

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalno-użytkowy wielorodzinny,		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Gmina Miejska Nowa Ruda ul. Rynek , 57-400 Nowa Ruda	1.4 Adres budynku	ul. Radkowska 14-16 57-402 Nowa Ruda Województwo Dolnośląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Pracownia Projektowa „KONSTRUKTOR” ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice, biuro: ul. Broniewskiego 1B, 58-309 Wałbrzych tel. (0-74) 665-96-96, 606 81-20-89 REGON: 890658291			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje,			
mgr inż. Piotr Rajca ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice		inżynier budownictwa – uprawnienia budowlane NBGP.V-7342/3/75/98 i 691/01/DUW kurs audytorów energetycznych KAPE/99/115	Podpis:
4. Współautorzy			
Lp.	4.1 Imię i nazwisko	4.2 Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
1			
5. Miejscowość: Wałbrzych		data opracowania: 12 sierpień 2023 r.	
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.6 1.1 Podstawa formalna 6 1.2 Podstawa prawna 6 1.3 Przedmiot opracowania 6 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 6 2.1 Opis techniczny konstrukcji 7 2.1.1. Ściany zewnętrzne 7 2.1.2. Przegrody poziome7 2.1.3. Ściany wewnętrzne 8 2.1.4. Okna i drzwi 8 2.1.5. Podsumowanie 9 2.2. System grzewczy 9 2.2.1. Charakterystyka 9 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 9 2.3. System c.w.u. 10 2.4. System wentylacji 11 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 11 3.1. Przegrody budowlane 11 3.2. System grzewczy..... 13 3.3. System c.w.u. i wentylacji 13			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.	14
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	15
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	15
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych	15
5.1.2. Docieplenie dachu stromego	16
5.1.3. Docieplenie stropodachu drewnianego	16
5.1.4. Docieplenie stropodachu żelbetowego	17
5.1.5. Docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym	17
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę	18
5.2.1. Wymiana stolarki okiennej w mieszkaniach	18
5.2.2. Wymiana stolarki okiennej w częściach wspólnych	18
5.2.3. Wymiana stolarki drzwiowej zewnętrznej	19
5.3. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie c.w.u.	19
5.4. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	20
5.5. Instalacja oświetlenia wbudowanego	21
5.6. Instalacja fotowoltaiczna	21
5.7. Podsumowanie	22
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	23
7. ZAŁĄCZNIKI.	25
8. LITERATURA.	26

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	Murowana
2	Liczba kondygnacji	3	3
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4681	4681
4	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1175,63	1175,63
5	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	1003,43	1003,43
6	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	85,35	85,35
7	Liczba lokali mieszkalnych	16	16
8	Liczba osób użytkujących budynek	20	20
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualne elektryczne	Kotłownia gazowa
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	indywidualne kotły na paliwo stałe	Kotłownia gazowa
11	Współczynnik A/V [l/m]	0,59	0,59
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]			
1	Ściany zewnętrzne bez docieplenia	1,114	0,185
2	Ściany zewnętrzne z dociepleniem	0,210	0,210
3	Strop pod strychem nieużytkowym	0,900	0,129
4	Dach stromy	1,439	0,146
5	Stropodach drewniany	1,120	0,144
6	Stropodach żelbetowy	1,120	0,146
7	Strop piwnicy	0,940	0,940
8	Posadzka na gruncie	0,929	0,929
9	Okna mieszkań	1,60/3,10	1,60/0,90
10	Okna części wspólnych	1,60/3,10	1,60/1,40
10	Okna lokali usługowych	1,60/3,10	1,60/0,90
11	Drzwi lokali usługowych	3,40	1,30
12	Drzwi zewnętrzne klatki schodowej	3,40	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,82	1,04
2	Sprawność przesyłania η_d	1,00	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,77	0,88
4	Sprawność akumulacji η_s	1,00	0,95
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,96	0,95
2	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
3	Sprawność akumulacji	0,80	0,90
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki	nawietrzaki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1360,5	1360,5
4	Liczba wymian [1/h]	0,29	0,29
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	104,9	45,0
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]	44,7	44,7
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku [GJ/rok] (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	652,9	157,0
		181364	43602
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku [GJ/rok] (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	1034,1	188,1
		287240	52239
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	170,9	153,5
		47466	42636
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 c.w.u. (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/m²rok]	154,27	37,09
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/m²rok]	244,33	44,44
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]		0,0	3,76
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	86,0	92,1
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/MW m-c]	0,00	0,00
3	Koszt przygotowania 1 m³ c.w.u.	[zł/m3]	36,0	36,0
4	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/MW m-c]	0,0	0,0
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej	[zł/m2 m-c]	6,30	1,31
6	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	0,0	100,0
7	Inne	[zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową	[kWh/m²*rok]	311,17	95,27
2	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	[kWh/m²*rok]	435,88	116,24
3	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	[%]	71,65	
4	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[GJ/rok]	863,4	
5	Średnioroczna oszczędność energii finalnej	[toe/rok]	20,62	
6	Uniknięta emisja CO2	[tCO2/rok]	125,09	
7	Roczna oszczędność kosztów energii	[zł]	91 814,3	
8	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji	[kW]	4,5	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2	[zł]	netto	brutto
			2 052 412,96	2 216 606,0
2	Koszt zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii	[zł]	netto	brutto
			24 390,24	30 000,00
3	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii	[%]	1,34	
4	Czy inwestorowi przyznano grant OZE:		TAK/NIE	
5	Premia termomodernizacyjna	[zł]	584 117,6	
9. Grant termomodernizacyjny				
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	[kWh/m²*rok]	65,00	
2.	Przełoty oraz wyposażenie techniczne budynku	ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ	wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego	[zł]	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG				
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK / NIE , jeśli TAK, to: - pkt 1 / - pkt 2 / - pkt 3			
2.	Wysokość premii MZG	[zł]	0,00	
3.	Wysokość grantu MZG	[zł]	0,00	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG	[zł]	0,00	
11. Inne				
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja			
2.	Budynek JEST /NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków			
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy			

