

Audyty energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	mieszkalny wielorodzinny	1.2. Rok budowy	1987r.
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Tomaszowskie TBS Spółka z o.o. ul. Majowa 15 kod 97-200 Tomaszów Mazowiecki	1.4. Adres budynku	
		Budynek mieszkalny wielorodzinny ul. Murarska 2/4 kod 97-200 Tomaszów Mazowiecki powiat tomaszowski woj. łódzkie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt			
Firma AGRA REGON: 473073024 90-553 Łódź ul. Kopernika 64a/95			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Radosław Maciak, 90-553 Łódź, ul. Kopernika 64a/95 PESEL: 75032108271 kurs KAPE/99/133; upr. bud. 135/02/WŁ; LOD/1029/POOS/08			<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>	<i>Posiadane kwalifikacje</i>
1	mgr inż. Małgorzata Marciniak	analiza techniczno-ekonomiczna	
5. Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania	maj 2019 r. aktualizacja: lipiec 2019 r.
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa		str. 1
2.	Karta audytu energetycznego		str. 2
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		str. 4
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 5
5.	Ocena stanu technicznego budynku		str. 10
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str. 12
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 13
8.	Opis wariantu optymalnego		str. 27

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna - ściany murowane	tradycyjna - ściany murowane
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 481,00	2 481,00
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 759,96	1 759,96
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	942,36	942,36
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	-
7.	Liczba lokali mieszkalnych	24	24
8.	Liczba osób użytkujących budynek	46	46
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Podgrzewacze elektryczne	Węzeł ciepły dwufunkcyjny
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	Piece węglowe	Węzeł ciepły dwufunkcyjny
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ³ /m ²]	0,71	0,71
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne nieocieplone	0,75	0,20
2.	Strop ostatniej kondygnacji	0,45	0,14
3.	Okna drewniane - część mieszkalna	2,90	2,90
4.	Okna PCV - część mieszkalna	1,65	1,65
5.	Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica	3,10	1,40
6.	Drzwi zewnętrzne aluminiowe - klatka schodowa	2,00	2,00
7.	Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa	3,40	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,80	0,99
2.	Sprawność przesyłania	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,70	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,98
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,65	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/piony wentylacyjne	okna/piony wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1 990	1 829
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,46	0,42

Audyt energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	69,50	50,80
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	62,36	62,36
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	572,13	335,63
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 021,66	408,78
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	186,78	158,29
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do 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]	168,66	98,94
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	301,18	120,51
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	0%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	54,00	46,81
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	8 383,11
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	17,78	8,23
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	8 383,11
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,88	2,14
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne - opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł/GJ]	158,23	46,81
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]		1 084 643	
Planowane koszty całkowite [zł]		1 084 643	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		53,1%	
Premia termomodernizacyjna [zł]		93 586	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		46 793	

¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	
3.1. Dokumentacja projektowa:	
- inwentaryzacja własna budynku na potrzeby audytu energetycznego	
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. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych. ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. ° 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 wraz z późn. zmianami). ° 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 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”. ° Własne pomiary inwentaryzacyjne	
3.3. Osoby udzielające informacji	
Administrator budynku - p. Marek Biernacki	
3.4. Data wizji lokalnej	
kwiecień 2019 r.	
3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)	
<ul style="list-style-type: none">- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:<ul style="list-style-type: none">• ocieplenie ścian zewnętrznych,• ocieplenie stropu ostatniej kondygnacji,• wymiana starej stolarki części wspólnej.• modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	
3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia	
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	0 zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	1 084 643 zł

Audyt energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4

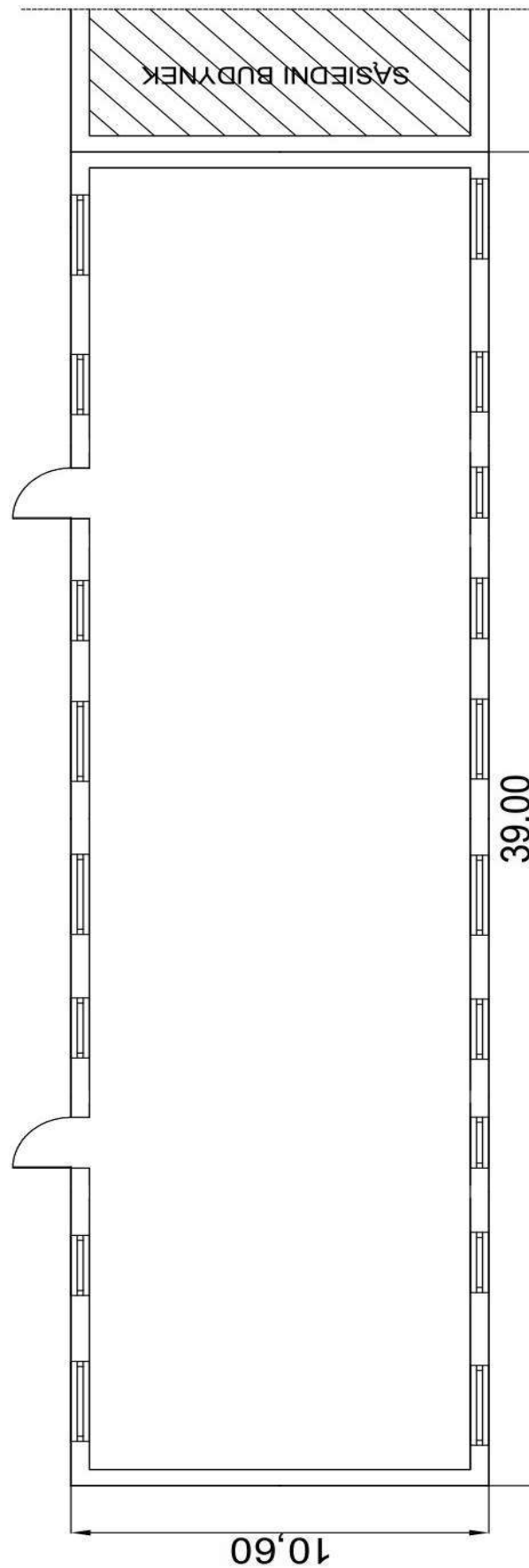
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku				
4a. Ogólne dane o budynku				
Własność	prywatna	wspólnota mieszkaniowa	spółdzielcza	komunalna X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny X	mieszk.-usługowy	inny:	użyteczności publicznej
Adres	97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4			
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej		X
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		

Rok budowy		1987r.		Rok zasiedlenia		1987r.	
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	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾	[m ²]	422,00	10	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura budynku ²⁾	[m ³]	5 233,00	11	Liczba klatek schodowych	2	
3	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	[m ³]	2 481,00	12	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾	[m ²]	942,36	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,20; 2,48; 2,80	
5	Powierzchnia nieogrzewanych korytarzy, klatek	[m ²]	91,20	14	Liczba użytkowników (część mieszkalna)	46	
6	Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych na poddaszu	[m ²]	358,40		Liczba użytkowników (część usługowa)	-	
7	Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych w piwnicy	[m ²]	368,00	15	Liczba lokali mieszkalnych	24	
					Liczba lokali usługowych	-	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	-	16	Liczba pomieszczeń z WC w łazience	b.d.	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	942,36	17	Liczba pomieszczeń z WC osobno	b.d.	

