



Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY PRZECHODNIA 20, WŁODAWA

Adres budynku	ulica: Przechodnia 20 kod: 22-200 miejscowość: Włodawa powiat: włodawski województwo: lubelskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Ilona Wojdyła tytuł zawodowy: mgr inż.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1.	Rodzaj budynku	mieszkalny wielorodzinny	1.2. Rok budowy 1979
1.3.	Właściciel lub zarządca <small>(Nazwa lub imię i nazwisko, adres)</small>	Spółdzielnia Mieszkaniowa ul. Przechodnia 22 kod 22-200 Włodawa tel. +48 82 572 12 26	1.4. Adres budynku ul. Przechodnia 20 kod 22-200 Włodawa powiat włodawski woj. lubelskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. Al. Jerozolimskie 65/79, 00-697 Warszawa tel. +48 22 626 09 10, fax. +48 22 626 09 11 e-mail: kape@kape.gov.pl www.kape.gov.pl			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Ilona Wojdyła tel. +48 22 626 09 10, fax. +48 22 626 09 11 iwojdyła@kape.gov.pl			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1.	Ilona Wojdyła	obliczenia OZC, optymalizacja	
2.	Magdalena Józwiak	obliczenia OZC, optymalizacja	
3.	Dariusz Koc	obliczenia OZC, optymalizacja	
5.	Miejscowość Warszawa	Data wykonania opracowania	2019-01-08
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa		str 3
2.	Karta audytu energetycznego		5
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		7
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		8
5.	Ocena stanu technicznego budynku		12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14
8.	Opis wariantu optymalnego		28

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	ściany nośne o układzie poprzecznym z bl. kanałowych, stropy z płyt kanałowych	
2.	Liczba kondygnacji	5	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 647,10	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 645,13	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	2 264,25	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	380,88	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	45	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	113	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	węzeł cieplny, instalacja c.c.w.	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne, wodne	
11.	Współczynnik kształtu A/V	0,26	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna osłonowa	0,491	0,156
2.	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	0,534	0,160
3.	Cokół	2,761	0,434
4.	Strop piwniczny	0,911	0,226
5.	Stropodach nad wiatrołapem	2,435	0,288
6.	Stropodach	0,174	0,174
7.	Okno zewnętrzne klatki schodowe	1,400	1,400
8.	Okno zewnętrzne	1,400	1,400
9.	Okna zewnętrzne w piwnicy	4,500	1,400
10.	Okna zewnętrzne wiatrołap	1,400	1,400
11.	Drzwi zewnętrzne	3,250	1,300
12.	Drzwi balkonowe	1,800	1,800
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,98
2.	Sprawność przesyłu	0,45	0,70
3.	Sprawność wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, kominy	okna, kominy
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	4 295,10	4 295,10
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,65	0,65
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	151,18	126,94
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	79,50	79,50
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	786,02	519,15
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 075,83	654,67
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	522,10	327,08

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 030,96	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	380,59	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	96,43	63,69
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	131,98	80,32
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	52,69	44,26
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	15 062,69	11 964,53
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	23,12	12,16
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	15 062,69	11 964,53
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,63	2,69
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	n.d.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	38,54
Planowane koszty całkowite [zł]	795 793,49	Premia termomodernizacyjna [zł]	n.d.
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			52 780,58

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja budynku, książka obiektu budowlanego, projekt techniczno-roboczy

3.2. Inne dokumenty

3.3. Osoby udzielające informacji

- Krzysztof Kot

3.4. Data wizji lokalnej

- 2018-12-07

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- dokonanie analizy ekonomicznej opłacalności realizacji działań w zakresie termomodernizacji

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- nie określono

3.7. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów –Dz.U. Nr 223, poz.1459. z późn. zm.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 17.03.2009r.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 03.09.2015r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946 – „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późn. zm.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
7. Polska Norma PN-B-03430:1983 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”.
8. Polska Norma PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
9. Polska Norma PN- EN ISO 13790:2008 – „Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia ”
10. Program komputerowy „Audytor OZ 6.9 Pro” do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.
11. Wizje lokalne i wywiady z administracją budynku.