4. Z audytu energetycznego WYNIKA / ~~NIE WYNIKA~~, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy,

12. Informacje dodatkowe		Stan przed termom.	Stan po termom.	Efekt termom.	
1	Efekt ekologiczny – redukcja emisji CO ₂ (c.o., wentylacja, c.w.u. energia elektryczna) [Mg/rok]	153,65	28,57	125,08	81,41%
2	Oszczędność energii pierwotnej budynku [MWh/rok]	512,43	136,65	375,78	73,33%
3	Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną budynku [kWh/m ² /rok]	435,88	116,24	--	
4	Oszczędność energii pierwotnej mieszkania [MWh/rok]	398,03	93,90	304,13	76,41%
5	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej i ciepłej [MWh/rok]	365,8	112,0	253,8	69,38%
6	Zapotrzebowanie na energię elektryczną [MWh/rok]	31,1	17,1	14,0	45,02%
7	Zapotrzebowanie na energię ciepłą [MWh/rok]	334,7	94,9	239,8	71,65%

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych, docieplenie stropodachów, docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym, docieplenie dachu stromego, wymiana stolarki okiennej mieszkań i części wspólnych oraz części drzwi zewnętrznych,
2. Zmiana sposobu ogrzewania z paliwa stałego na gazowe – kotłownia gazowa na cele c.o. i c.w.u., wraz z wymianą instalacji c.o.
3. Zmiana sposobu przygotowania c.w.u. z elektrycznej na gazowe – kotłownia gazowa wraz z wymianą instalacji c.w.u.
4. Montaż paneli fotowoltaicznych na cele kotłowni i części wspólnych

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

1. Informacja dotycząca powierzchni użytkowej, roku budowy oraz ilości zameldowanych osób,
2. Brak możliwości podłączenia obiektu do sieci ciepłowniczej,
3. Wprowadzane systemy zarządzania energią: zawory z głowicami termostatycznymi przy grzejnikach oraz regulatory - termostaty mieszkaniowe.

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyty energetyczny. Budynek mieszkalno-użytkowy wielorodzinny – ul. Radkowska 14-16 w Nowej Rudzie** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie umowy.

1.2. PODSTAWA PRAWNA

Niniejszy audyt energetyczny został wykonany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (zmiana Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15.12.2022) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

1.3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalno-użytkowy wielorodzinny położony przy ul. Radkowskiej 14-16 w Nowej Rudzie.

W opracowaniu zaproponowano i przeanalizowano (pod kątem oszczędności energii oraz opłacalności) przedsięwzięcia termomodernizacyjne odnoszące się do budynku.

Opracowanie kończy się wyborem najbardziej optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – wariant wybrany zgodnie z algorytmem oceny opłacalności, który spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie, przeznaczony do realizacji. Wybrany wariant spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz centralnej ewidencji emisyjności budynków.

2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany budynek jest zlokalizowany przy ul. Radkowskiej 14-16 w Nowej Rudzie. Został wykonany w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany. Budynek został oddany do użytku ok. 1900 r.

Dach budynku w części stromy z pokryciem z blachodachówki a w części płaski z pokryciem z papy.

Stolarka okienna PCV oraz drewniana. W częściach wspólnych - klatka schodowa, poddasze nieużytkowe oraz przyziemie okna stare drewniane.

Stolarka drzwiowa klatki schodowej drewniana.

Budynek posiada 3 kondygnacje mieszkalne, 16 mieszkań. W budynku znajdują się w części parteru 3 lokale.

Obiekt użytkowany jest przez 20 osób.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ♦ oględziny budynku,
- ♦ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek jest w częściowo podpiwniczony, dach w części stromy z pokryciem z blachodachówki a w części płaski pokryty papa termozgrzewalną. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Średnia wysokość kondygnacji	[m]	2,90
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	1003,43
2	Powierzchnia użytkowa lokali usługowych	[m ²]	172,20

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

Ściany zewnętrzne budynku wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej na zaprawie cementowo-wapiennej o grubości średniej 56 cm.

Ściany boczna lewa i w części tylna zostały docieplone styropianem (docieplenie wykonano po rozbiórce części budynku).

Tabela 2.1 Układ warstw ścian zewnętrznych.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Mur z cegły pełnej	56,0	0,77

Tabela 2.2 Układ warstw ścian zewnętrznych z dociepleniem.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Mur z cegły pełnej	56,0	0,77
2	Styropian	12,0	0,031

2.1.2. PRZEGRODY POZIOME

Stropy budynku wykonane są jako drewniane z wypełnieniem pomiędzy belkami zasypką żużlową stanowiącą izolację cieplną.