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Dane ogólne:

Budynek mieszkalny wielorodzinny wybudowany w technologii tradycyjnej, 3-kondygnacyjny z poddaszem nieużytkowym oraz pełnym podpiwniczeniem.

Ściany zewnętrzne:

Ściany zewnętrzne budynku warstwowe, obustronnie otynkowane. Nieznana dokładna struktura przegrody - przyjęto strukturę i współczynnik przenikania ciepła wg technologii wykonywania ścian w okresie budowy budynku.

Ściany wewnętrzne:

Ściany wewnętrzne murowane z cegły pełnej.

Strop ostatniej kondygnacji:

Strop ostatniej kondygnacji o konstrukcji żelbetowej o nieznannej warstwie izolacji. Przyjęto strukturę i współczynnik przenikania ciepła wg technologii wykonywania stropu w okresie budowy budynku.

Stolarka okienna i drzwiowa:

Drzwi zewnętrzne pierwszej klatki schodowej aluminiowe (1szt.) wymienione, szczelne. Drzwi zewnętrzne drugiej klatki schodowej stalowe oraz okna klatek schodowych, poddasza i piwnic drewniane - stolarka w złym stanie technicznym.

Okna w lokalach mieszkalnych w większości wymienione na PCV, pozostało kilka okien drewnianych.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. całkowita m ²	U _κ W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściany zewnętrzne nieocieplone	N, S	1 005,43	0,75				
2	Strop ostatniej kondygnacji	H	411,30	0,45				
3	Okna drewniane - część mieszkalna	-			16,46	2,90		
4	Okna PCV - część mieszkalna	-			137,28	1,65		
5	Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica	-			29,50	3,10		
6	Drzwi zewnętrzne aluminiowe - klatka schodowa	-					3,34	2,00
7	Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa	-					3,34	3,40

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna dla c.o.	[kW]	69,50
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{cwu})	[kW]	-
3.	Zamówiona moc cieplna dla c.o.	[kW]	-
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	62,36
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	572,13
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 021,66
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	54,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Indywidualne źródła ciepła w lokalach, ogrzewanie węglowe: piece węglowe 100%
2.	Parametry pracy instalacji	-
3.	Przewody w instalacji	-
4.	Rodzaje grzejników	Ogrzewanie piecowe - źródła ciepła w ogrzewanych pomieszczeniach.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne i podzielniki kosztów	Brak
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
8.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Brak.

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
		-	Piece węglowe
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,80
2	Przesyłanie ciepła	η_d	1,00
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,70
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_0	0,56
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana przez podgrzewacze elektryczne.
2.	Piony i ich izolacja	Brak.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Podgrzewacze akumulacyjne.
5.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c (określone na podstawie)	156,86 (wg obliczeń)

Wartości współczynników systemu przygotowania cwu dla stanu obecnego

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			Podgrzewacze elektryczne akumulacyjne
1	Wytwarzanie ciepła	η_{gw}	0,96
2	Przesyłanie ciepła	η_{dw}	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_{ew}	1,00
4	Akumulacja ciepła	η_{sw}	0,65
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,50

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Źródła ciepła zlokalizowane w ogrzewanych lokalach - pomieszczeniowe piece węglowe.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	1 790

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Ściany zewnętrzne oraz strop ostatniej kondygnacji nieocieplone o słabym współczynniku przenikania ciepła - nie spełniają obecnie obowiązujących norm.

5.2. Okna i drzwi

W lokalach mieszkalnych w większości stolarka wymieniona na nową PCV, szczelną, pozostało kilka okien drewnianych.

Okna klatek schodowych, piwnic, strychu drewniane, nieszczelne. Drzwi zewnętrzne pierwszej klatki schodowej (1szt.) stalowe o słabej izolacyjności, drzwi zewnętrzne drugiej klatki schodowej wymienione na aluminiowe, w dobrym stanie technicznym.

5.3 System grzewczy

W budynku występują indywidualne źródła ciepła w lokalach - piece węglowe.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana w lokalach za pomocą podgrzewaczy elektrycznych.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy				
1	2	3				
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Poniższe przegrody zewnętrzne mają niezadowalającą wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Ściany zewnętrzne nieocieplone</td> <td style="border: none; text-align: right;">U = 0,75</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Strop ostatniej kondygnacji</td> <td style="border: none; text-align: right;">U = 0,45</td> </tr> </table>	Ściany zewnętrzne nieocieplone	U = 0,75	Strop ostatniej kondygnacji	U = 0,45	Należy dociepić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² K)]* dla ścian U ≤ 0,20 dla stropu ostatniej kondygnacji U ≤ 0,15
Ściany zewnętrzne nieocieplone	U = 0,75					
Strop ostatniej kondygnacji	U = 0,45					
2	<p><u>Okna i drzwi</u> Wymienione okna i drzwi zewnętrzne o odpowiednim współczynniku przenikania ciepła. Stare okna i drzwi zewnętrzne nieszczelne - nie spełniają obecnie obowiązujących norm.</p>	Wymiana starych okien strychu (20szt.), okien klatek schodowych (8szt.), piwnic (26szt.) oraz drzwi zewnętrznych klatki schodowej (1szt.) na nowe, szczelne o normatywnym współczynniku przenikania ciepła*: Okna U ≤ 1,4 dla temp. pomieszczenia t _i ≤ 16°C Drzwi zewnętrzne U ≤ 1,3				
3	<p><u>Wentylacja grawitacyjna</u> Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzenia pomieszczeń.</p>	Nie przewiduje się modernizacji układu wentylacji.				
4	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> C.w.u. przygotowywane przez elektryczne podgrzewacze wody.</p>	Budowa wspólnego źródła ciepła wraz z budową instalacji c.w.u. i cyrkulacji.				
5	<p><u>System grzewczy</u> Pomieszczenia ogrzewane indywidualnie przez użytkowników za pomocą piecy węglowych.</p>	Budowa wspólnego źródła ciepła wraz z budową instalacji grzewczej w budynku, montaż grzejników płytowych z zastosowaniem zaworów termostacyjnych i liczników ciepła.				

* przyjęto wartości współczynnika U [W/(m²*K)] obowiązujące od stycznia 2021r., wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.) - zał. 2, tab. 1.1

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

L.p. 1	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć 2	Sposób realizacji 3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop ostatniej kondygnacji/stropodach.	Ocieplenie stropu ostatniej kondygnacji wełną mineralną.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad przejazdem	Nie dotyczy.
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.	Wymiana starych okien strychu (20szt.), okien klatek schodowych (8szt.), piwnic (26szt.) oraz drzwi zewnętrznych klatki schodowej (1 szt.).
5.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Budowa wspólnego źródła ciepła na cele przygotowania c.w.u. z pełną automatyką. Budowa instalacji ciepłej wody i cyrkulacji.
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Budowa wspólnego źródła ciepła dla budynku oraz instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami i indywidualnych liczników ciepła dla lokali mieszkalnych.

