenie stropu nad piwnicą - cz. starsza i nowsza
- ocieplenie ścian zewnętrznych z cegły- cz.starsza

Przedsięwzięcie to pozwala osiągnąć :

- | | |
|--|-----------|
| 1. roczna oszczędność zapotrzebowania ciepła | 88,0% |
| 2. roczna oszczędność kosztów energii | 18 677 zł |

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizacja instalacji c.o. obejmująca
 - demontaż istniejącej kotłowni węglowej 1 kpl
 - montaż kompletnego źródła ciepła - pompa ciepła typu glikol/woda zasilana energią elektryczną 1 kpl
 - demontaż istniejącej instalacji c.o. 1 kpl
 - montaż kompletnej nowej instalacji c.o. - rurociągi wraz z izolacją cieplną, grzejniki, zawory regulacyjne, termostaty, odpowietrzające. 1 kpl
 - uruchomienie i regulacja hydrauliczna całości 1 kpl
2. Modernizacja instalacji c.w.u. obejmująca:
 - podłączenie instalacji do nowego źródła ciepła, montaż nowego zasobnika ciepłej wody ,brakującej instalacji c.w. i cyrkulacji, montaż zaworów termostatycznych 1 kpl
3. Ocieplenie stropodachu (na piętrze części starszej) granulatem wełny mineralnej gr 27 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
4. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem (część starsza) wełną mineralną gr 24 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
5. Ocieplenie stropodachu (parter części starszej = posadzka balkonu) styropianem gr.21 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $U=0,033 \text{ W/m}^2\text{K}$
6. Ocieplenie ścian zewnętrznych poddasza (część starsza budynku) warstwą styropianu (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) grubości 14 cm , zatarcie tynkiem.
7. Ocieplenie stropu nad piwnicą (część starsza i nowsza) warstwą styropianu (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) grubości 12 cm , zatarcie tynkiem.
8. Ocieplenie ścian zewnętrznych z cegły (część starsza budynku) warstwą styropianu (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) grubości 14 cm , metodą bezspoinową , wykończenie tynkiem.
9. Wymiana starych drzwi PCV na nowe PCV o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

10. Wymiana starych okien drewnianych na nowe PCV o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
11. Wymiana starych okien PCV na nowe PCV o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
12. Wymiana starych drzwi drewnianych na nowe PCV o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

8.2 Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt./ kpl	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji grzewczej	1	-	1 240 283
2	Modernizacja instalacji c.w.u.	1	-	42 000
3	Ocieplenie stropodachu-piętro	146,8	120	17 616
4	Ocieplenie stropu pod poddaszem	166,4	205	34 112
5	Ocieplenie stropodachu-parter	31	210	6 510
6	Ocieplenie ścian zew.poddasza	34,8	135	4 698
7	Ocieplenie stropu nad piwnicą	296	165	48 840
8	Ocieplenie ścian zew. z cegły	486,9	250	121 725
9	Wymiana drzwi zew.PCV	9,4	1 550	14 570
10	Wymiana okien drewnianych	189,4	1 250	236 750
11	Wymiana okien PCV	80,3	1 250	100 375
12	Wymiana drzwi zew.drewnianych	9	1 550	13 950
13	Dokumentacja			46 740
			SUMA	1 928 169

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	1 928 169 zł
Roczna oszczędność kosztów	18 677 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	103,2 lat

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i na moc na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Uproszczona dokumentacja techniczna

Obliczenie opłat za zużycie ciepła.

Założenia:

- a) budynek użyteczności publicznej
- b) ciepło na potrzeby c.o. - lokalna kotłownia węglowa
- c) ciepło na potrzeby c.w.u.- lokalna kotłownia węglowa

Cena wytwarzania ciepła w kotle węglowym

Średnia wartość opałowa węgla wynosi 20,7 MJ/kg

Ilość ciepła otrzymywana z 1 000 kg węgla :

$$1\ 000\ \text{kg} * 20,7\ \text{MJ/kg} = 20\ 700\ \text{MJ} = 20,7\ \text{GJ/t}$$