Tabela 3. Układ warstw stropu.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Pustka powietrzna	3,0	---
4	Deska	2,5	0,16
5	Zasypka	6,0	0,28
6	Deski	3,2	0,16

Stropodach w części o konstrukcji drewnianej z pokryciem z papy termozgrzewalnej, a w części masywny żelbetowy.

Tabela 4. Układ warstw stropodachu.

L.p.	Material	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Zasyпка	6,0	0,28
4	Pustka powietrzna	5,0	---
5	Deska	2,5	0,16
6	Papa	0,75	0,18

Dach stromy z pokryciem z blachodachówki ocieplony zasypką z żużla.

Tabela 5. Układ warstw dachu stromego

L.p.	Material	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Zasyпка	6,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	--
5	Blacha	0,05	58,0

Strop nad piwnicą masywny na belkach stalowych z warstwą ocieplającą i wykończeniową.

Tabela 6. Układ warstw stropu piwnicy.

L.p.	Material	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Strop z cegły	25,0	0,77
3	Zasyпка żużlowa	8,0	0,28
4	Posadzka cementowa	7,0	1,00
5	Płytki ceramiczne	2,0	1,05

Podłoga na gruncie betonowa bez dodatkowego docieplenia.

2.1.3. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. Na podstawie dokonanych pomiarów:

Tabela 7. Układ warstw ścian wewnętrznych

L.p.	Material	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Mur z cegły pełnej	40,0	0,77

2.1.4. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się stara stolarka drewniana $U = 3,10$ oraz nowa PCV (wymieniona indywidualnie przez lokatorów) - 1,60.

Okna części wspólnych – stare drewniane $U = 3,10$ oraz PCV $U = 1,60$.

Okna lokali usługowych nowe PCV $U = 1,60$ oraz drewniane $U = 3,10$

Drzwi wejściowe stare drewniane nieocieplone $U = 3,40$.

Drzwi wejściowe do lokali usługowych stare bez ocieplenia $U = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe do mieszkań - typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.1.5. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono elewacje pochodzące z inwentaryzacji dla celów audytu. W tabeli 8 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczano powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

**Tabela 8. Współczynnik przenikania przegród budowlanych
(od powierzchni ścian nie odliczono powierzchni otworów okiennych i drzwiowych).**

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	U
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściany zewnętrzne	1096	1,114
2	Ściany zewnętrzne z dociepleniem	372	0,210
3	Strop pod strychem nieużytkowym	396	0,900
4	Dach stromy	258	1,439
5	Stropodach drewniany	116	1,120
6	Stropodach żelbetowy	24	1,809
7	Strop nad piwnicą	45	0,940
8	Ściany wewnętrzne	622	1,283
9	Podłoga na gruncie	172	0,929

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na paliwo stałe. Mieszkania posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania.

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2000-2014. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja c.o. wymaga modernizacji.

Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015).

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

$$\eta_{H,e} = \eta_{H,e}' + 0,03 \cdot X - 0,03$$

$\eta_{H,e}' = 0,77$ (pkt 4.1.2.3, tab. 3 lp. 5a) – ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi w przypadku regulacji centralnej

$X = 1,00$ (stosunek mocy grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych do sumy mocy cieplnej wszystkich grzejników w systemie grzewczym) – na podstawie oględzin stwierdzono, że wszystkie grzejniki usytuowane są przy ścianach zewnętrznych

$$\eta_{H,e} = 0,77 + 0,03 \cdot 1,00 - 0,03 = 0,77$$

Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015).

Tabela 9. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,82
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_{Hd}	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,77
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	W_d	1,00
7	Sprawność całkowita systemu	η	0,6314

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	86,0
Abonament	[zł/m-c]	0,0

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu Certo 2015 – zgodnie z Rozporządzeniem MIR z dnia 27.02.2015:

Tabela 10. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym ze sprawnością systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	1034,1
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,1049

2.3. SYSTEM c.w.u.

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w c.w.u. tzn., że do mieszkań i lokali dostarczana jest zimna woda wodociągowa gdzie, przy użyciu podgrzewaczy elektrycznych jest w zależności od potrzeb podgrzewana.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

DLA MIESZKAŃ

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm³/m²*doba
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok

DLA LOKALI

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 0,6 dm³/m²*doba
- Czas użytkowania – 284,7 doby/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczana do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{k,w}$ obliczono:

$$O_{k,w} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot}$$

Składowe sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

- Sprawność wytwarzania – 96% (elektryczne podgrzewacze akumulacyjne)
- Sprawność akumulacji – 80% (zasobnik wyprodukowany w latach 2001-2005)
- Sprawność transportu – 80% (podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym)

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 44,7 kW
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. – 47466 kWh = 170,9 GJ

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa – w cenie energii dla mieszkania	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	208,0

2.4. SYSTEM WENTYLACJI

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w kuchniach i łazienkach. Założenia do wentylacji przyjęto zgodnie z RMIR z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Podstawowy strumień powietrza wentylacji naturalnej do ciepła

- dla mieszkań - $V_{ve,1,s} - 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$
- dla lokali - $V_{ve,1,s} - 0,00033 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – 1155,9 m³/h.
 Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego lokali wynosi – 204,6 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Radkowskiej jest użytkowany od ponad 120 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono uszkodzenia w okładzinach zewnętrznych, stwierdzono niewielkie spękania i odspojenia tynków. Pokrycie dachowe z blachy i papy wymaga remontu. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający.