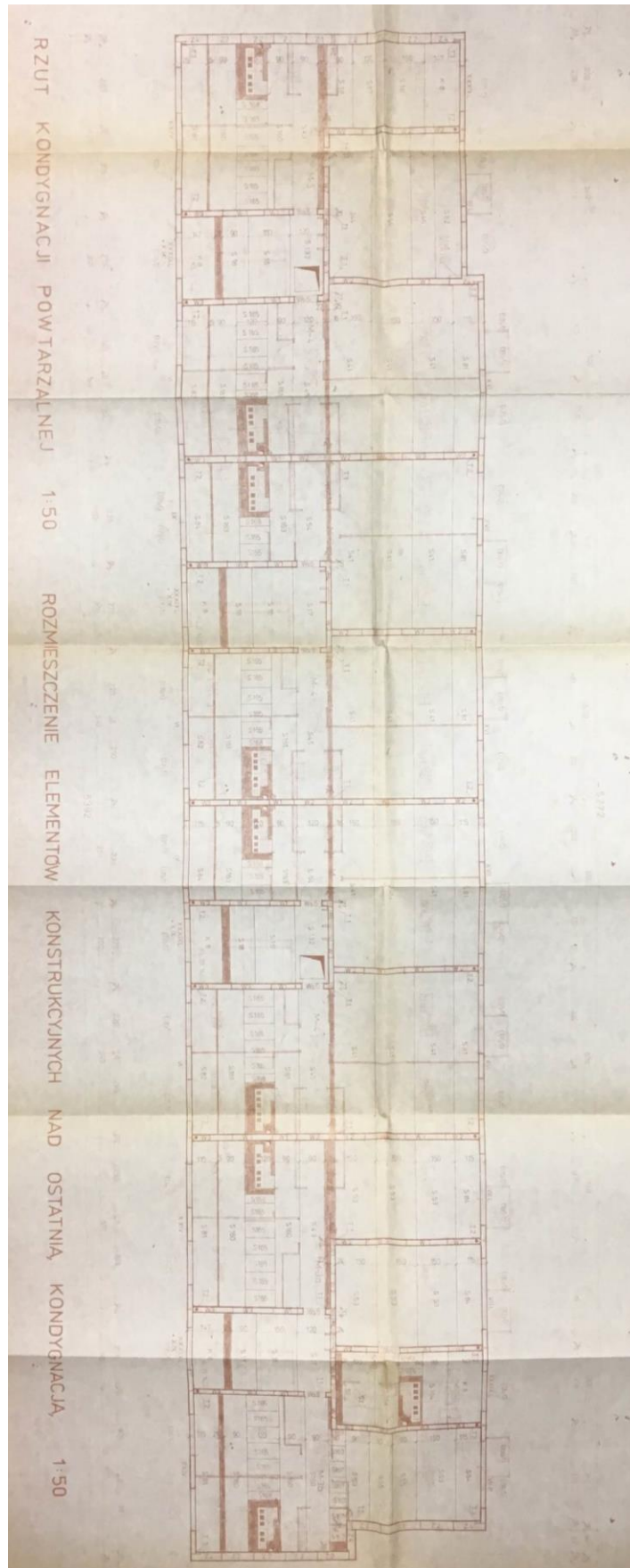
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny		
Własność	prywatna	spółdzielcza X	publiczna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny X	mieszk-usługowy	inny
Adres	22-200 Włodawa, ul. Przechodnia 20		
Budynek	wolnostojący zabudowa bliźniacza	segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny X	

Rok budowy		1979		Rok zasiedlenia			
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		Uprzemysłowiona, wielkoblokowa z zastosowaniem elementów prefabrykowanych kanałowych			
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	624,37	7	Liczba kondygnacji nadziemnych		5	
2	Kubatura budynku [m ³]	9 948,00	8	Liczba kondygnacji podziemnych		1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	6 647,10	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,38-2,80	
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	2 264,25	10	Liczba użytkowników		113	
5	Powierzchnia nieużytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	380,9					
6	Budynek podpiwniczony	tak					

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek przy ul. Przechodnia 20 jest obiektem składającym się z pięciu kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej. Ściany piwnic z płyt prefabrykowanych żebrowych, ściany nadziemia nośne z płyt prefabrykowanych typu Żerań, ściany osłonowe z bloczków bwłitowych. Elewacja zewnętrzna z blachy ocynkowanej trapezowej, ocieplenie z wełny mineralnej o gr. 5 cm. Stropy z płyt kanałowych.

Stolarka okienna z PVC w dobrym stanie technicznym. Okna dwuszybowe o przyjętej wartości współczynnika przenikania ciepła $U = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Okna piwniczne w złym stanie technicznym o współczynniku przenikania ciepła $U = 4,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Drzwi zewnętrzne wejściowe PVC. Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych ustalono na $U = 3,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Stropodach wentylowany kryty papą. Ocieplenie stropodachu metodą nadmuchową granulatem wełny mineralnej o gr.20 cm.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Pow. całk. m^2	Pow. do obl. strat ciepła m^2	U_k $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.	Ściana zewnętrzna osłonowa	1 019,61	1 019,61	0,491
2.	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	369,89	369,89	0,534
3.	Cokół	211,44	63,04	2,761
4.	Strop piwniczny	612,67	612,67	0,911
5.	Stropodach nad wiatrołapem	36,54	36,54	2,435
6.	Stropodach	604,89	604,89	0,174
7.	Okno zewnętrzne klatki schodowe	26,40	26,40	1,400
8.	Okno zewnętrzne	434,70	434,70	1,400
9.	Okna zewnętrzne w piwnicy	9,36	9,36	4,500
10.	Okna zewnętrzne wiatrołap	2,52	2,52	1,400
11.	Drzwi zewnętrzne	8,08	8,08	3,250
12.	Drzwi balkonowe	76,50	76,50	1,800

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW] 151,18
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW] 217,10
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 786,02
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a] 32,85
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ] 1 075,83
6.	Taryfa opłat (bez VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	PLN/MW 15 062,69
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	PLN/GJ 52,69
	opłata abonamentowa miesięcznie	PLN 0

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	wodna, pompowa, z dolnym rozdziałem czynnika grzejnego
2.	Obliczeniowe parametry pracy instalacji	95/70 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowe czarne ze szwem, zaizolowane w pomieszczeniach nieogrzewanych
4.	Rodzaje grzejników	członowe żeliwne (klatka schodowa), stalowe płytowe (mieszkania)
5.	Oslonięcie grzejników	nieosłonięte
6.	Zawory termostatyczne	zainstalowano
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	η_g 0,99 η_d 0,90 η_e 0,82 η_s 1,00 $\eta_{co} = 0,73$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji	wymienione grzejniki i zamontowane TZG