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
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane	Ocieplenie: Ściany zewnętrzne nieocieplone Ocieplenie: Strop ostatniej kondygnacji
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ulepszenie: Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica Ulepszenie: Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u. oraz zwiększenia sprawności jego uzyskania	Ulepszenie: Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	Ulepszenie: Modernizacja systemu grzewczego

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- 1) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- 2) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- 3) 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 termomodernizacji			
			Jedn.	Wariant 1	Jedn.	Wariant 2	Jedn.	
$t_{\text{pomieszczeń użytkowych}}$		20,0	$^{\circ}\text{C}$	20,0	$^{\circ}\text{C}$	20,0	$^{\circ}\text{C}$	
$t_{\text{pomieszczeń wspólnych}}$		8,0	$^{\circ}\text{C}$	8,0	$^{\circ}\text{C}$	8,0	$^{\circ}\text{C}$	
t_{zo}		-20,0	$^{\circ}\text{C}$	-20,0	$^{\circ}\text{C}$	-20,0	$^{\circ}\text{C}$	
S_d dla przegród zewnętrznych pomieszczeń użytkowych		3885	dzień·K/rok	3885	dzień·K/rok	3885	dzień·K/rok	
S_d dla przegród zewnętrznych pomieszczeń wspólnych		1221	dzień·K/rok	1221	dzień·K/rok	1221	dzień·K/rok	
		Węgiel kamienny	Energia elektryczna*	-	Energia elektryczna	-	Ciepło sieciowe	
Opłaty za ciepło na cele grzewcze	Stała O_{0m} O_{1m}	0,00	-	zł/m-c	21 438,90	zł/(MW·m-c)	8 383,11	zł/(MW·m-c)
	Zmienna O_{0z} O_{1z}	54,00	-	zł/GJ	173,29	zł/GJ	46,81	zł/GJ
	Abonament / stała miesięczna A_{b0} A_{b1}	0,00	-	zł/m-c	14,15	zł/m-c	0,00	zł/m-c
Opłaty za przygotowanie c.w.u.	Stała O_{0m} O_{1m}	-	0,00	zł/m-c	21 438,90	zł/(MW·m-c)	8 383,11	zł/(MW·m-c)
	Zmienna O_{0z} O_{1z}	-	158,23	zł/GJ	173,29	zł/GJ	46,81	zł/GJ
	Abonament / stała miesięczna A_{b0} A_{b1}	-	0,00	zł/m-c	14,15	zł/m-c	0,00	zł/m-c

Ceny z podatkiem 23% VAT. Wyliczenie opłat w załączniku 1.

* Dla stanu istniejącego pominięto w obliczeniach opłatę stałą i abonament (zł/m-c) za energię elektryczną na potrzeby c.w.u. – likwidacja indywidualnych źródeł ciepła w lokalach nie wpłynie na koszty stałe ponoszone przez użytkowników, ale na koszty związane ze zużyciem energii elektrycznej (zakłada się dalszy pobór nośników energii na cele nie związane z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej).

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda: 1			
			Ściany zewnętrzne nieocieplone			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 1 005,43 m ² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 1 156 m ² liczba stopniodni dla wybranej przegrody Sd = 3 885 dzień·K/rok						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,20 W/(m²·K)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie najniższy czas zwrotu oraz spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,20 W/(m²·K)						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,16	3,68	4,21
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,333	4,491	5,018	5,544
4	Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64·10⁻⁵·Sd·A/R	GJ/rok	253,1	75,1	67,3	60,9
5	q_{0U}, q_{1U} = 10⁻⁶·A·(t_{w0}-t_{z0})/R	MW	0,0302	0,0090	0,0080	0,0073
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_Z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m	zł/rok		9 612	10 033	10 379
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		391	407	423
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		452 045	470 777	489 508
9	SPBT= N_U/ΔO_{ru}	lata		47,03	46,92	47,16
10	U₀, U₁ *	W/m ² ·K	0,75	0,22	0,20	0,18
* do doboru grubości izolacji przyjęto ścianę o gorszym współczynniku przenikania ciepła						
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej zawierającej obróbkę węgarzków A_{koszt} oraz ocieplenia ścian 1m poniżej terenu						
Koszt usprawnienia zawiera roboty towarzyszące: Instalacja odgromowa, instalacja odwodnienia dachu, opaska wokół budynku.						
Uwagi:						
Kalkulacja: VAT: 8%						
Cena jednostkowa usprawnienia: koszt ocieplenia: 377 zł/m²						
z podatkiem VAT stanowi: 407 zł/m² dla grubości 14 cm						
Ocieplenie ścian poniżej terenu wykonać styropianem ekstrudowanym.						
Zamiennie dopuszcza się stosowanie wełny mineralnej o tej samej grubości współczynniku przewodzenia ciepła λ jak styropianu.						
Wybrany wariant : 2		Koszt ocieplenia budynku: 470 777 zł		SPBT= 46,92 lat		