Fotografia 1 . Widok elewacji frontowej



Fotografia 2. Widok elewacji tylnej



Fotografia 3. Widok elewacji bocznej

Podsumowując, budynek ze względu na okres kiedy został wybudowany, w sposób oczywisty nie spełnia obowiązujących obecnie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 Dz. U. 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późn. zmianami w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie*.

Stara stolarka okienna mieszkań znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga wymiany.

Stolarka okienna części wspólnych stara drewniana – wymaga wymiany na nową.

W związku z powyższym rozważa się następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne zmierzające do poprawienia izolacyjności cieplnej przegród budowlanych analizowanego budynku:

- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych w systemie ETICS,
- ◆ docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym,
- ◆ docieplenie dachu stromego,
- ◆ docieplenie stropodachu drewnianego,
- ◆ docieplenie stropodachu żelbetowego,
- ◆ wymiana starej stolarki okiennej mieszkań,
- ◆ wymiana stolarki okiennej części wspólnych,
- ◆ wymiana części stolarki drzwiowej zewnętrznej,

3.2. SYSTEM GRZEWCZY

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na paliwo stałe. Mieszkania posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania. Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2000-2014. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostaticzne. Instalacja c.o. wymaga modernizacji.

Stan techniczny poszczególnych instalacji zły i nadaje się do remontu.

W uzgodnieniu z Zarządcą założono zmianę systemu ogrzewania z istniejącego na opał stały na nowe gazowe – kotłownia gazowa zlokalizowana w części przyziemia budynku wraz z wymiana instalacji c.o. oraz opomiarowaniem.

W związku z powyższym w ramach modernizacji systemu grzewczego przyjęto:

- Zastąpienie obecnych indywidualnych systemów grzewczych na paliwo stałe centralnym systemem zasilanym z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części przyziemia budynku oraz wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami konwekcyjnymi i zaworami termostaticznymi oraz opomiarowaniem.

Pozwoli to na oszczędności kosztów ogrzewania oraz oszczędności emisji zanieczyszczeń.

3.3. SYSTEM c.w.u. I WENTYLACJI

Zaopatrzenie mieszkańców w ciepłą wodę następuje z elektrycznych pojemnościowych podgrzewaczy wody. W związku z planowaną zmianą systemu ogrzewania na gazowe przyjęto jednocześnie zmianę sposobu przygotowania c.w.u. na nowe zasilane z kotłowni gazowej poprzez zasobnik c.w.u. oraz instalację cyrkulacji.

Do przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które objętych opracowaniem zaliczono:

- ♦ Zmianę sposobu przygotowania c.w.u. z elektrycznego na gazowe zasilane poprzez zasobnik c.w.u. z kotłowni gazowej z cyrkulacją.

Pozwoli to na oszczędności kosztów c.w.u. oraz oszczędności emisji zanieczyszczeń.

W budynku występuje wyłącznie wentylacja grawitacyjna. W uzgodnieniu z Zarządcą, stwierdzono konieczność uporządkowania przewodów wentylacji grawitacyjnej z wykonanie niezbędnych nowych dla zapewnienia prawidłowej wentylacji budynku.

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI

W tabeli 11 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcie termomodernizacyjne związane z modernizacją systemu wentylacyjnego.

Tabela 11. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych w systemie ETICS,
2	Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym,
3	Docieplenie dachu stromego (dach z pokryciem z blachodachówki),
4	Docieplenie stropodachu drewnianego,
5	Docieplenie stropodachu żelbetowego,
6	Wymiana starej stolarki okiennej mieszkań,
7	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych,
8	Wymiana stolarki drzwiowej zewnętrznej,
9	Modernizacja systemu c.w.u. polegająca na zmianie sposobu przygotowania c.w.u. z obecnych podgrzewaczy elektrycznych pojemnościowych na centralne przygotowanie w zasobnikach c.w.u. zasilanych z kotłowni gazowej – instalacja z cyrkulacją.
10	Modernizacja systemu grzewczego polegająca na zastąpieniu obecnych indywidualnych systemów grzewczych na paliwo centralnym systemem zasilanym z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części przyziemia budynku oraz wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami konwekcyjnymi i zaworami termostatycznymi oraz opomiarowaniem.
11	Montaż instalacji fotowoltaicznej na pokrycie zapotrzebowania na cele wspólne – kotłownia oraz oświetlenie części wspólnych
12	Wymiana instalacji elektrycznej części wspólnych z wymianą opraw na nowoczesne energooszczędne LED

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

5.1. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY

Dobranie optymalnych grubości dodatkowej izolacji przegrody budowlanej dokonuje się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalną grubość docieplenia uważa się grubość dla której prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}; [\text{lata}]$$

gdzie:

- N_u - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla wybranej przegrody; [zł],
 ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego [zł/rok],

5.1.1. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych styropianem w systemie ETICS. W tabeli 12 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych rynkowych cen robót budowlanych (w koszcie docieplenia uwzględniono również wykonanie niezbędnych robót towarzyszących: docieplenie ościeży wymianę obróbek blacharskich, wyrównanie podłoża, niezbędne przerobienie dachów do wykonania docieplenia oraz wykonanie iniekcji jako zabezpieczenie docieplenia itp.). Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,031$.