Średni koszt brutto zakupu 1 t węgla wynosi 550,00 zł

Koszt wytworzenia jednostki ciepła wynosi :

$$O_{20} = 550\ \text{zł/t} / 20,7\ \text{GJ/t} = \mathbf{26,57\ \text{zł}}$$

Cena energii elektrycznej :

Ceny jednostkowe energii elektrycznej brutto

Abonament	1,8 zł/m-c	
	<u>1,8 zł/m-c * 1,23 =</u>	2,214 zł/m-c
Do obliczeń przyjęto, że połowa wartości abonamentu dotyczy oświetlenia i gniazd wtykowych :	2,214 zł/m-c * 0,5 =	1,107 zł/m-c
 Opłata stała		
- opłata przesyłowa stała	4,03 zł/kW/m-c	
- opłata przejściowa	0,87 zł/kW/m-c	
	<u>4,9 zł/kW/m-c*1,23 =</u>	6,027 zł/kW/m-c
 Opłata zmienna		
- opłata przesyłowa zmienna	0,2617 zł/kWh	
- energia czynna	0,2346 zł/kWh	
	<u>0,4963 zł/kWh * 1,23 =</u>	0,610 zł/kWh

Załącznik nr 2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

a) przed termomodernizacją budynku

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K	
Ściany zewnętrzne	tynk gipsowy	0,015	1,000	0,015	0,306	
	gazobeton	0,240	0,349	0,688		
	styropian	0,100	0,045	2,222		
	cegła pełna	0,120	0,770	0,156		
	tynk cienkowarstwowy	0,010	0,820	0,012		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
			razem	3,263		
Ściany zewnętrzne	tynk gipsowy	0,015	1,000	0,015	1,219	
	cegła pełna	0,480	0,770	0,623		
	tynk cienkowarstwowy	0,010	0,820	0,012		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
			razem	0,821		
Strop pod poddaszem -cz. nowsza	szlichta betonowa	0,030	1,050	0,029	0,192	
	wełna mineralna	0,200	0,042	4,762		
	płyta kanałowa żelbetowa	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,820	0,024		
				R _{si}		0,100
			R _{se}	0,100		
			razem	5,195		
Strop pod poddaszem - cz. starsza	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029	2,310	
	strop żelbetowy	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	0,433		
Strop nad piwnicą	lastryko	0,005	0,72	0,007	1,129	
	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029		
	papa asfaltowa	0,015	0,18	0,083		
	plyta pilśniowa	0,04	0,18	0,222		
	płyta kanałowa żelbetowa	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
				R _{si}		0,170
				R _{se}		0,170
			razem	0,885		
Podłoga na gruncie	lastryko	0,005	0,72	0,007	0,095	
	beton	0,050	1,05	0,048		
	papa asfaltowa	0,015	0,18	0,083		
	beton	0,030	1	0,030		
	gruzobeton	0,100	1	0,100		
				R _g		10,292
			razem	10,560		
Stropodach - cz. starsza	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029	2,310	
	strop żelbetowy	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	0,433		

b) po termomodernizacji budynku

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K	
Ściany zewewnętrzne - cz. starsza	tynk gipsowy	0,015	1,000	0,015	0,198	
	cegła pełna	0,480	0,770	0,623		
	tynk cienkowarstwowy	0,010	0,820	0,012		
	styropian	0,140	0,033	4,242		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
			razem	5,063		
Strop pod poddaszem - cz. starsza	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029	0,148	
	strop żelbetowy	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
	wełna mineralna	0,240	0,038	6,316		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	6,749		
Strop nad piwnicą	lastryko	0,005	0,72	0,007	0,237	
	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029		
	papa asfaltowa	0,015	0,18	0,083		
	plyta pilśniowa	0,04	0,18	0,222		
	plyta kanałowa żelbetowa	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
	styropian	0,120	0,036	3,333		
				R _{si}		0,170
			R _{se}	0,170		
			razem	4,219		
Stropodach - parter cz. starsza	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029	0,147	
	strop żelbetowy	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
	styropian	0,210	0,033	6,364		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	6,797		
Stropodach- piętro cz.starsza	szlichta betonowa	0,030	1,05	0,029	0,146	
	strop żelbetowy	0,24		0,180		
	tynk wap-cem	0,02	0,82	0,024		
	granulat wełny	0,270	0,042	6,429		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	6,862		