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda: 2		
				Strop ostatniej kondygnacji		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	411,30 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	411 m ²
liczba stopniodni dla wybranej przegrody				Sd	=	3 885 dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu ostatniej kondygnacji wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,15$ W/(m ² ·K)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie najniższy czas zwrotu oraz spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,15$ W/(m ² ·K)						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,75	5,00	6,25
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	2,220	5,970	7,220	8,470
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/rok	62,2	23,1	19,1	16,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0074	0,0028	0,0023	0,0019
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		2 111	2 327	2 479
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		266	289	313
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		109 274	119 047	128 819
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		51,76	51,16	51,96
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,45	0,17	0,14	0,12
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt}						
Uwagi:						
Kalkulacja: VAT: 8%						
Cena jednostkowa usprawnienia: koszt ocieplenia 268 zł/m ²						
z podatkiem VAT stanowi 289 zł/m ² dla grubości 20 cm						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		119 047 zł		SPBT= 51,16 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie: 3	
				Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica	
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} = 29,50 \text{ m}^2$			
		$V_{nom} = \Psi = 549 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$C_w = 1,0$	$Sd = 1\,221$	dzień·K/rok	
Opis wariantów usprawnienia					
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U					
wariant 1 : okna PCV o współczynniku		U= 1,4	W/m ² ·K		
wariant 2 : okna drewniane o współczynniku		U= 1,3	W/m ² ·K		
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² ·K	3,10	1,40	1,30
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,30	1,00
		Cm	-	1,50	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/rok	9,65	4,4	4,0
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/rok	26,0	20,0	20,0
5	Q ₀ , Q ₁ = (4) + (5)	GJ/rok	35,6	24,4	24,0
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0037	0,0017	0,0015
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0112	0,0075	0,0075
8	q ₀ , q ₁ = (7) + (8)	MW	0,0149	0,0092	0,0090
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		609,62	626,42
10	Koszt jednostkowy okien N _{OK}	zł		2 119	2 335
11	Koszt wymiany okien N _{OK}	zł		62 509	68 881
12	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0	0
13	Koszt zmniejszenia powierzchni okien N _z	zł		0	0
14	Koszt N _w + N _{OK}	zł		62 509	68 881
15	SPBT = (N _{OK} + N _w) / ΔO _{ru}	lata		102,54	109,96
Podstawa przyjętych wartości N_U					
wariant 1 : okna PCV o współczynniku		U= 1,4	W/m ² ·K	wycena na podstawie średnich cen	
	Koszt wymiany okien	29,50 m ²	·	2 119 zł	= 62 509 zł
wariant 2 : okna drewniane o współczynniku		U= 1,3	W/m ² ·K	wycena na podstawie średnich cen	
	Koszt wymiany okien	29,50 m ²	·	2 335 zł	= 68 881 zł
Wybrany wariant : 1		Koszt	62 509 zł	SPBT=	102,54 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie: 4	
				Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 3,34 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$ $S_d = 1\ 221 \text{ dzień}\cdot\text{K}/\text{rok}$</p>					
Opis wariantów usprawnienia					
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszym współczynniku U					
wariant 1 : drzwi aluminiowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$					
wariant 2 : drzwi drewniane o współczynniku $U = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	3,40	1,30	1,10
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,30	1,00
		C_m	-	1,50	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U$	GJ/rok	1,2	0,5	0,4
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/rok	2,0	1,0	1,0
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/rok	3,2	1,5	1,4
6	$10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0005	0,0002	0,0001
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0007	0,0005	0,0005
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0012	0,0007	0,0006
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		94,00	97,81
10	Koszt jednostkowy drzwi N_d	zł		2 648	2 864
11	Koszt wymiany drzwi N_d	zł		8 858	9 580
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt zmniejszenia powierzchni drzwi N_z	zł		0	0
14	Koszt $N_w + N_d$	zł		8 858	9 580
15	$SPBT = (N_d + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		94,23	97,94
Podstawa przyjętych wartości N_u					
wariant 1 : drzwi aluminiowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ wycena na podstawie średnich cen					
Koszt wymiany drzwi $3,34 \text{ m}^2 \cdot 2\ 648 \text{ zł} = 8\ 858 \text{ zł}$					
wariant 2 : drzwi drewniane o współczynniku $U = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ wycena na podstawie średnich cen					
Koszt wymiany drzwi $3,34 \text{ m}^2 \cdot 2\ 864 \text{ zł} = 9\ 580 \text{ zł}$					
Wybrany wariant : 1		Koszt	8 858 zł	SPBT=	94,23 lat

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

Dane:					
Stan przed: podgrzewacze elektryczne					
	$Q_{1cw} =$	186,78	GJ/rok	$q_{1cw} =$	0,0624 MW
	$\eta_{w,g} =$	96%	$\eta_{w,s} =$	65%	
	$\eta_{w,d} =$	80%	$\eta_{w,p} =$	100%	
Wariant 1: Usprawnienie systemu c.w.u. - budowa instalacji c.w.u. i cyrkulacji wraz z budową elektrycznych powietrznych pomp ciepła wspomaganych pracą podgrzewacza elektrycznego.					
	$Q_{1cw} =$	81,87	GJ/rok	$q_{1cw} =$	0,0624 MW
	$\eta_{w,g} =$	196%	$\eta_{w,s} =$	85%	
	$\eta_{w,d} =$	60%	$\eta_{w,p} =$	100%	
Wariant 2: Usprawnienie systemu c.w.u. - budowa instalacji c.w.u. i cyrkulacji wraz z budową węzła cieplnego dwufunkcyjnego.					
	$Q_{1cw} =$	158,29	GJ/rok	$q_{1cw} =$	0,0624 MW
	$\eta_{w,g} =$	98%	$\eta_{w,s} =$	100%	
	$\eta_{w,d} =$	60%	$\eta_{w,p} =$	100%	

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2
1	Zapotrzebowanie mocy $q_{cwu\dot{s}r}$	MW	0,0624	0,0624	0,0624
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1\ cw}$	GJ/rok	186,78	81,87	158,29
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/rok	29 553	14 188	7 410
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/rok	0	4 011	6 273
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/rok	0	85	0
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/rok	29 553	18 283	13 683
7	Różnica	zł/rok		11 270	15 870
8	Koszt N_{cu}	zł		125 760	117 840
9	SPBT	lat		11,16	7,43

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}
Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie

Wariant 1:
Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z budową powietrznych elektrycznych pomp ciepła wspomaganych podgrzewaczem elektrycznym:
Instalacja c.w.u.: 64 800 zł
Kotłownia gazowa wraz z automatyką: 60 960 zł

Wariant 2:
Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji wraz z budową węzła cieplnego dwufunkcyjnego:
Instalacja c.w.u.: 64 800 zł
Węzeł cieplny: 53 040 zł

Wybrany wariant: 2	KOSZT	117 840 zł	SPBT	7,43 lat
---------------------------	--------------	-------------------	-------------	-----------------

7.2.10. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dan $Q_{0co} = 572,13$ GJ/rok

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Źródłem ciepła dla budynku są indywidualne źródła ciepła - piece węglowe.

Opis wariantów usprawnienia

Budowa wspólnego źródła ciepła dla budynku oraz instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami oraz liczników ciepła.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności				
			przed modernizacją	po modernizacji		
				Wariant 1		Wariant 2
		Piece węglowe	5% Kocioł elektryczny	95% Pompa ciepła	Węzeł cieplny dwufunkcyjny	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,80	0,99	2,60	0,99
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	1,00	0,90	0,90	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,70	0,88	0,88	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	1,00	0,93	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,56	0,78	1,92	0,78
6	łączna sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,56	1,88		0,78
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	1,00	1,00
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	0,95	0,95	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji	
	Piece węglowe	Wariant 1	Wariant 2
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Źródło ciepła stanowią piece węglowe.	Źródło ciepła stanowić będzie zestaw powietrznych pomp ciepła i kotłów elektrycznych.	Źródłem ciepła dla budynku będzie węzeł cieplny dwufunkcyjny
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Źródła ciepła w ogrzewanych pomieszczeniach.	Ogrzewanie centralne z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami. Izolacja przewodów otulinami, grubości izolacji wg obecnie wymaganych w WT.	
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	Ogrzewanie piecowe.	Grzejniki płytowe, regulacja centralna i miejscowa z zaworami termostatycznymi i głowicami w zakresie P-2K	
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Brak zasobnika buforowego.	Brak zasobnika buforowego.	
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d i w ciągu tygodnia w_t	Budynek ogrzewany 7 dni w tygodniu, bez przerw w ogrzewaniu dobowym.	Budynek ogrzewany 7 dni w tygodniu, z przerwami w ogrzewaniu dobowym. Montaż zaworów termostatycznych i indywidualnych liczników ciepła.	