A – powierzchnia ścian do obliczeń cieplnych

A'' – powierzchnia ścian do obliczeń kosztów inwestycji

Tabela 12. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	cena jednostk.	N _u	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m ²]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca			291,81		0,0351			-	0,898	-
11,0	3847,5	788,00		64,83		0,0078	475,0	455525,0	4,041	23,34
12,0				60,55		0,0073	480,0	460320,0	4,326	23,14
13,0		A''		56,80		0,0068	485,0	465115,0	4,612	23,01
14,0		959,00		53,48		0,0064	490,0	469910,0	4,898	22,93
15,0				50,54		0,0061	494,0	473746,0	5,183	22,83
16,0				47,90		0,0058	500,0	479500,0	5,469	22,86
17,0				45,52		0,0055	508,0	487172,0	5,755	23,00

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych budynku, spełniającą wymagania WT2021, będzie warstwa styropianu gr. 14cm.

Dopuszcza się zastosowanie innego materiału dociepleniowego pod warunkiem zachowania parametrów cieplnych przegrody.

5.1.2. DOCIEPLENIE DACHU STROMEGO.

Proponuje się wykonanie ocieplenia dachu stromego (dach z pokryciem z blachodachówki) wełną mineralną układaną pomiędzy krokwiami przy założeniu demontażu istniejącego pokrycia, usunięcia zasypki izolacyjnej i zastąpieniu jej wełną mineralną oraz odtworzeniu pokrycia dachowego. Każdorazowo przy obliczaniu oporu cieplnego przegrody po dociepleniu odejmowano wartość 0,214 – wartość oporu cieplnego usuwanej zasypki. W tabeli 13 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia dachu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny $\lambda=0,035$.

Tabela 13. Wybór optymalnej grubości docieplenia dachu stromego.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednostk.	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m2]	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca	3847,5	A	123,42		0,0149			-	0,69	-
20,0		258,00		13,84		0,0017	672,0	173376,0	6,20	18,40
21,0				13,23		0,0016	674,0	173892,0	6,48	18,35
22,0				12,67		0,0015	676,0	174408,0	6,77	18,31
23,0				12,16		0,0015	678,0	174924,0	7,05	18,28
24,0		258,00		11,69		0,0014	680,0	175440,0	7,34	18,26
25,0				11,25		0,0014	685,0	176730,0	7,62	18,32
26,0				10,84		0,0013	690,0	178020,0	7,91	18,39

Optymalną warstwą docieplenia dachu będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 26 cm.

5.1.3. DOCIEPLENIE STROPODACHU DREWNIANEGO.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu drewnianego wełną mineralną układaną pomiędzy krokwiami przy założeniu demontażu istniejącego pokrycia, usunięcia zasypki izolacyjnej i zastąpieniu jej wełną mineralną oraz odtworzeniu pokrycia dachowego. Każdorazowo przy obliczaniu oporu cieplnego przegrody po dociepleniu odejmowano wartość 0,214 – wartość oporu cieplnego usuwanej zasypki. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia dachu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny $\lambda=0,035$.

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu drewnianego.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednostk.	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m2]	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca	3847,5	A	40,58		0,0049			-	0,89	-
18,0		109,00	6,22	0,0007	970,0	112520,0	5,82	38,08		
19,0			5,93	0,0007	975,0	113100,0	6,11	37,95		
20,0			5,67	0,0007	980,0	113680,0	6,39	37,86		
21,0		A'	5,43	0,0007	985,0	114260,0	6,68	37,79		
22,0		116,00	5,20	0,0006	990,0	114840,0	6,96	37,74		
23,0			5,00	0,0006	1002,0	116232,0	7,25	37,98		
24,0			4,81	0,0006	1010,0	117160,0	7,54	38,08		

Optymalną warstwą docieplenia dachu będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 22 cm.

5.1.4. DOCIEPLENIE STROPODACHU ŻELBETOWEGO.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu żelbetowego styropapą z wykonaniem pokrycia z papy termozgrzewalnej. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropodachu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropapy $\lambda=0,038$.

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu drewnianego.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednostk.	Nu	R	SPBT	
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m2]	[zł]	[m2K/W]	[lata]	
istniejąca	3847,5	A	14,43		0,0017			-	0,55	-	
20,0		24,00		1,37		0,0002	376,0	9024,0	5,82	8,03	
21,0				1,31		0,0002	377,0	9048,0	6,08	8,02	
22,0				1,26		0,0002	378,0	9072,0	6,34	8,01	
23,0				A'		1,21	0,0001	379,0	9096,0	6,61	8,00
24,0		24,00				1,16	0,0001	380,0	9120,0	6,87	7,99
25,0						1,12	0,0001	382,0	9168,0	7,13	8,01
26,0						1,08	0,0001	385,0	9240,0	7,39	8,05

Optymalną warstwą docieplenia dachu będzie warstwa styropapy o grubości 24 cm.

5.1.5. DOCIEPLENIE STROPU POD STRYCHEM NIEUŻYTKOWYM.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropu drewnianego pod strychem nieużytkowym wełną mineralną układaną pomiędzy belkami przy założeniu demontażu istniejącego deskowania, usunięcia zasypki izolacyjnej i zastąpieniu jej wełną mineralną oraz odtworzeniu pokrycia dachowego. Każdorazowo przy obliczaniu oporu cieplnego przegrody po dociepleniu odejmowano wartość 0,214 – wartość oporu cieplnego usuwanej zasypki. W tabeli 16 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny $\lambda=0,035$.