Załącznik nr 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

1. Wentylacja grawitacyjna

Użytkownicy	Ilość [os] , [szt]	Strumień powietrza wg normy w [m ³ /h]	Łączne zap. powietrza w m ³ /h
Osoby dorosłe	232	20	4 640
Kuchnia	1	70	70
Łazienka z w.c.	1	50	50
ŁĄCZNIE V _o			4 760

Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

'- do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$\Psi =$	4 760	m ³ /h
Kubatura wentylowana	4 986	m ³
Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,95	h ⁻¹

Współczynniki korekcyjne	stan istniejący	po modernizacji
C _r	1,2	0,7
C _w	1,2	1,2
C _m	1,4	1,0
C_r * C_w * Ψ	6 854,4	3 998,4

m³/h

- do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$\Psi =$	4 760	m ³ /h
Kubatura wentylowana	4 986	m ³
Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,95	h ⁻¹

C_m * Ψ	6 664,0	4 760,0
--------------------------	----------------	----------------

m³/h

Załącznik nr 4

1. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący	Po modernizacji- układ z pompą ciepła
SZKOŁA			
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	0,8	0,8
Powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	1 651	1 651
Ciepło właściwe wody c_w	$kJ/kg \cdot K$	4,19	4,19
Gęstość wody ρ	kg/dm^3	1	1
Temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	$^{\circ}C$	55	55
Temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}C$	10	10
Współczynnik (przerwy w użytkowaniu) k_R	-	0,55	0,55
Liczba dni w roku	doby	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla szkoły Q_w	kWh/rok	13 887,3	13 887,3
	GJ/rok	49,99	49,99
Sprawność wytwarzania ciepła -kocioł węglowy	-	0,65	3,00
Sprawność przesyłu ciepłej wody	-	0,60	0,80
Sprawność akumulacji	-	0,85	0,85
Sprawność ogólna $\eta_{w,tot}$	-	0,3315	2,04
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową z kotła węglowego $Q_{K,W}$	kWh/rok	33 513,8	6 807,5
	GJ/rok	120,65	24,51
Sprawność wytwarzania ciepła -pojemnościowy podgrzewacz elektryczny	-	0,96	-
Sprawność przesyłu ciepłej wody	-	0,80	-
Sprawność akumulacji	-	0,85	-
Sprawność ogólna $\eta_{w,tot}$	-	0,6528	-
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową z podgrzewacza pojemnościowego $Q_{K,W}$	kWh/rok	4 254,7	-
	GJ/rok	15,32	-
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego dla szkoły Q_w	kWh/rok	37 768,4	6 807,5
	GJ/rok	135,97	24,51
MIESZKANIE			
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	1,4	1,4
Powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	67	67
Ciepło właściwe wody c_w	$kJ/kg \cdot K$	4,19	4,19
Gęstość wody ρ	kg/dm^3	1	1
Temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	$^{\circ}C$	55	55
Temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}C$	10	10
Współczynnik (przerwy w użytkowaniu) k_R	-	0,9	0,9
Liczba dni w roku	doby	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla mieszkania Q_w	kWh/rok	1 613,8	1 613,8
	GJ/rok	5,81	5,81
Sprawność wytwarzania ciepła -elektryczny podgrzewacz pojemnościowy	-	0,96	3,00
Sprawność przesyłu ciepłej wody	-	0,80	0,80
Sprawność akumulacji	-	0,85	0,85
Sprawność ogólna $\eta_{w,tot}$	-	0,6528	2,04
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dla mieszkania $Q_{K,W}$	kWh/rok	2 472,2	791,1
	GJ/rok	8,90	2,85
CAŁOŚĆ			
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla całego obiektu Q_w	kWh/rok	15 501,1	15 501,1
	GJ/rok	55,80	55,80
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dla całego obiektu $Q_{K,W}$	kWh/rok	40 240,6	7 598,6
	GJ/rok	144,87	27,35

2. Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową całego obiektu QK	kWh/rok	40 240,6	7 598,6
SZKOŁA			
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową szkoły QK	kWh/rok	37 768,4	6 807,5
Liczba użytkowników	L	232	232
Liczba dni w roku	doby	201	201
Liczba godzin korzystania z ciepłej wody w ciągu doby	-	10	10
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$		2,467	2,467
Max. moc c.w.u.	kW	46,36	8,36
Średnia moc c.w.u.	kW	18,79	3,39
MIESZKANIE			
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową mieszkania QK	kWh/rok	2 472,2	791,1
Liczba użytkowników	L	1	1
Liczba dni w roku	doby	328	328
Liczba godzin korzystania z ciepłej wody w ciągu doby	-	18	18
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$		9,320	9,320
Max. moc c.w.u.	kW	0,03	0,01
Średnia moc c.w.u.	kW	0,003	0,001
CAŁOŚĆ			
Max. moc c.w.u.	kW	46,39	8,36
Średnia moc c.w.u.	kW	18,79	3,39

Przyjęto, że pojemnościowy podgrzewacz elektryczny pokrywa 20 % całego zapotrzebowania ciepła na cele c.w.u. szkoły.

Roczny koszt przygotowania c.w. w stanie istniejącym :

- kocioł węglowy	
$0,8 * 120,65 \text{ GJ/rok} * 26,57 \text{ zł/GJ} =$	2 564,53 zł
- podgrzewacze elektryczne	
$(2 * 12 * 1,107 \text{ zł/mc}) + (6,027 \text{ zł/kWh/mc} * 12 * 3 \text{ kW}) + (0,61 \text{ zł/kW} * 6 727 \text{ kWh}) =$	4 407,89 zł
- razem	
$2 564,53 \text{ zł} + 4 407,89 \text{ zł} =$	6 972,42 zł

Roczny koszt przygotowania c.w. po modernizacji instalacji :

- pompa ciepła	
$(0,61 \text{ zł/kW} * 7 598,6 \text{ kWh}) =$	4 638,55 zł

Załącznik nr 5

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
Cały budynek		
1	0,1560	1 008,65
2	0,1567	1 015,24
3	0,1615	1 109,12
4	0,1775	1 258,13
5	0,1778	1 261,97
6	0,1932	1404,14
7	0,1932	1404,14
8	0,1974	1 496,99
9	0,1990	1 511,62
10	0,2025	1 544,56
11	0,2190	1 700,27
12	0,2361	1 860,45
0 - stan istniejący	0,2361	1 860,45
Mieszkanie		
1	0,0052	35,03
0 - stan istniejący	0,0171	150,25
Szkoła		
1	0,1508	975,97
0 - stan istniejący	0,2190	1 712,50

wariant 12 - modernizacja instalacji c.o.- jak stan istniejący

wariant 6 - modernizacja instalacji c.w.u.- jak wariant 7

Obliczenie wskaźników ekologicznych

1. Ilość zaoszczędzonej energii końcowej :

$$3\,099,4 \text{ GJ/rok} - 373,0 \text{ GJ/rok} = \mathbf{2\,726,4 \text{ GJ/rok}}$$

2. Emisje gazów cieplarnianych i zużycie energii pierwotnej :

Nośnik energii	Roczne zużycie energii końcowej	Substancja	Wskaźnik	Emisja roczna [Mg/rok]	wi	Roczne zużycie energii pierwotnej	
						GJ/rok	kWh/rok
Stan istniejący							
węgiel	3 075,17 GJ	CO2	97,50 kg/GJ	299,83	1,1	3 383	939 637
energia elektryczna	24,22 GJ	CO2	93,80 kg/GJ	2,27	3,0	73	20 181
Razem				302,10		3 455	959 818
Stan po termomodernizacji budynku i modernizacji źródła ciepła							
energia elektryczna	373,03 GJ	CO2	93,8 kg/GJ	34,99	3	1 119	310 860

3. Roczny spadek emisji CO₂

$$302,10 \text{ Mg/rok} - 34,99 \text{ Mg/rok} = \mathbf{267,11 \text{ Mg/rok}}$$

4. Roczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej :

$$959\,818 \text{ kWh/rok} - 310\,860 \text{ kWh/rok} = \mathbf{648\,957 \text{ kWh/rok}}$$