7.2.6.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.	
				Wariant 1	Wariant 2
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,070	0,070	0,070
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	572,13	572,13	572,13
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,56	1,88	0,78
4	Obniżenie dobowe	-	1,00	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	0,95	0,95
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 021,66	289,11	696,83
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	55 170	50 101	32 621
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	4 470	6 992
9	Roczny abonament	zł/rok	0	85	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	55 170	54 656	39 613
11	Różnica	zł/rok		514	15 557
12	Koszt	zł		398 880	262 413
13	SPBT	lat		776,15	16,87
Podstawa przyjętych wartości Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie (z VAT)					
Wariant 1: Budowa instalacji centralnego ogrzewania wraz z budową instalacji powietrznych elektrycznych pomp ciepła, wspomaganą kotłem elektrycznym: Instalacja centralnego ogrzewania: 216 000 zł Pompy ciepła z automatyką + kocioł elektryczny: 182 880 zł					
Wariant 2: Budowa instalacji centralnego ogrzewania wraz z budową węzła cieplnego dwufunkcyjnego: Instalacja centralnego ogrzewania: 216 000 zł Węzeł cieplny: 46 413 zł					
Wybrany wariant: 2		KOSZT	262 413 zł	SPBT	16,87 lat

7.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1*	Ulepszenie: Modernizacja systemu grzewczego	262 413	16,87
2	Ulepszenie: Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	117 840	7,43
3	Ocieplenie: Ściany zewnętrzne nieocieplone	470 777	46,92
4	Ocieplenie: Strop ostatniej kondygnacji	119 047	51,16
5	Ulepszenie: Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa	8 858	94,23
6	Ulepszenie: Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica	62 509	102,54
7	Koszt dokumentacji	43 200	-

* Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się jako pierwsze ulepszenie niezależnie od wartości SPBT.

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. 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
1	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	X	X	X	X	X	
3	Ściany zewnętrzne nieocieplone	X	X	X	X		
4	Strop ostatniej kondygnacji	X	X	X			
5	Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa	X	X				
6	Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica	X					

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7	1 084 643
2	1+2+3+4+5+6	1 022 134
3	1+2+3+4+5	1 013 276
4	1+2+3+4	894 230
5	1+2+3	423 453
6	1+2	305 613
7	1	43 200

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	$w_d * w_t$	$Q_{co} * w_d * w_t$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok		zł/rok	MW		GJ/rok	zł/rok			
1	0,0508	335,63	0,78	0,95	408,78	24 247	0,0624	158,29	13 683	0,1132	567,07	37 930	641,37	46 793
2	0,0515	339,31	0,78	0,95	413,26	24 527	0,0624	158,29	13 683	0,1139	571,55	38 210	636,89	46 513
3	0,0516	340,70	0,78	0,95	414,96	24 616	0,0624	158,29	13 683	0,1140	573,25	38 300	635,19	46 423
4	0,0560	396,95	0,78	0,95	483,46	28 266	0,0624	158,29	13 683	0,1184	641,75	41 949	566,69	42 774
5	0,0695	572,13	0,78	0,95	696,83	39 613	0,0624	158,29	13 683	0,1319	855,12	53 296	353,33	31 427
6	0,0695	572,13	0,78	0,95	696,83	39 613	0,0624	186,78	29 553	0,1319	883,61	69 166	324,84	15 557
0-stan istniejący	0,0695	572,13	0,56	1,00	1 021,66	55 170	0,0624	186,78	29 553	0,1319	1 208,44	84 723		

1 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_moc"

²⁾ - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl_cwu"

Audyt energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N zł	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię $(Q_0 - Q_1) / Q_0 * 100\%$ %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]		Premia termomodernizacyjna [zł]		
							20% kredytu	16% całkowitych kosztów	Dwukrotność rocznej oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja systemu grzewczego Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej Ściany zewnętrzne nieocieplone Strop ostatniej kondygnacji Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica	1 084 643	46 793	53,1%	0 0,0%	1 084 643 100,0%	216 929	173 543	93 586
2	Modernizacja systemu grzewczego Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej Ściany zewnętrzne nieocieplone Strop ostatniej kondygnacji Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa	1 022 134	46 513	52,7%	0 0,0%	1 022 134 100,0%	204 427	163 541	93 025
3	Modernizacja systemu grzewczego Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej Ściany zewnętrzne nieocieplone Strop ostatniej kondygnacji	1 013 276	46 423	52,6%	0 0,0%	1 013 276 100,0%	202 655	162 124	92 847
4	Modernizacja systemu grzewczego Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej Ściany zewnętrzne nieocieplone	894 230	42 774	46,9%	0 0,0%	894 230 100,0%	178 846	143 077	85 547
5	Modernizacja systemu grzewczego Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	423 453	31 427	29,2%	0 0,0%	423 453 100,0%	84 691	67 753	62 855
6	Modernizacja systemu grzewczego	305 613	15 557	26,9%	0 0,0%	305 613 100,0%	61 123	48 898	31 114

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Ulepszenie: Modernizacja systemu grzewczego
- Ulepszenie: Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej
- Ocieplenie: Ściany zewnętrzne nieocieplone
- Ocieplenie: Strop ostatniej kondygnacji
- Ulepszenie: Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa
- Ulepszenie: Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 53,1% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora;
3. środki własne inwestora wyniosą 0 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.

<p>1. Ulepszenie: Modernizacja systemu grzewczego Budowa węzła cieplnego dwufunkcyjnego wraz z budową instalacji centralnego ogrzewania w budynku - montaż grzejników płytowych stalowych z zaworami termostatycznymi i głowicami, montaż zaworów regulacyjnych, izolacja przewodów, montaż liczników ciepła. Koszt usprawnienia: 262 413 zł</p>
<p>2. Ulepszenie: Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej Budowa węzła cieplnego dwufunkcyjnego wraz z budową instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji, montaż zaworów regulacyjnych, izolacja przewodów. Montaż wodomierzy ciepłej wody. Koszt usprawnienia: 117 840 zł</p>
<p>3. Ocieplenie: Ściany zewnętrzne nieocieplone Ocieplenie ściany zewnętrznej styropianem o współczynniku $\lambda=0,038$ W/mK o grubości 14cm oraz ocieplenie ścian 1m poniżej terenu styropianem ekstrudowanym. Koszt usprawnienia zawiera roboty towarzyszące: Instalacja odgromowa, instalacja odwodnienia dachu, opaska wokół budynku. Koszt usprawnienia: 470 777 zł</p>
<p>4. Ocieplenie: Strop ostatniej kondygnacji Ocieplenie stropu ostatniej kondygnacji wełną mineralną o współczynniku $\lambda=0,040$ W/mK o grubości 20cm. Koszt usprawnienia: 119 047 zł</p>
<p>5. Ulepszenie: Drzwi zewnętrzne stalowe - klatka schodowa Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi aluminiowe o współczynniku $U=1,3$ W/m²*K. Koszt usprawnienia: 8 858 zł</p>
<p>6. Ulepszenie: Okna drewniane - klatki schodowe, strych, piwnica Wymiana okien zewnętrznych na okna PCV, o współczynniku $U=1,4$ W/m²*K. Koszt usprawnienia: 62 509 zł</p>
<p>Koszt dokumentacji Wykonanie audytu energetycznego, PFU, projektów, Koszt: 43 200 zł</p>