Tabela 16. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropu pod strychem nieużytkowym.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednostk.	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m2]	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca	1183,5	A	36,44		0,0143			-	1,11	-
20,0		396,00		6,12		0,0024	557,0	220572,0	6,61	84,59
21,0				5,87		0,0023	550,0	217800,0	6,90	82,84
22,0				5,64		0,0022	553,0	218988,0	7,18	82,66
23,0				5,42		0,0021	556,0	220176,0	7,47	82,53
24,0		396,00		5,22		0,0020	560,0	221760,0	7,75	82,59
25,0				5,04		0,0020	566,0	224136,0	8,04	82,98
26,0				4,86		0,0019	572,0	226512,0	8,33	83,40

Optymalną warstwą docieplenia stropu będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 24 cm.

5.2. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien (optymalny współczynnik przenikania ciepła) odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego prosty czas nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_{Ok} / \Sigma \Delta O_{rOk}; [\text{lata}]$$

gdzie:

- N_{Ok} - planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi; [zł],
 ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi; [zł/rok],

5.2.1. Wymiana stolarki okiennej w mieszkaniach i lokalach.

Proponuje się wymianę istniejącej starej drewnianej stolarki okiennej mieszkań i lokali na nową PCV. W obliczeniach brano pod uwagę trzy typy stolarki okiennej:

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,90 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,80 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 17. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej mieszkań

okna	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	cena jednostk.	N	SPBT
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m ²]	[zł]	[lata]
istn. 3,10			71,18		0,0054			-	-
0,80				28,44		0,0021	3000,0	167700,0	46,64
0,85	3847,5	55,90		29,37		0,0022	2500,0	139750,0	38,87
0,90				30,30		0,0023	2200,0	122980,0	34,98

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.2.2. Wymiana stolarki okiennej części wspólnych.

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki okiennej części wspólnych na nową PCV. W obliczeniach brano pod uwagę trzy typy stolarki okiennej (temp. wewn. pomieszczeń poniżej 16⁰ – przyjęto 5⁰):

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 18. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej części wspólnych

okna	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	cena jednostk.	N	SPBT
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m ²]	[zł]	[lata]
istn. 4,50			6,43		0,0036			-	-
1,1				2,95		0,0016	2600,0	59540,0	211,30
1,3	517,5	22,90		3,16		0,0018	2100,0	48090,0	170,67
1,4				3,26		0,0018	1800,0	41220,0	151,00

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej o współczynniku przenikania ciepła $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.2.3. Wymiana stolarki drzwiowej zewnętrznej.

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki drzwiowej na nową ocieploną. W obliczeniach brano pod uwagę trzy typy stolarki (temp. wewn. pomieszczeń poniżej 16⁰ – przyjęto 5⁰)

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 19. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej

drzwi	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	cena jednostk.	N	SPBT
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m ²]	[zł]	[lata]
istn. 3,40			5,25		0,0029			-	-
1,1				2,93		0,0016	3500,0	78750,0	433,44
1,3	517,5	22,5		3,13		0,0018	3000,0	67500,0	371,52
1,5				3,33		0,0019	2800,0	63000,0	383,25

Optymalnym rodzajem stolarki drzwiowej o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.3. ZMNIJSZENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO NA PRZYGOTOWANIE CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalny uważa wariant dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_{cw} / \Delta O_{rcw}; [\text{lata}]$$

gdzie:

- N_{cw} - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej; [zł],
- ΔO_{rcw} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego [zł/rok],

W opracowaniu przyjęto jako przedsięwzięcie:

- Modernizacja systemu c.w.u. polegająca na zmianie sposobu przygotowania c.w.u. z obecnych podgrzewaczy elektrycznych pojemnościowych na centralne przygotowanie w zasobnikach c.w.u. zasilanych z kotłowni gazowej – instalacja z cyrkulacją.

Koszt modernizacji systemu c.w.u. oszacowano na podstawie cen robót w regionie oraz kosztorysu inwestorskiego – przyjęto 220 000,0 zł

Dla kotłów gazowych:

- Sprawność wytwarzania (wg producenta) – 95%
- Sprawność akumulacji – 90% (zasobnik c.w.u. – dane producenta)
- Sprawność transportu – 80% (centralne przygotowanie c.w.u. – systemy z obiegami cyrkulacyjnymi i ograniczeniami czasu pracy)

Cena 1 GJ na potrzeby c.w.u - istniejący	[zł]	208,0
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc – istniejący	[zł]	0,0
Abonament za miesiąc – w ramach instalacji mieszkania	[zł]	0,0
Cena 1 GJ na potrzeby c.w.u – po usprawnieniu	[zł]	92,10
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc – po usprawnieniu	[zł]	0,0
Abonament za miesiąc – w ramach instalacji c.o.	[zł]	0,0

Obliczenia zużycia energii oraz zapotrzebowania na moc cieplną dla systemu c.w.u. wykonano za pomocą programu Certo2015

Tabela 20. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło dla celów c.w.u..