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	centralne przygotowanie w osiedlowym węźle ciepła, obiegi cyrkulacyjne
2.	Piony i ich izolacja	obiegi izolowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	zainstalowano
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg pomiaru	67,18

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	4 295,10

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

W budynku znajdują się bezpośrednio węzły ciepła zlokalizowane w piwnicy. W skład węzła wchodzi kolektory rozdzielaczowe, zawory odcinające, licznik ciepła i pompa cyrkulacyjna c.w.u. Woda grzewcza niskich parametrów (95/70°C) oraz ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie w osiedlowym węźle ciepła. Węzły ciepła w budynku w złym stanie technicznym, brak lokalnej regulacji ciepła.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Na podstawie dokonanych oględzin i przeglądu dostępnej dokumentacji technicznej można stwierdzić, że ogólny stan ochrony cieplnej budynku jest niedostateczny, znacznie odbiegający od obowiązujących obecnie standardów. Zaleca się następujące modernizacje mające na celu poprawę charakterystyki energetycznej budynku:

- docieplenie przegród zewnętrznych dodatkową warstwą materiału termoizolacyjnego;
- docieplenie stropu nad piwnicą dodatkową warstwą materiału termoizolacyjnego;
- wymiana stolarki okiennej w piwnicy;
- wymiana stolarki drzwiowej, uszczelnienie drzwi.

5.2. System grzewczy

Efektywność energetyczną systemu centralnego ogrzewania ocenia się jako niską. Węzeł cieplny w budynku zasilany jest kanałową siecią ciepłowniczą z węzła osiedlowego. W budynku nie występuje lokalna regulacja ciepła. Parametry wody grzewczej przygotowywane są na podstawie krzywej grzewczej wspólnie dla wszystkich budynków zasilanych z osiedlowego węzła. W budynku zainstalowano termostatyczne zawory przygrzejnikowe. Instalację zrównoważono za pomocą kryz dławiących. Przewody prowadzone poziomo w piwnicy zaizolowano. Zaobserwowano ubytki izolacji zarówno na rurociągach rozporadzających ciepło oraz w piwnicy.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Budynek jest wyposażony w system centralnego przygotowania ciepłej wody użytkowej podgrzewanej w osiedlowym węźle ciepła. Znacząca odległość budynku od węzła lokalnego oraz prowadzenie przewodów w sieci kanałowej powoduje znaczące straty ciepła na cyrkulacji c.w.u. W celu poprawy komfortu i redukcji strat ciepła zainstalowano dodatkową pompę cyrkulacyjną w węźle ciepła w budynku.

5.4. System wentylacji

Wentylacja naturalna. Nawiew świeżego powietrza przez stolarkę okienną, wywiew przez kominy.

6. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości realizacji usprawnień

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²·K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ściana zewnętrzna osłonowa U= 0,491 - Ściana zewnętrzna konstrukcyjna U= 0,534 - Cokół U= 2,761 - Stropodach nad wiatrołapem U= 2,435 	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Parametry przegród po dociepleniu powinny spełniać (minimum) następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian zewnętrznych U ≤ 0,20 W/m²·K - dla cokołu U ≤ 0,90 W/m²·K - dla stropodachu nad wiatrołapem U ≤ 0,30 W/m²·K
2.	<p>Przegrody wewnętrzne oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²·K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - strop nad nieogrzewaną piwnicą U= 0,911 	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Parametry przegród po dociepleniu powinny spełniać (minimum) następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> - stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi U ≤ 0,25 W/m²·K
3.	<p>Okna w dość dobrym stanie technicznym o średnim wsp. przenikania ciepła</p> <ul style="list-style-type: none"> - Okna zewnętrzne U = 1,40 W/(m²·K) - Okna zewnętrzne w piwnicy U = 4,50 W/(m²·K) - Okna zewnętrzne wiatrołap U = 1,40 W/(m²·K) - Okna zewnętrzne klatka schodowa U = 1,40 W/(m²·K) <p>Drzwi z ram PVC o wsp. przenikania ciepła U = 3,25 W/(m²·K).</p>	<p>Zaleca się wymianę okien na stolarkę o całkowitym współczynnikiem przenikania ciepła U okna nie większym niż 1,4 W/(m²·K), poprawiając jednocześnie szczelność montażu.</p> <p>Wymiana drzwi na takie o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/(m²·K).</p>
4.	<p>System grzewczy Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o wysokiej sprawności regulacji, przesyłu i wytwarzania ciepła. Wysokie koszty ogrzewania spowodowane doбором taryfy na przygotowanie ciepła w węźle osiedlowym.</p>	<p>Zaleca się modernizację instalacji centralnego ogrzewania, w zakresie: montażu pośredniego kompaktowego węzła cieplnego zasilanego z miejskiej sieci ciepłowniczej wysokich parametrów, montaż automatyki sterującej pracą węzła, montaż zaworów regulacyjnych i równoważących w węźle, montaż głównego licznika ciepła na instalacji c.o., montaż podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.</p>
5.	<p>System przygotowania ciepłej wody użytkowej Instalacja typu tradycyjnego o niskiej sprawności wytwarzania, akumulacji i przesyłu spowodowanej odległością źródła ciepła od odbiorców końcowych.</p>	<p>Zaleca się modernizację instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej w zakresie: montażu pośredniego kompaktowego węzła cieplnego zasilanego z miejskiej sieci ciepłowniczej wysokich parametrów, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.</p>