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

1. Kalkulowany koszt robót wyniesie:		1 084 643 zł
2. Udział środków własnych inwestora:	0,0%	0 zł
3. Kredyt bankowy:	100,0%	1 084 643 zł
4. Przewidywana premia termomodernizacyjna:		93 586 zł
5. Czas zwrotu nakładów SPBT		23,18 lat

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla wariantów termomodernizacyjnych (stan przed i po ulepszeniu) wykonane przy pomocy programu Instal OZC 4.13
- Załącznik 6 Emisja zanieczyszczeń do atmosfery
- Załącznik 7 Zestawienie wskaźników
- Załącznik 8 Zdjęcia budynku

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- podatek VAT 23%

Stan istniejący: opłaty za zużycie ciepła - węgiel kamienny

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena węgla kamiennego	zł/tona	900,00	1 107,00
Opłata za ciepło	zł/GJ	43,90	54,00

Stan istniejący: opłaty za energię elektryczną - taryfa G11

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Składnik stały stawki sieciowej	zł/m-c	2,01	2,47
Składnik opłaty przejściowej	zł/m-c	6,50	8,00
Razem opłata stała	zł/m-c	8,51	10,47
Składnik zmienny stawki sieciowej	zł/kWh	0,2096	0,2578
Stawka jakościowa	zł/kWh	0,0125	0,0154
Cena za energię elektryczną	zł/kWh	0,2410	0,2964
Razem opłata zmienna	zł/kWh	0,4631	0,5696
Razem opłata zmienna	zł/GJ	128,64	158,23
Abonament	zł/m-c	4,80	5,90

Po modernizacji - wariant 1: opłaty za zużycie energii elektrycznej - przyjęto taryfę C21

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Składnik stały stawki sieciowej	zł/kW/m-c	15,78	19,41
Składnik opłaty przejściowej	zł/kW/m-c	1,65	2,03
Razem opłata stała	zł/kW/m-c	17,43	21,44
Składnik zmienny stawki sieciowej	zł/kWh	0,13640	0,16777
Stawka jakościowa	zł/kWh	0,01250	0,01538
Cena za energię elektryczną	zł/kWh	0,35830	0,44071
Razem opłata zmienna	zł/kWh	0,5072	0,6239
Abonament	zł/m-c	11,50	14,15

Po modernizacji - wariant 2: opłaty za zużycie ciepła - dostawca Zakład Gospodarki Ciepłowniczej w Tomaszowie Maz. Sp. z o.o., przyjęto taryfę C1

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Zamówiona moc cieplna	zł/MW/mc	4 974,60	6 118,76
Usługi przesyłowe	zł/MW/mc	1 840,94	2 264,36
Razem opłata stała	zł/MW/mc	6 815,54	8 383,11
Cena ciepła	zł/GJ	29,06	35,74
Usługi przesyłowe	zł/GJ	9,00	11,07
Razem opłata zmienna	zł/GJ	38,06	46,81

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nazwa przegrody	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 nieocieplone	Tynk cementowo-wapienny	0,010	0,82	0,012	0,75	
	Mur z cegły pełnej	0,250	0,77	0,325		
	Izolacja	0,025	0,06	0,455		
	Mur z cegły kratówki	0,200	0,56	0,357		
	Tynk cementowo-wapienny	0,010	0,82	0,012		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
			razem	1,331		
Strop ostatniej kondygnacji	Tynk cementowo-wapienny	0,010	0,82	0,012	0,45	
	Strop	0,120	1,70	0,071		
	Izolacja	0,100	0,05	1,887		
	Wylewka	0,050	1,00	0,050		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
				razem		2,220

Po termomodernizacji

Nazwa przegrody	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 nieocieplone	Tynk cementowo-wapienny	0,010	0,82	0,012	0,20	
	Mur z cegły pełnej	0,250	0,77	0,325		
	Izolacja	0,025	0,06	0,455		
	Mur z cegły kratówki	0,200	0,56	0,357		
	Tynk cementowo-wapienny	0,010	0,82	0,012		
	Styropian	0,140	0,038	3,684		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
			razem	5,015		
Strop ostatniej kondygnacji	Tynk cementowo-wapienny	0,010	0,82	0,012	0,14	
	Strop	0,120	1,70	0,071		
	Izolacja	0,100	0,05	1,887		
	Wylewka	0,050	1,00	0,050		
	Wełna mineralna	0,200	0,040	5,000		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
				razem		7,220

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

pomieszczenie	<i>kubatura</i>	<i>wymiana h⁻¹</i>	<i>strumień w m³/h</i>	<i>łączy strumień w m³/h</i>	<i>łączy strumień w m³/s</i>
pomieszczenia mieszkalne	2 481,00	0,5	-	1241	0,345
część wspólna (klatki schodowe)	232,40	0,3	-	70	0,019
część wspólna (poddasze+piwnica)	1 598,08	0,3	-	479	0,133
			łączy	1 790	0,497

Kubatura wentylowana lokali mieszkalnych V=	2 481,00	m ³
Kubatura wentylowana klatek schodowych V=	232,40	m ³
Kubatura wentylowana piwnic i poddasza V=	1 598,08	m ³
Kubatura wentylowana budynku V=	4 311,48	m³

	Stolarka niewymieniona - mieszkania	Stolarka wymieniona - mieszkania	Stolarka wymieniona - część wspólna	Stolarka niewymieniona - część wspólna
Współczynniki korekcyjne	11%	89%	9%	91%
<i>c_r</i>	1,3	1,0	1,0	1,3
<i>c_w</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>c_m</i>	1,5	1,0	1,0	1,5

Strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników Cr i Cw

dla mieszkań	1 280	1 280	m ³ /h
dla klatek schodowych	87	70	m ³ /h
dla poddasza i piwnic	623	479	m ³ /h
całkowity	1 990	1 829	m ³ /h
Krotność wymian powietrza	0,46	0,42	h ⁻¹

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji		
(1)	(2)	(3)	(4)		
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19		
gęstość wody ρ_w	kg/m ³	1000	1000		
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza A_f (część mieszkalna)	m ²	942,36	942,36		
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza A_f (część usługowa)	m ²	-	-		
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę V_{wi} (część mieszkalna)	dm ³ /m ² *d oba	1,60	1,60		
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę V_{wi} (część usługowa)	dm ³ /m ² *d oba	0,60	0,60		
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_w	°C	55	55		
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10		
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R (część mieszkalna)	-	0,90	0,90		
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R (część usługowa)	-	0,78	0,78		
liczba dni w roku	dzień	365	365		
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/1000*3600$	kWh/rok	25 941,57	25 941,57		
		Przyjęto udział:	Wariant 1:		Wariant 2:
		100%	10%	90%	Węzeł
		Podgrzewacze elektryczne akumulacyjne	Podgrzewacz elektr.	Elektr. powietrzna pompa ciepła	cieplny
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,99	2,60	0,98
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,80	0,60	0,60	0,60
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,65	0,85	0,85	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,50	0,50	1,33	0,59
Całkowita łączna sprawność systemów c.w.u. przyjęta do obliczeń					
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	1,96	0,98	
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,80	0,60	0,60	
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,65	0,85	1,00	
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00	1,00	
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,50	1,14	0,59	
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/rok	51 883,14	22 742,76		43 968,76
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	186,78	81,87		158,29

