



Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY
REYMONTA 20, WŁODAWA**

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

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2	Rok ukończenia budowy
				1981
1.3	Właściciel (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Spółdzielnia Mieszkaniowa ul. Przechodnia 22 kod: 22-200 Włodawa tel: +48 82 572 12 26	1.4	Adres budynku ul. Reymonta 20 kod: 22-200 Włodawa pow. 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 oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Marta Sikorska tel: +48 22 626 09 10 fax: +48 22 626 09 11 msikorska@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.	Marcin Dłużewski	obliczenia OZC, optymalizacja		
2.	Dariusz Koc	obliczenia OZC, optymalizacja		
3.	Ilona Wojdyła	obliczenia OZC, optymalizacja		
5.	Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	10.01.2019 r.
6. Spis treści				
1.	Strona tytułowa			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			10
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			14
8.	Opis wariantu optymalnego			31

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	prefabrykowana żerańska	prefabrykowana żerańska
2.	Liczba kondygnacji	5	5
3.	Kubatura części ogrzewanej netto [m ³]	7 987,50	7 987,50
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	3 774,80	3 774,80
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	3 195,00	3 195,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	65	65
8.	Liczba osób użytkujących budynek	163	163
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	z węzła ciepłego	z węzła ciepłego
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	z węzła ciepłego	z węzła ciepłego
11.	Współczynnik kształtu [1/m]	0,25	0,25
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² ·K)]			
1.	Ściana zewnętrzna szczytowa	0,490	0,158
2.	Ściana zewnętrzna osłonowa	0,420	0,150
3.	Ściana zewnętrzna wiatrołapu	0,420	0,150
4.	Cokół	1,273	0,366
5.	Ściana poniżej poziomu gruntu	0,733	0,302
6.	Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą	0,862	0,223
7.	Strop pomiędzy pokojami a piwnicą	0,822	0,220
8.	Stropodach	0,134	0,296
9.	Stropodach nad wiatrołapem	3,125	0,254
10.	Podłoga na gruncie	0,470	0,470
11.	Podłoga na gruncie - wiatrołap	0,470	0,470
12.	Okna zewnętrzne	1,800	1,800
13.	Okna w piwnicy	1,800	1,800
14.	Drzwi balkonowe	1,800	1,800
15.	Drzwi zewnętrzne	4,500	1,300
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g} =$	0,99	0,99
2.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e} =$	0,90	0,90
3.	Sprawność przesyłu $\eta_{H,d} =$	0,82	0,89
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{H,s} =$	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t =$	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d =$	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g} =$	0,96	0,98
2.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{w,e} =$	0,45	0,70
3.	Sprawność przesyłu $\eta_{w,d} =$	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{w,s} =$	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna / kanały	okna / kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	4 402,30	4 402,30
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,55	0,55
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	210,03	174,42
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	105,23	105,23
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 301,79	958,47
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 781,76	1 208,68
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	865,88	545,28

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 699,69	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	766,00	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·K)]	95,80	70,53
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·K)]	131,12	88,94
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 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]	23,00	12,17
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)]	5,12	3,73
6.	Miesięczna opłata anonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		[%]	33,75
Planowane koszty całkowite		[zł]	1 093 141,39
Roczna oszczędność kosztów energii		[zł/rok]	53 524,59
SPBT		[lata]	20,42

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

3.1 Dokumentacja projektowa

- Projekt techniczny budynku

3.2 Inne dokumenty

- Brak

3.3 Osoby udzielające informacji

- Krzysztof Kot

3.4 Data wizji lokalnej

- 07.12.2018

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- 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 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz. U. Nr 223, poz. 1459.
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 17.03.2009 r.
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 03.09.2015 r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946 - "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
5. Polska Norma PN-B-01706:1992 "Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu".
6. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 05.07.2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
8. Polska Norma PN-B-03430:1983 "Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania".
9. Polska Norma PN-EN 12831 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
10. Polska Norma PN-EN ISO 13790:2008 - "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia".
11. Program komputerowy "Audytory OZC 6.9 Pro" do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