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda lekka mokra - warstwa styropianu lub wełny mineralnej o odpowiedniej grubości
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop nad piwnicą	Ocieplenie stropu nad piwnicą - warstwa izolacji ze styropianu lub wełny mineralnej
3.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez stolarkę okienną w piwnicy oraz drzwi zewnętrzne	Wymiana okien i drzwi na nowe o niższym współczynniku przenikania ciepła
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach nad wiatrołapem	Ocieplenie stropodachu nad wiatrołapem - warstwa izolacji ze styropianu lub wełny mineralnej
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Montaż węzła ciepła w budynku, automatyki, głównego licznika ciepła c.o., podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.
6.	Zmniejszenie strat na przesyle ciepłej wody użytkowej	Montaż węzła ciepła w budynku, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody , licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.

Uwaga:

- Wykonanie wszystkich prac powinno być poprzedzone wykonaniem w niezbędnym zakresie odpowiednich, szczegółowych technicznych projektów wykonawczych, zarówno w zakresie budowlanym, jak i instalacyjnym, które stanowią będą podstawę do realizacji i odbioru wykonania robót.
- Realizacja robót budowlanych i instalacyjnych powinna być powierzona wyspecjalizowanym w wymaganych zakresach firmom budowlanym, a w trakcie realizacji robót należy zapewnić odpowiedni nadzór budowlany.
- Odbiory wszystkich zrealizowanych prac powinny przebiegać zgodnie z wymogami obowiązującego w tym zakresie prawa, norm i dobrych praktyk.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepła i ciepłej wody użytkowej.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.	
t_{wo}	temp. w pomieszczeniach mieszkalnych	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$	
t_{wkl}	temp. w klatkach schodowych	8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$	
t_{wp}	temp. w piwnicy	4,0	4,0	$^{\circ}\text{C}$	
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$	
S_d *	liczba stopniodni - mieszkalne	3 916,90	3 916,90	dzień·K/rok	
	liczba stopniodni - klatka schodowa	2 741,83	2 741,83	dzień·K/rok	
	liczba stopniodni - piwnica	strop	1 566,76	1 566,76	dzień·K/rok
		cokół	2 350,14	2 350,14	dzień·K/rok
$O_{0m}, O_{1m},$	opłata stała za moc	15 062,69	11 964,53	PLN/(MW·mc)	
$O_{0z}, O_{1z},$	opłata stała na ciepło	52,69	44,26	PLN/GJ	
$A_{b0}, A_{b1},$	opłata abonamentowa	0	0	PLN/m-c	

* liczbę stopniodni przyjęto jak dla stacji meteorologicznej Włodawa

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna konstrukcyjna		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	369,89	m ²	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	369,89	m ²	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,16	0,18	0,20
2.	Opór cieplny R	m ² K/W	1,87	5,16	5,71	6,27
3.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	66,8	24,3	21,9	20,0
4.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,008	0,003	0,003	0,002
5.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	PLN/a		3 460	3 566	3 742
6.	Cena jednostkowa usprawnienia	PLN/m ²		272	279	286
7.	Koszt całkowity usprawnienia N_U	PLN		100 610,1	103 199,3	105 786,6
8.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		29,1	28,9	28,3
9.	U_0, U_1	W/m ² K	0,534	0,194	0,175	0,160
10.	U_0 bez warstwy izolacji	W/m ² K	1,406	-	-	-
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji, w tym koszt demontażu istniejącej elewacji stalowej i izolacji ścian. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.						
Uwaga:						
Przed nałożeniem nowej warstwy termoizolacji należy zdemontować istniejącą elewację stalową wraz z ociepleniem z wełny mineralnej. W obliczeniach oporu cieplnego przegrody po modernizacji uwzględniono opór nowej warstwy izolacji oraz opór przegrody bez istniejącej 5 cm warstwy wełny mineralnej.						
Wybrany wariant :		3	Koszt :	105 786,62	PLN	SPBT= 28,27 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Cokół		
Dane:				A	=	63,04 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A_{kosz}	=	211,44 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku $U \leq 0,90 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,03	0,05	0,07
2.	Opór cieplny R	m ² K/W	0,36	1,20	1,75	2,31
3.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	35,3	10,7	7,3	5,5
4.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,004	0,001	0,001	0,001
5.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	PLN/a		1 928	2 136	2 246
6.	Cena jednostkowa usprawnienia	PLN/m ²		268,5	279,5	290,5
7.	Koszt całkowity usprawnienia N_U	PLN		56 771,6	59 097,5	61 425,3
8.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		29,4	27,7	27,4
9.	U_0, U_1	W/m ² K	2,761	0,836	0,571	0,434
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.						
Uwaga:						
Przed wykonaniem ocieplenia cokołu należy odsłonić fragment ściany przy gruncie, osuszyć ją, sprawdzić stan izolacji przeciwwodnej i w razie potrzeby wymienić ją. Cokół zaizolować izolacją przeciwwodną, zastosować styropian twady (CS>100) z dodatkami hydrofobowymi na cokole oraz 1 m poniżej poziomu gruntu. Wykonać nowe opaski.						
Wybrany wariant :		3	Koszt :	61 425,27	PLN	SPBT=
						27,35 lat