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
liczba osób (część mieszkalna)	os.	46	46
liczba osób (część usługowa)	os.	-	-
jednostkowe dobowe zużycie c.w.u. (część mieszkalna)	dm ³ /os*dob a	110	110
jednostkowe dobowe zużycie c.w.u. (część usługowa)	dm ³ /os*dob a	15	15
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$ - część mieszkalna	m ³ /h	0,281	0,281
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$ - część mieszkalna	-	3,66	3,66
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. tc=60°C, tz=8°C $Q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot N_h \cdot c_w \cdot \rho \cdot (t_c - t_z) / 3600$	kW	62,36	62,36
Średnia moc c.w.u. $Q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	17,0	17,0

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla wariantów termomodernizacyjnych (stan przed i po ulepszeniu) wykonane przy pomocy programu Instal OZC 4.13

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej [MW]	ciepła Q_H [GJ/rok]
1	0,0508	335,6
2	0,0515	339,3
3	0,0516	340,7
4	0,0560	397,0
5	0,0695	572,1
6	0,0695	572,1
0 - stan istniejący	0,0695	572,1

Wydruk z programu Instal OZC dla wariantu przed ulepszeniem termomodernizacyjnym

Zestawienie wyników dla

Data: 2019-05-14

Współczynniki strat ciepła		W/K
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie:		
do otoczenia przez obudowę budynku	$\Sigma HT, ie$	747
do otoczenia przez przestrzeń nieogrzewaną	$\Sigma HT, iue$	400
do gruntu	$\Sigma HT, ig$	0
do sąsiedniego budynku	$\Sigma HT, ij$	0
Współczynnik strat ciepła na wentylację	ΣHV	591
Sumaryczny współczynnik strat ciepła	ΣH	1737

Straty ciepła budynku		W
Sumaryczna strata ciepła przez przenikanie	$\Sigma \Phi T$	45846
Strata ciepła na wentylację minimalną	$\Sigma \Phi V, min$	23621
Strata ciepła przez infiltrację	$0,5 \cdot \Sigma \Phi V, inf$	8820
Strata ciepła przez wentylację mechaniczną, nawiewną	$\Sigma \Phi V, su$	---
Strata ciepła w wyniku działania instalacji wywiewnej	$\Sigma \Phi V, mech, inf$	---
Sumaryczna strata ciepła na wentylację	$\Sigma \Phi V$	23621

Obciążenie cieplne		W
Sumaryczna strata ciepła budynku	$\Sigma \Phi$	69467
Sumaryczna nadwyżka mocy cieplnej (wskutek czasowego obniżenia temp.)	$\Sigma \Phi RH$	---
Projektowe obciążenie cieplne budynku	ΦHL	69467

Własności budynku			
Obciąż. cieplne / ogrz. pow. budynku	Aogr _{z,bud}	942 m ²	$\Phi HL / Aogr_{z,bud}$ 73,7 W/m ²
Obciąż. cieplne / ogrz. kub. budynku	Vogr _{z,bud}	2481 m ³	$\Phi HL / Vogr_{z,bud}$ 28 W/m ³
Powierzchnia oddająca ciepło	A	1805 m ²	

Audyt energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4

Wydruk z programu Instal OZC dla wariantu przed ulepszeniem termomodernizacyjnym

Dane wejściowe

Metoda obliczeń Miesięczna: EN ISO 13790

Metoda obliczania mostków cieplnych Uproszczona

Własności budynku

Powierzchnia ogrzewana	Af	942,36 m ²
Kubatura ogrzewana (liczona po obrysie zewnętrznym)	Ve	3261,7 m ³
Współczynnik kształtu	A / Ve	0,526 m ⁻¹
Pojemność cieplna	Cm	430665 kJ/K
Współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację	Hve,adj	590,53 W/K
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię dla ogrzewania i wentylacji	QH,nd,an / Af	594,1 MJ/m ²

Bilans energetyczny

Miesiąc	Htr,adj [W/K]	Qtr [MJ]	Qve [MJ]	QH,ht [MJ]	Qint [MJ]	Qsol [MJ]	QH,gn [MJ]	QH,gn * ηH,gn	QH,nd [MJ]
Styczeń	950,42	61094,4	37959,9	99054,3	11864,8	7166,5	19031,3	19030,7	80023,6
Luty	950,42	58171,1	36143,6	94314,6	10716,6	9353,1	20069,6	20068,5	74246,1
Marzec	950,42	61858,1	38434,4	100292,5	11864,8	13875,3	25740,1	25735,8	74556,8
Kwiecień	950,42	51240,5	31837,4	83077,8	11482	17918,2	29400,2	29369,1	53708,7
Maj	950,42	42002,4	26097,5	68099,9	11864,8	26721,9	38586,7	38077,2	30022,7
Czerwiec	950,42	33749,7	20969,8	54719,5	11482	26729,5	38211,5	36853,2	17866,4
Lipiec	950,42	25456	15816,6	41272,6	11864,8	26153,5	38018,3	33964,6	7308
Sierpień	950,42	29019,8	18031	47050,8	11864,8	23759	35623,7	33827,7	13223,1
Wrzesień	950,42	32764,3	20357,5	53121,9	11482	16255,1	27737,1	27495,2	25626,7
Październik	950,42	45057,1	27995,4	73052,6	11864,8	10139,8	22004,6	21995,3	51057,3
Listopad	950,42	50747,8	31531,2	82279	11482	7257,4	18739,5	18737,9	63541,1
Grudzień	950,42	61603,5	38276,3	99879,8	11864,8	7065,5	18930,3	18929,7	80950,1
Suma strat	-	552764,8	343450,6	896215,4	-	-	-	0	572130,6
Suma zysków	-	0	0	0	139698,2	192394,8	332092,9	324084,9	-

Roczne zużycie energii na potrzeby systemów ogrzewania i wentylacji

Nośnik energii	QH,sys [MJ]	QH,sys,aux [MJ]	QV,sys,aux [MJ]	Suma [MJ]
Energia elektryczna - produkcja	0	0	-	0
Węgiel kamienny	572 130,6	-	-	572 130,6
Suma	572 130,6	0	-	572 130,6

Wydruk z programu Instal OZC dla wariantu optymalnego

Zestawienie wyników dla

Data: 2019-05-14

Współczynniki strat ciepła		W/K
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie:		
do otoczenia przez obudowę budynku	$\Sigma HT,ie$	445
do otoczenia przez przestrzeń nieogrzewaną	$\Sigma HT,iue$	235
do gruntu	$\Sigma HT,ig$	0
do sąsiedniego budynku	$\Sigma HT,ij$	0
Współczynnik strat ciepła na wentylację	ΣHV	591
Sumaryczny współczynnik strat ciepła	ΣH	1270