Rodzaj	Q _{co}	Q _{1cw}	q _{ocw}	q _{1cw}	N _{co}	DO _{rco}	SPBT
usprawnienia	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[zł/rok]	[lata]
modernizacja c.w.u.	170,9	153,5	0,0447	0,0447	220000,0	560,05	392,82

5.4. POPRAWA SPRAWNOŚCI CIEPLNEJ SYSTEMU GRZEWczego

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego prosty czas nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_{co} / \Sigma \Delta O_{rco}; [\text{lata}]$$

gdzie:

N_{co} - planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego; [zł],

ΔO_{rco} - roczna oszczędność kosztów energii; [zł/rok],

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na paliwo stałe. Mieszkania posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania. Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2000-2014. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja c.o. wymaga modernizacji.

Kotły węglowe w złym stanie technicznym oraz o bardzo niskiej sprawności – nadają się do wymiany.

W związku z powyższymi przedsięwzięciami związanymi z systemem grzewczym, które przyjęto w obliczeniach audytu pracy są :

- Modernizacja systemu grzewczego polegająca na zastąpieniu obecnych indywidualnych systemów grzewczych na paliwo centralnym systemem zasilanym z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części przyziemia budynku oraz wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami konwekcyjnymi i zaworami termostatycznymi oraz opomiarowaniem. W koszcie przyjęto konieczność wykonania komina oraz uporządkowania przewodów wentylacji. – 650 000,0 zł

Sprawności systemu grzewczego po modernizacjach

		Gaz
Sprawność wytwarzania ciepła – nowoczesne kondensacyjne kotły gazowe niskotemperaturowe	η_{Hg}	1,04
Sprawność przesyłania ciepła – wymiana instalacji	η_{Hd}	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania montaż zaworów termostatycznych, wymiana instalacji	η_{He}	0,88
Sprawność akumulacji	η_{Hs}	0,95
Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia – brak usprawnień	w_t	1,0
Przerwy na ogrzewanie w okresie dnia – brak usprawnień	w_d	1,0
Sprawność całkowita systemu - średnia	η	0,8347

Taryfy c.o. po usprawnieniach systemu grzewczego

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	92,10
Abonament	[zł/m-c]	100,0

Tabela 21. Poprawa sprawność systemu grzewczego

Rodzaj	hw	hp	hr	hc	h	Qoco	qo	q1	Nco	DOco	SPBT
usprawnienia						[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[zł/rok]	[zł]
modernizacja c.o.	1,04	0,96	0,88	0,95	0,8347	652,90	0,1049	0,1049	650000,0	16884,81	38,50

5.5. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

W opracowaniu przyjmuje się montaż instalacji fotowoltaicznej dla celów oświetlenia części wspólnych energii pomocniczej (pompy dla celów c.o. i c.w.u.).

Przyjęto moc instalacji 4,5kWp ma zapewnić pokrycie energii elektrycznej bez dodatkowej zbędnej produkcji. Założono produkcję 985kWh/rok z zainstalowanego 1kWp w pierwszym roku, a następnie spadek produkcji o 0,5% co roku.

Szacunkowa średnioroczna produkcja energii dla instalacji:

		ROK UŻYTKOWANIA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Roczny uzysk energii dodatkowej 4,5kWp	kWh / rok	4433	4410	4388	4366	4344	4323	4301	4280	4258	4237

5.6. INSTALACJA OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO

W opracowaniu zakłada się wymianę instalacji elektrycznej części wspólnych wraz z wymianą opraw na nowe energooszczędne LED części wspólnych. Założono, że zapotrzebowanie na energię elektryczną dla części wspólnych i energii pomocniczej instalacji c.o. i c.w.u. zostanie pokryte z instalacji fotowoltaicznej.

W opracowaniu przyjęto następujące założenia dla oświetlenia wbudowanego dla stanu istniejącego i stanu projektowanego (zgodnie z obowiązującymi wymaganiami) oraz wynikające z tych założeń wartości obliczeniowe:

	Moc jednostkowa opraw [W/m ²]	Czas użytkowania [h/rok]	Zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/rok]	Współczynnik nakładu	Zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/rok]
Stan istniejący	10	3000	18204	2,5	45510
Stan po modernizacji	5	1000	3034	0,0	0

5.5. POSUMOWANIE

W tabeli 22 zestawiono wyłonię powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło.

Tabela 22. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody, c.o. oraz c.w.u.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie stropodachu żelbetowego styropapą gr. 24 cm ($\lambda=0,038$) z wykonaniem pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej	9 120,0	7,99
2.	Docieplenie dachu stromego (dach z pokrycie z blachodachówki) wełną mineralną gr. 24 cm ($\lambda=0,035$) przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki z żużla oraz demontażu i odtworzeniu pokrycia dachowego	175 440,0	18,26
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem gr. 14 cm ($\lambda=0,035$) w systemie ETICS	473 746,0	22,83
4.	Wymiana stolarki okiennej mieszkań na nową PCV/aluminium - $U=0,90$	122 980,0	34,98
5.	Docieplenie stropodachu drewnianego wełną mineralną gr. 22 cm ($\lambda=0,035$) przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki z żużla oraz rozbiórce deskowania, wykonaniu nowego z pokryciem dachowym z papy termozgrzewalnej	114 840,0	37,74
6.	Docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym wełną mineralną gr. 24 cm ($\lambda=0,035$) przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki z żużla oraz rozbiórce deskowania i odtworzenia z płyt OSB	221 760,0	82,59
7.	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych nową PCV/aluminium - $U=1,40$	41 220,0	151,00
8.	Wymiana stolarki drzwiowej zewnętrznej na nową - $U=1,30$	67 500,0	371,52
9	Modernizacja systemu c.w.u. polegająca na zmianie sposobu przygotowania c.w.u. z obecnych podgrzewaczy elektrycznych pojemnościowych na centralne przygotowanie w zasobnikach c.w.u. zasilanych z kotłowni gazowej – instalacja z cyrkulacją.	220 000,0	392,82
	Modernizacja systemu grzewczego polegająca na zastąpieniu obecnych indywidualnych systemów grzewczych na paliwo centralnym systemem zasilanym z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części przyziemia budynku oraz wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami konwekcyjnymi i zaworami termostatycznymi oraz opomiarowaniem. W koszcie przyjęto konieczność wykonania komina oraz uporządkowania przewodów wentylacji	650 000,0	38,50
Roboty dodatkowe związane z oszczędnością energii w obiekcie			
10	Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,5kWp	30 000,0 zł	
11	Wymiana instalacji elektrycznej wraz z wymianą istniejących źródeł światła na nowe energooszczędne typu LED	120 000,0 zł	