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop piwniczny		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 612,67 m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: A_{kosz} = 612,67 m²</p>						
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1 o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku $U \leq 0,25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ wariant 2 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,12	0,14	0,16
2.	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,10	4,43	4,99	5,54
3.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	75,6	18,7	16,6	15,0
4.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,002	0,001	0,000	0,000
5.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	PLN/a		3 438	3 540	3 618
6.	Cena jednostkowa usprawnienia	PLN/m ²		112	119	126
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	PLN		68 623,21	72 907,73	77 196,42
8.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		19,96	20,60	21,34
9.	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,911	0,226	0,201	0,180
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu.</p> <p>Uwaga</p> <p>W obliczeniach nie uwzględniono wpływu mostków cieplnych spowodowanych połączeniem ścian działowych z warstwą konstrukcyjną stropu oraz mostków spowodowanych zainstalowaniem przewodów instalacyjnych pod stropem, co powoduje zmniejszenie grubości izolacji w tym miejscu (nie zaleca się demontażu rurociągów i przeniesienie ich pod warstwę stropu zaizolowanego).</p>						
Wybrany wariant :				1	Koszt : 68 623,21 PLN	SPBT= 19,96 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach nad wiatrołapem		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 36,54 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnieni:	$A_{\text{kosz}} = 36,54 \text{ m}^2$	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1 o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$						
wariant 2 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,11	0,13	0,15
2.	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,41	3,47	4,02	4,58
3.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	21,1	2,5	2,2	1,9
4.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,002	0,000	0,000	0,000
5.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	PLN/a		1 363	1 376	1 389
6.	Cena jednostkowa usprawnienia	PLN/ m^2		179	186	193
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	PLN		6 522,48	6 778,17	7 033,95
8.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		4,79	4,93	5,06
9.	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	2,435	0,288	0,249	0,218
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu nad wiatrołapem						
Wybrany wariant :				1	Koszt : 6 522,48 PLN	SPBT= 4,79 lat

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien				Przedsięwzięcie																	
				Okna zewnętrzne w piwnicy																	
<p>Dane: powierzchnia całkowita okien</p> $A_{ok} = 9,36 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 72,10 \text{ m}^3/h$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$																					
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">wariant 1 : okna</td> <td style="width: 20%;">U= 1,4</td> <td style="width: 50%;">W/(m²K)</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : okna</td> <td>U= 1,1</td> <td>W/(m²K)</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : okna</td> <td>U= 0,9</td> <td>W/(m²K)</td> </tr> </table>							wariant 1 : okna	U= 1,4	W/(m ² K)	wariant 2 : okna	U= 1,1	W/(m ² K)	wariant 2 : okna	U= 0,9	W/(m ² K)						
wariant 1 : okna	U= 1,4	W/(m ² K)																			
wariant 2 : okna	U= 1,1	W/(m ² K)																			
wariant 2 : okna	U= 0,9	W/(m ² K)																			
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																	
				1	2	3															
1.	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	4,50	1,40	1,10	0,90															
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r	-	1,00	0,70	0,70															
		C _m	-	1,00	1,00	1,00															
3.	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	14,30	4,40	3,50	2,90															
4.	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	8,30	5,80	5,80	5,80															
5.	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	22,60	10,20	9,30	8,70															
6.	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0017	0,0005	0,0004	0,0003															
7.	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0003	0,0010	0,0010	0,0010															
8.	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0020	0,0015	0,0014	0,0013															
9.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	PLN/rok		885,6	939,8	980,7															
10.	Koszt wymiany okien N _{ok}	PLN		5 728,4	6 739,2	8 424,0															
12.	SPBT = (N _{ok} + N _w) / ΔO _{ru}	lata		6,50	7,20	8,60															
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">wariant 1 : wymiana</td> <td style="width: 20%;">9,36 m² okien*</td> <td style="width: 10%;">612</td> <td style="width: 20%;">PLN/m² =</td> <td style="width: 30%;">5 728,35 PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : wymiana</td> <td>9,36 m² okien*</td> <td>720</td> <td>PLN/m² =</td> <td>6 739,20 PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 3 : wymiana</td> <td>9,36 m² okien*</td> <td>900</td> <td>PLN/m² =</td> <td>8 424,00 PLN</td> </tr> </table>							wariant 1 : wymiana	9,36 m ² okien*	612	PLN/m ² =	5 728,35 PLN	wariant 2 : wymiana	9,36 m ² okien*	720	PLN/m ² =	6 739,20 PLN	wariant 3 : wymiana	9,36 m ² okien*	900	PLN/m ² =	8 424,00 PLN
wariant 1 : wymiana	9,36 m ² okien*	612	PLN/m ² =	5 728,35 PLN																	
wariant 2 : wymiana	9,36 m ² okien*	720	PLN/m ² =	6 739,20 PLN																	
wariant 3 : wymiana	9,36 m ² okien*	900	PLN/m ² =	8 424,00 PLN																	
<p>Uwaga:</p> <p>okna należy zamontować w technologii tzw. "ciepłego montażu" w warstwie izolacji cieplnej.</p>																					
<p>Wybrany wariant : 1 Koszt : 5 728,35 PLN SPBT= 6,50 lat</p>																					