Straty ciepła budynku		W
Sumaryczna strata ciepła przez przenikanie	$\Sigma \Phi T$	27191
Strata ciepła na wentylację minimalną	$\Sigma \Phi V,min$	23621
Strata ciepła przez infiltrację	$0,5 \cdot \Sigma \Phi V,inf$	8852
Strata ciepła przez wentylację mechaniczną, nawiewną	$\Sigma \Phi V,su$	---
Strata ciepła w wyniku działania instalacji wywiewnej	$\Sigma \Phi V,mech,inf$	---
Sumaryczna strata ciepła na wentylację	$\Sigma \Phi V$	23621

Obciążenie cieplne budynku		W
Sumaryczna strata ciepła budynku	$\Sigma \Phi$	50812
Sumaryczna nadwyżka mocy cieplnej (wskutek czasowego obniżenia temp.)	$\Sigma \Phi RH$	---
Projektowe obciążenie cieplne budynku	ΦHL	50812

Własności budynku			
Obciąż. cieplne / ogrz. pow. budynku	$A_{ogr,z,bud}$	942 m ²	$\Phi HL / A_{ogr,z,bud}$ 53,9 W/m ²
Obciąż. cieplne / ogrz. kub. budynku	$V_{ogr,z,bud}$	2481 m ³	$\Phi HL / V_{ogr,z,bud}$ 20,5 W/m ³
Powierzchnia oddająca ciepło	A	1805 m ²	

Audyt energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Murarska 2/4

Wydruk z programu Instal OZC dla wariantu optymalnego

Dane wejściowe

Metoda obliczeń Miesięczna: EN ISO 13790

Metoda obliczania mostków cieplnych Uproszczona

Własności budynku

Powierzchnia ogrzewana	Af	942,36 m ²
Kubatura ogrzewana (liczona po obrysie zewnętrznym)	Ve	3436,1 m ³
Współczynnik kształtu	A / Ve	0,5 m ⁻¹
Pojemność cieplna	Cm	430665 kJ/K
Współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację	Hve,adj	590,53 W/K
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię dla ogrzewania i wentylacji	QH,nd,an / Af	348,5 MJ/m ²

Bilans energetyczny

Miesiąc	Htr,adj [W/K]	Qtr [MJ]	Qve [MJ]	QH,ht [MJ]	Qint [MJ]	Qsol [MJ]	QH,gn [MJ]	QH,gn * nH,gn	QH,nd [MJ]
Styczeń	524,33	33704,7	37959,9	71664,6	11864,8	7166,5	19031,3	19031	52633,6
Luty	524,33	32092	36143,6	68235,5	10716,6	9353,1	20069,6	20069	48166,5
Marzec	524,33	34126	38434,4	72560,4	11864,8	13875,3	25740,1	25736,5	46823,9
Kwiecień	524,33	28268,5	31837,4	60105,8	11482	17918,2	29400,2	29356	30749,8
Maj	524,33	23172	26097,5	49269,4	11864,8	26721,9	38586,7	37309,8	11959,6
Czerwiec	524,33	18619,1	20969,8	39588,9	11482	26729,5	38211,5	34613,8	4975,1
Lipiec	524,33	14043,6	15816,6	29860,3	11864,8	26153,5	38018,3	28856,1	1004,1
Sierpień	524,33	16009,7	18031	34040,7	11864,8	23759	35623,7	30972,9	3067,8
Wrzesień	524,33	18075,5	20357,5	38433,1	11482	16255,1	27737,1	27168	11265
Październik	524,33	24857,2	27995,4	52852,7	11864,8	10139,8	22004,6	21994,5	30858,2
Listopad	524,33	27996,7	31531,2	59527,9	11482	7257,4	18739,5	18738,4	40789,5
Grudzień	524,33	33985,6	38276,3	72261,8	11864,8	7065,5	18930,3	18930	53331,8
Suma strat	-	304950,6	343450,6	648401,2	-	-	-	0	335625,1
Suma zysków	-	0	0	0	139698,2	192394,8	332092,9	312776,2	-

Roczne zużycie energii na potrzeby systemów ogrzewania i wentylacji

Nośnik energii	QH,sys [MJ]	QH,sys,aux [MJ]	QV,sys,aux [MJ]	Suma [MJ]
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0	0	-	0
Węzeł cieplny	335 625,1	-	-	335 625,1
Suma	335 625,1	0	-	335 625,1

EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO ATMOSFERY

Wskaźniki emisji przyjęte do obliczeń

Wskaźnik	Energia elektryczna		Węgiel		Ciepło sieciowe	
	Wartość	Jednostka	Wartość	Jednostka	Wartość	Jednostka
W_{SO_2}	0,729	kg/MWh	16	kg/Mg	4,9	kg/GJ
W_{NO_2}	0,741	kg/MWh	2,2	kg/Mg	0,15	kg/GJ
W_{CO}	0,265	kg/MWh	45	kg/Mg	-	-
W_{CO_2}	778,000	kg/MWh	1850	kg/Mg	110	kg/GJ
$W_{pył}$	0,044	kg/MWh	10	kg/Mg	0,028	kg/GJ
$W_{benzo-a-piren}$	-	-	0,014	kg/Mg	-	-
W_{PM10}	-	-	225	g/GJ	-	-
$W_{PM2,5}$	-	-	201	g/GJ	-	-

Wartości emisji zanieczyszczeń przed i po realizacji optymalnego usprawnienia

Zanieczyszczenia	Stan przed realizacją zadania [kg/rok]	Stan po realizacji zadania [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja [%]
1	2	3	4=2-3	5=4/2
SO ₂	835,22	2 778,64	-1 943,43	-232,69
NO ₂	148,09	85,06	63,03	42,56
CO	2 256,42	0,00	2 256,42	100,00
CO ₂	132 563,82	62 377,71	70 186,10	52,95
pył	500,65	15,88	484,78	96,83
benzo-a-piren	0,70	0,00	0,70	100,00
PM10	229,87	0,00	229,87	100,00
PM2,5	205,35	0,00	205,35	100,00

Zestawienie wskaźników

Wskaźniki rezultatu bezpośredniego					
	Jednostka	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	Zmniejszenie	
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych	kWh/rok	467 823,52	214 772,54	253 050,98	54,09%
Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych	tony równoważnika CO ₂ /rok	132,56	62,38	70,19	52,95%
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	-	-	-	-
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	GJ/rok	1 208,44	567,07	641,37	53,07%
Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektów	GJ/rok	1 208,44	591,26	617,18	51,07%

Wskaźniki produktu			
	Jednostka	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Liczba zmodernizowanych energetycznie budynków	szt.	1	1
Powierzchnia użytkowa budynków poddanych termomodernizacji	m ²	942,36	942,36
Liczba gospodarstw domowych z lepszą klasą zużycia energii	szt.	24	24
Liczba zmodernizowanych źródeł ciepła	szt.	24 źródeł indywidualnych	1 źródło lokalne



Elewacja północna



Elewacja południowa



Elewacja zachodnia