Wszystkie przyjęto koszty poszczególnych usprawnień są wartościami brutto (z VAT).

6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego, a także części audytu remontowego i zmiana z 15.12.2022, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

- ♦ planowane koszty całkowite N ,
- ♦ kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia

$$\Delta O_{rco} = (w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}) * O_{0z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * Q_{om} - (q_{1m} + q_{1cw}) * Q_{1m}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok]$$

- ♦ zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej,

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocwu}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1cwu})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \times 100 \quad [\%]$$

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 23.

Tabela 23. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite „brutto”	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię uwzględnieniem sprawności całkowitej ΔQ	Premia termomod. dla części mieszkalnej
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
1	2	3	4	5	7
A	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	2 246 606,0	91 814,3	71,65	584 117,6
B	1+2+3+4+5+6+7+9+10+11	2 179 106,0	90 666,7	70,62	566 567,6
C	1+2+3+4+5+6+9+10+11	2 137 886,0	89 695,7	69,74	555 850,4
D	1+2+3+4+5+9+10+11	1 916 126,0	89 585,3	69,64	498 192,8
E	1+2+3+4+9+10+11	1 801 286,0	87 190,8	67,48	468 334,4
F	1+2+3+9+10+11	1 678 306,0	82 015,7	62,82	436 359,6
G	1+2+9+10+11	1 204 560,0	51 053,2	34,92	313 185,6
H	1+9+10+11	1 029 120,0	38 065,7	23,22	267 571,2
I	9+10+11	1 020 000,0	37 094,7	22,34	265 200,0

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 22.
- 2) Podane wartości kosztów całkowitych zadania są wartościami „brutto”

Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych powinno wynosić co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 71,65% - wymagania Ustawy są spełnione.

Z tabeli oraz wymagań ustawy wynika, że optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest kombinacja oznaczona literą **A** tzn. przewidującą wykonanie:

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie stropodachu żelbetowego styropapą gr. 24 cm ($\lambda=0,038$) z wykonaniem pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej
2.	Docieplenie dachu stromego (dach z pokrycie z blachodachówki) wełną mineralną gr. 24 cm ($\lambda=0,035$) przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki z żużla oraz demontażu i odtworzeniu pokrycia dachowego
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem gr. 14 cm ($\lambda=0,035$) w systemie ETICS
4.	Wymiana stolarki okiennej mieszkań na nową PCV/aluminium - $U=0,90$
5.	Docieplenie stropodachu drewnianego wełną mineralną gr. 22 cm ($\lambda=0,035$) przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki z żużla oraz rozbiórce deskowania, wykonaniu nowego z pokryciem dachowym z papy termozgrzewalnej
6.	Docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym wełną mineralną gr. 24 cm ($\lambda=0,035$) przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki z żużla oraz rozbiórce deskowania i odtworzenia z płyt OSB
7.	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych nową PCV/aluminium - $U=1,40$
8.	Wymiana stolarki drzwiowej zewnętrznej na nową - $U=1,30$
9.	Modernizacja systemu c.w.u. polegająca na zmianie sposobu przygotowania c.w.u. z obecnych podgrzewaczy elektrycznych pojemnościowych na centralne przygotowanie w zasobnikach c.w.u. zasilanych z kotłowni gazowej – instalacja z cyrkulacją. Modernizacja systemu grzewczego polegająca na zastąpieniu obecnych indywidualnych systemów grzewczych na paliwo centralnym systemem zasilanym z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części przyziemia budynku oraz wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami konwekcyjnymi i zaworami termostatycznymi oraz opomiarowaniem. W koszcie przyjęto konieczność wykonania komina oraz uporządkowania przewodów wentylacji
10	Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,5kWp
11	Wymiana instalacji elektrycznej wraz z wymianą istniejących źródeł światła na nowe energooszczędne typu LED

8. ZAŁĄCZNIKI

- | | |
|--------------|--|
| Załącznik I | Rysunki budowlane budynku przy ul. Radkowskiej 14-16 w Nowej Rudzie |
| Załącznik II | <i>Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych – program Certo 2015</i> |

LITERATURA:

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
4. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
5. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – z późniejszymi zmianami
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu , a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zmiana z dnia 29.12.2022.
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz centralnej ewidencji emisyjności budynków.
9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.