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych				Przedsięwzięcie																	
				Drzwi zewnętrzne																	
<p>Dane: powierzchnia całkowita drzwi</p> $A_{drz} = 8,08 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 62,24 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$																					
<p>Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych PVC na drzwi o lepszym współczynniku przenikania ciepła U:</p> <table> <tr> <td>wariant 1 : okna</td> <td>U= 1,3</td> <td>W/(m²K)</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : okna</td> <td>U= 1,1</td> <td>W/(m²K)</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : okna</td> <td>U= 0,9</td> <td>W/(m²K)</td> </tr> </table>							wariant 1 : okna	U= 1,3	W/(m ² K)	wariant 2 : okna	U= 1,1	W/(m ² K)	wariant 2 : okna	U= 0,9	W/(m ² K)						
wariant 1 : okna	U= 1,3	W/(m ² K)																			
wariant 2 : okna	U= 1,1	W/(m ² K)																			
wariant 2 : okna	U= 0,9	W/(m ² K)																			
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																	
				1	2	3															
1.	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	3,25	1,30	1,10	0,90															
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r	-	1,10	1,00	1,00															
		C _m	-	1,20	1,00	1,00															
3.	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	8,90	3,60	3,00	2,50															
4.	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	7,90	7,20	7,20	7,20															
5.	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	16,80	10,80	10,20	9,70															
6.	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0011	0,0004	0,0004	0,0003															
7.	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0003	0,0008	0,0008	0,0008															
8.	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0014	0,0012	0,0012	0,0011															
9.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	PLN/rok		488,1	514,6	551,1															
10.	Koszt wymiany drzwi N _{drz}	PLN		9 162,7	10 537,1	12 117,7															
12.	SPBT = (N _{drz} + N _w) / ΔO _{ru}	lata		18,80	20,50	22,00															
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m² wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:</p> <table> <tr> <td>wariant 1 : wymiana</td> <td>8,08 m² drzwi*</td> <td>1134</td> <td>PLN/m² =</td> <td>9 162,72 PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : wymiana</td> <td>8,08 m² drzwi*</td> <td>1304</td> <td>PLN/m² =</td> <td>10 537,13 PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 3 : wymiana</td> <td>8,08 m² drzwi*</td> <td>1500</td> <td>PLN/m² =</td> <td>12 117,70 PLN</td> </tr> </table>							wariant 1 : wymiana	8,08 m ² drzwi*	1134	PLN/m ² =	9 162,72 PLN	wariant 2 : wymiana	8,08 m ² drzwi*	1304	PLN/m ² =	10 537,13 PLN	wariant 3 : wymiana	8,08 m ² drzwi*	1500	PLN/m ² =	12 117,70 PLN
wariant 1 : wymiana	8,08 m ² drzwi*	1134	PLN/m ² =	9 162,72 PLN																	
wariant 2 : wymiana	8,08 m ² drzwi*	1304	PLN/m ² =	10 537,13 PLN																	
wariant 3 : wymiana	8,08 m ² drzwi*	1500	PLN/m ² =	12 117,70 PLN																	
<p>Uwaga: drzwi należy zamontować w technologii tzw. "ciepłego montażu" w warstwie izolacji cieplnej.</p>																					
Wybrany wariant :		1	Koszt :	9 162,72 PLN	SPBT=	18,80 lat															

7.2.7. Ocena i wybór przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Opis: Proponuje się kompleksową modernizację systemu przygotowania c.w.u.: montaż wymiennikowego węzła ciepła w piwnicy budynku, bez zasobnika, montaż nowych pomp cyrkulacyjnych, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.

Lp.	Parametr	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na c.w.u.	GJ/a	224,37	224,37
2.	Sprawność systemu	-	0,43	0,69
3.	Oszczędność	PLN/a		13 036,4
	Koszt modernizacji	PLN		57 964,80
4.	SPBT	lata		4,45

KOSZT: 57 964,80 PLN

Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych

Nakłady inwestycyjne uwzględniają koszt elementów hydraulicznych nowego węzła cieplnego i izolacji rurociągów oraz robót montażowych i wykończeniowych.

KOSZT	57 964,80 PLN	SPBT	4,45 lat
--------------	---------------	-------------	----------

7.2.8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{cco} = 786,02$ GJ/a $w_{t0} = 1$ $w_{d0} = 1$ $\eta_0 = 0,731$

Proponuje się modernizację systemu centralnego ogrzewania w zakresie:

- montażu nowego, wymiennikowego węzła ciepła wraz z automatyką pracy węzła,
- izolacji armatury w węźle,
- regulacji hydraulicznej,
- płukania chemicznego instalacji,
- montażu głównego licznika ciepła instalacji ogrzewania,
- montażu podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach,
- modernizację przyłącza w ramach osiedlowej sieci ciepłowniczej do budynku z miejskiej sieci ciepłowniczej w technologii rur preizolowanych.
- wdrożenie systemu do zdalnego monitorowania i zarządzania wykorzystaniem energii na cele c.o. i c.w.u.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1.	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,99$	$\eta_w = 0,99$
2.	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,90$	$\eta_p = 0,90$
3.	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,82$	$\eta_r = 0,89$
4.	wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5.	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,731$	$\eta = 0,793$
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	po
1.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,73	0,79
2.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	1,00
4.	Oszczędność kosztów ΔQ_{cco}	PLN/a		12 793,00
5.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	PLN		168 583,05
6.	SPBT	lata		13,18

Koszty szacunkowe

Wariant I(po modernizacji)

1. kompleksowa modernizacja c.o.	m^2	cena zł/ m^2	koszt
	2 264,25	74	168 583,05

Koszty modernizacji instalacji c.o. budynku uwzględniają koszty wszystkich zalecanych prac w zakresie opisanym powyżej oraz koszty robocizny i wykończeniowe.