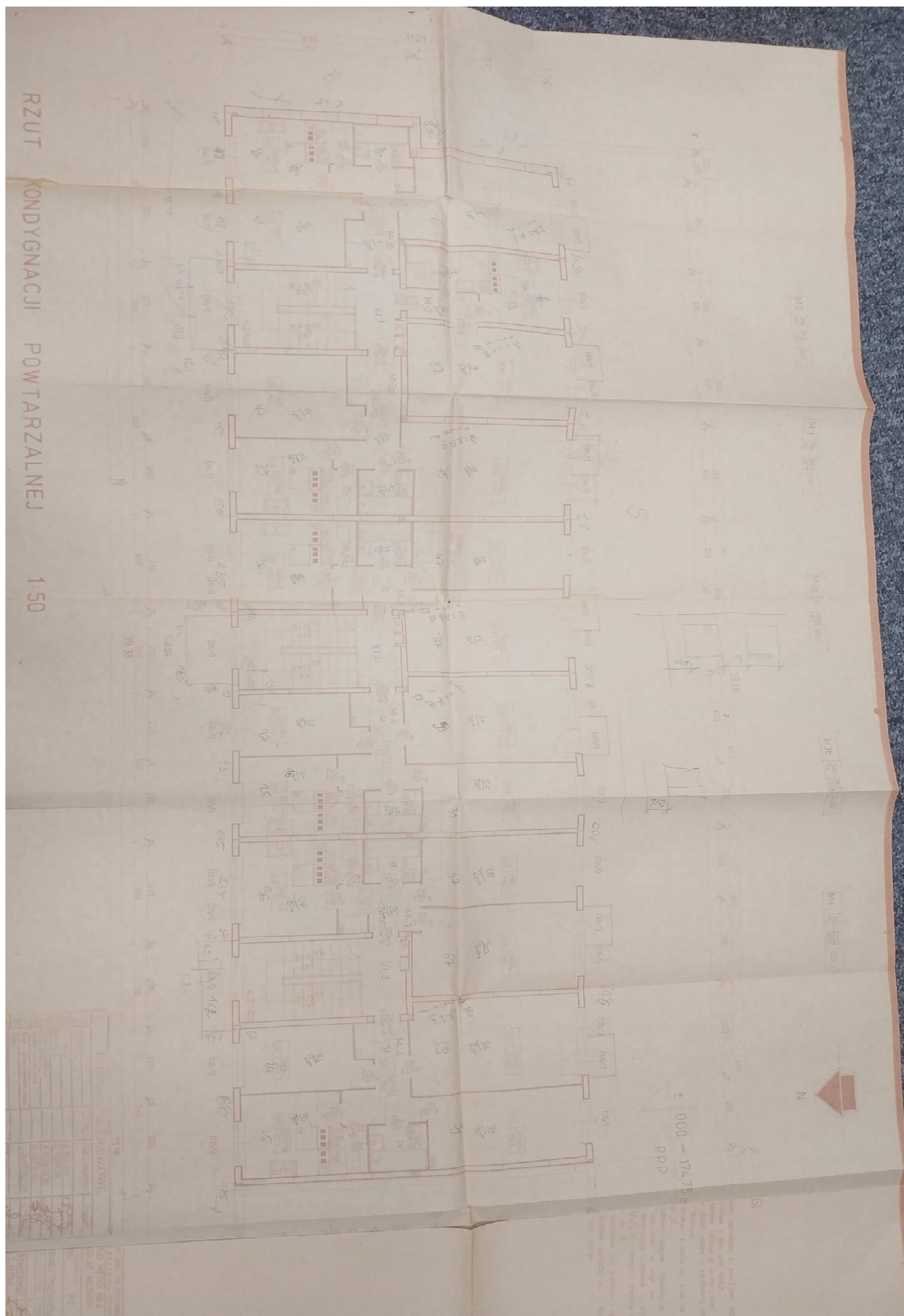
4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny					
Własność	publiczna		spółdzielcza	x	komunalna	
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	x	miesz-usługowy		publiczny	
Osiedle	n.d.					
Adres	ul. Reymonta 20, 22-200 Włodawa					
Budynek	wolnostojący		segment w zabudowie szeregowej			
	zabudowa bliźniacza		blok mieszkalny, wielorodzinny			x

Rok budowy		1981				Rok zasiedlenia		1981	
Technologia budowy		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	[m²]	889,92	7.	Liczba kondygnacji	5
2.	Kubatura budynku	[m³]	14 148,93	8.	Wysokość kondygnacji w świetle	[m] 2,5
3.	Kubatura ogrzewanej części budynku	[m³]	7 987,50	9.	Liczba użytkowników	163
4.	Powierzchnia całkowita	[m²]	4 264,08	10.	Współczynnik kształtu	[1/m] 0,25
5.	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku	[m²]	3 195,00			
6.	Budynek podpiwniczony		tak			



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek jest obiektem składającym się z pięciu kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej. Obiekt został wzniesiony w technologii uprzemysłowionej, wielkoblokowej. Ściany nośne o układzie poprzecznym z bloków kanałowych, ściany osłonowe z elementów "ściana scalona". Elewacja zewnętrzna z blachy ocynkowanej trapezowej, ocieplenie z wełny mineralnej o gr. 5 cm. Stropy z płyt kanałowych. Stropodach wentylowany. Ocieplenie stropodachu metodą nadmuchową granulatem wełny mineralnej o gr. 20 cm.