Uwaga:

Po wykonaniu prac termomodernizacyjnych przegród budynku należy dostosować instalację do nowego zapotrzebowania na ciepło. W tym celu należy dobrać odpowiednią moc wymienników ciepła, zrównoważyć hydraulicznie całą instalację dobierając nowe nastawy zaworów regulacyjnych i równoważących, strumień i temperaturę czynnika grzewczego.

7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, PLN	SPBT, lata
1	2	3	4
1.	Modernizacja instalacji c.o.	168 583,05	13,18
2.	Modernizacja instalacji c.w.u.	57 964,80	4,45
3.	Stropodach nad wiatrolapem	6 522,48	4,79
4.	Okna zewnętrzne w piwnicy	5 728,35	6,50
5.	Drzwi zewnętrzne	9 162,72	18,80
6.	Strop piwniczny	68 623,21	19,96
7.	Cokół	61 425,27	27,35
8.	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	105 786,62	28,27
9.	Ściana zewnętrzna osłonowa	311 996,99	33,54

7.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW}$$

$$Q_{11} = w_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

Numer wariantu	Sezonowe zapotrz. na ciepło	Zapotrz. na moc	Wsp. sprawn. i przerw w ogrzew.	Ciepło do podgrzania wody	Moc do podgrzania wody	Całkowite zapotrzeb. na ciepło	Całkowite zapotrz. na moc	Całkowite koszty energii	Roczna oszczędność kosztów energii	Planowane całkowite koszty robót
	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_0, W_{d0}	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N
	Q_{1CO}	q_{1CO}	η_1, W_{d1}	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	PLN	PLN	PLN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	786,02	151,18	0,73 1,000	522,1	79,505	1 597,37	230,69	125 867,50		
1	519,15	126,94		327,1	79,505	981,74	206,44	73 086,92	52 780,58	795 793,49
2	624,67	138,96		327,1	79,505	1 114,81	218,46	80 701,79	45 165,71	483 796,50
3	667,03	143,76		327,1	79,505	1 168,22	223,26	83 755,10	42 112,40	378 009,88
4	692,60	145,22	0,79	327,1	79,505	1 200,47	224,72	85 391,28	40 476,22	316 584,62
5	756,78	150,10	1,00	327,1	79,505	1 281,40	229,60	89 674,23	36 193,27	247 961,41
6	760,31	150,10		327,1	79,505	1 285,85	229,60	89 871,23	35 996,27	238 798,69
7	770,84	151,18		327,1	79,505	1 299,13	230,69	90 614,09	35 253,41	233 070,33
8	786,02	151,18		327,1	79,505	1 318,27	230,69	91 461,25	34 406,25	226 547,85
9	786,02	151,18		522,1	79,505	1 513,30	230,69	100 092,26	25 775,24	168 583,05

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	SPBT
		PLN	PLN	$[(Q_0-Q_1)/Q_0]*100\%$	
1	2	3	4	5	6
				%	lata
1.	1	795 793,49	52 780,58	38,54	15,08
2.	2	483 796,50	45 165,71	30,21	10,71
3.	3	378 009,88	42 112,40	26,87	8,98
4.	4	316 584,62	40 476,22	24,85	7,82
5.	5	247 961,41	36 193,27	19,78	6,85
6.	6	238 798,69	35 996,27	19,50	6,63
7.	7	233 070,33	35 253,41	18,67	6,61
8.	8	226 547,85	34 406,25	17,47	6,58
9.	9	168 583,05	25 775,24	5,26	6,54

8. PROPOZYCJA OPTIMALNEGO WARIANTU I ZAKRESU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Jako optymalny proponuje się przyjąć wskazany w tabeli w pkt. 7.3. Wariant 1.

Wariant ten jest kompleksowy obejmujący realizację zasadnych z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia przedsięwzięć modernizacyjnych.

Wszystkie zaproponowane przedsięwzięcia spełniają wymagania stawiane przez przepisy techniczno-budowlane od 1 stycznia 2021.

8.1. Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Kompleksowa modernizacja c.o. obejmująca: montaż nowego, wymiennikowego węzła ciepła wraz z automatyką pracy węzła, izolację armatury w węźle, regulację hydrauliczną, płukanie chemiczne instalacji, montaż głównego licznika ciepła instalacji ogrzewania, montaż podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach, modernizację przyłącza w ramach osiedlowej sieci ciepłowniczej do budynku z miejskiej sieci ciepłowniczej w technologii rur preizolowanych oraz wdrożenie systemu do zdalnego monitorowania i zarządzania wykorzystaniem energii na cele c.o. i c.w.u.
2. Modernizacja instalacji c.w.u.: montaż wymiennikowego węzła ciepła w piwnicy budynku, bez zasobnika, montaż nowych pomp cyrkulacyjnych, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.
3. Docieplenie stropodachu nad wiatrołapem warstwą izolacji o gr. 11 cm ($\lambda=0,036$ W/mK).
4. Wymiana okien w piwnicy o wsp. przenikania ciepła $U=4,5$ W/(m²K) na okna o wsp. $U=1,4$ W/(m²K).
5. Docieplenie stropu nieogrzewanej piwnicy warstwą izolacji o gr. 12 cm ($\lambda=0,036$ W/mK).
6. Wymiana drzwi zewn. metalowych o wsp. przenikania ciepła $U=3,25$ W/(m²K) na drzwi o wsp. $U=1,3$ W/(m²K).
7. Docieplenie cokołu warstwą izolacji o gr. 7 cm ($\lambda=0,036$ W/mK).
8. Docieplenie ściany zewnętrznej osłonowej warstwą izolacji o gr. 20 cm ($\lambda=0,036$ W/mK).
9. Docieplenie ściany zewnętrznej konstrukcyjnej warstwą izolacji o gr. 20 cm ($\lambda=0,036$ W/mK).

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSKAZANEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO WYNOŚI:

795 793,49 PLN BRUTTO

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania właściciela obiektu powinny objąć:

1. Wykonanie w niezbędnym zakresie ekspertyz i analiz, które potwierdzą możliwość realizacji robót o zakresie wskazanym w niniejszym opracowaniu.
2. Dokonanie montażu finansowego w celu zapewnienia środków na realizację inwestycji.
3. Wykonanie projektów instalacyjnych związanych z realizacją prac.
4. Realizacja prac.
5. Rozruch instalacji.
6. Po realizacji prac termomodernizacyjnych zaleca się wykonanie próby szczelności powietrznej budynku, zgodnie z normą PN-EN 13829:2002. Wynik ten będzie świadectwem jakości wykonania izolacji przegród zewnętrznych budynku i potwierdzi przyjęte założenia dotyczące krotności wymian powietrza przez infiltrację.
7. Ocenę efektów realizacji w okresie eksploatacji z zapewnieniem ciągłej bieżącej kontroli poprawności funkcjonowania zainstalowanych urządzeń .

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 5 Obliczenie efektu ekologicznego
- Załącznik 6 Wyniki obliczeń z programu Audytor OZC 6.9 Pro

Załącznik nr 1

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura pomieszczeń, m³	Ilość wymian, 1/h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m³/h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Pomieszc. Użytkowe	6 647,10	0,65	4 295,10
Razem				4 295,10
Ogółem			$\Psi =$	4 295,10

Załącznik nr 2

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_w = 0,99$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,90$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_r = 0,82$$

4. Sprawność wykorzystania

$$\eta_e = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej		stan istniejący	po modernizacji	jednostka
1	Zapotrzebowanie na c.w.u.	1,60	1,60	dm ³ /(m ² /dzień)
2	Powierzchnia użytkowa	2 264,25	2 264,25	m ²
3	Ciepło właściwe wody	4,19	4,19	kJ/(kg·K)
4	Gęstość wody	1,0	1,0	kg/dm ³
4	Obl. temp. czerpalna	55	55	°C
5	Obl. temp. przed podgrzaniem	10	10	°C
6	Współczynnik kr	0,90	0,90	-
7	Liczba dni	365	365	dni
8	Sprawność całkowita	0,43	0,69	-
9	Zapotrzebowanie użytkowe na c.w.u.	224,37	224,37	GJ/rok
10	Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.	522,10	327,08	GJ/rok
Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1	Jedn. zużycie c.w.u. V _{cw} =	110	110	l/os
2	Liczba osób L=	113	113	os
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,516	0,516	m ³ /h
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	2,944	2,944	-
3	Zapotrzebowanie na ciepło	0,189	0,189	GJ/m ³
4	Moc c.w.u.	79,50	79,50	kW

Załącznik nr 4

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.9 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
Stan istniejący	151,18	786,02
1	126,94	519,15
2	138,96	624,67
3	143,76	667,03
4	145,22	692,60
5	150,10	756,78
6	150,10	760,31
7	151,18	770,84
8	151,18	786,02
9	151,18	786,02

Załącznik nr 5

Obliczenie efektu ekologicznego

1. Obliczenie redukcji emisji CO₂

Nośnik energii	Ilość energii przed modernizacją [GJ/rok]	Ilość energii po modernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]	Wskaźnik emisji [kg CO ₂ /GJ]	Emisja przed modernizacją [MgCO ₂]	Emisja po modernizacji [MgCO ₂]	Końcowy efekt, redukcja emisji [MgCO ₂]
Ciepło sieciowe - ogrzewanie i c.w.u.	1 597,93	981,75	616,18	90,51	144,63	88,86	55,77

2. Obliczenie redukcji emisji pyłów

Nośnik energii	Ilość energii przed modernizacją [GJ/rok]	Ilość energii po modernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]	Wskaźnik emisji [kg _{pyłu} /GJ]	Emisja przed modernizacją [Mg _{pyłu}]	Emisja po modernizacji [Mg _{pyłu}]	Końcowy efekt, redukcja emisji [Mg _{pyłu}]
Ciepło sieciowe - ogrzewanie i c.w.u.	1 597,93	981,75	616,18	0,0055100	0,0088	0,0054	0,0034

Uwaga:

1. Budynek będący przedmiotem niniejszego audytu przed i po modernizacji zasilany jest ciepłem z miejskiej sieci ciepłowniczej - elektrociepłownia.
2. Ilość nośnika energii na potrzeby c.o. i c.w.u. przed i po modernizacji przyjęto na podstawie danych zamieszczonych w karcie audytu energetycznego.
3. Wskaźnik emisji CO₂ i pyłów dla ciepła sieciowego przyjęto na podstawie Informacji dla odbiorców ciepła publikowanej na stronie MPGK Włodawa