Stolarka okienna z PVC w dobrym stanie technicznym, wiek okien około 10 lat. Okna dwuszybowe, szczelne o przyjętej wartości współczynnika przenikania ciepła $U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Okna w piwnicy w dobrym stanie, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Drzwi zewnętrzne wejściowe stalowe. Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych ustalono na $U = 4,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Drzwi nieszczelne w złym stanie technicznym.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. całkowita [m ²]	Pow. do obliczeń strat ciepła [m ²]	U _k [W/(m ² ·K)]
1.	Ściana zewnętrzna szczytowa	316,04	316,04	0,490
2.	Ściana zewnętrzna osłonowa	1 339,87	1 339,87	0,420
3.	Ściana zewnętrzna wiatrołapu	67,69	67,69	0,420
4.	Cokół	177,23	177,23	1,273
5.	Ściana poniżej poziomu gruntu	231,74	231,74	0,733
6.	Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą	44,80	44,80	0,862
7.	Strop pomiędzy pokojami a piwnicą	768,68	768,68	0,822
8.	Stropodach	839,89	839,89	0,134
9.	Stropodach nad wiatrołapem	22,60	22,60	3,125
10.	Podłoga na gruncie	813,48	813,48	0,470
11.	Podłoga na gruncie - wiatrołap	13,82	13,82	0,470
12.	Okna zewnętrzne	578,85	578,85	1,800
13.	Okna w piwnicy	18,56	18,56	1,800
14.	Drzwi balkonowe	133,68	133,68	1,800
15.	Drzwi zewnętrzne	12,36	12,36	4,500

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych			Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc}	[kW]	210,03
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q	[kW]	315,26
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	[GJ]	1 301,79
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$	[kWh/(m ³ ·rok)]	45,27
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s	[GJ]	1 781,76
6.	Taryfa opłat (z VAT)			
	Opłata stała (za moc zamówioną + przesył)	miesięcznie	[zł/MW]	15 062,69
	Opłata zmienna (za ciepło + przesył)	wg. licznika	[zł/GJ]	52,69
	Opłata abonamentowa	miesięcznie	[zł/m-c]	-

4e. 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.	Oślonięcie grzejników	nieosłonięte			
6.	Zawory termostatyczne	zainstalowano			
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_{H,g}=$	0,99	$\eta_{CO}=$	0,731
		$\eta_{H,e}=$	0,90		
		$\eta_{H,d}=$	0,82		
		$\eta_{H,s}=$	1,00		
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	7/24			
9.	Modernizacja instalacji	wymienione grzejniki i zamontowane TZG			

4f. 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	135,30

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	4 402,30

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni budynku

W budynku znajdują się dwa bezpośrednie węzły ciepła zlokalizowane w piwnicy. W skład węzła wchodzi kolektory rozdzielacze, 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. Węzeł 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;
- wymiana stolarki drzwiowej, uszczelnienie drzwi;
- ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą;
- ocieplenie daszku nad wiatrołapem.

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 rozporządzających ciepło oraz w piwnicy.

5.3 System zapotrzebowania 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.	Przegrody zewnętrzne <u>Przegrody zewnętrzne</u> mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U Ściana zewnętrzna szczytowa $U = 0,49$ [W/(m²·K)] Ściana zewnętrzna osłonowa $U = 0,42$ [W/(m²·K)] Ściana zewnętrzna wiatrołapu $U = 0,42$ [W/(m²·K)] Cokół $U = 1,273$ [W/(m²·K)] Stropodach nad wiatrołapem $U = 3,125$ [W/(m²·K)]	Należy docieplić przegrody zewnętrzne, w tym ściany zewnętrzne powyżej i pomożej terenu. Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać następujące warunki zgodnie z WT2021: - dla ścian zewnętrznych $U \leq 0,20$ [W/(m²·K)] - dla dachu $U \leq 0,15$ [W/(m²·K)]
2.	Przegrody wewnętrzne oddzielające pomieszczenia ogrzewane od przestrzeni i pomieszczeń nieogrzewanych mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą $U = 0,862$ [W/(m²·K)] Strop pomiędzy pokojami a piwnicą $U = 0,822$ [W/(m²·K)]	Należy docieplić przegrody wewnętrzne oddzielające pomieszczenia nieogrzewane od ogrzewanych. Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać następujące warunki zgodnie z WT2021: - dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą $U \leq 0,25$ [W/(m²·K)]
3.	<u>Okna</u> w dobrym stanie technicznym o średnim współczynniku $U = 1,800$ [W/(m²·K)] <u>Drzwi stare</u> o współczynniku $U = 4,500$ [W/(m²·K)]	Możliwość wymiany stolarki drzwiowej. Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać następujące warunki zgodnie z WT2021: - dla drzwi $U \leq 1,50$ [W/(m²·K)]
4.	System grzewczy Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o wysokiej sprawności regulacji i przesyłu ciepła. Wysokie koszty ogrzewania spowodowane doborem taryfy na przygotowanie ciepła w węźle osiedlowym.	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.
5.	System przygotowania ciepłej wody użytkowej Instalacja typu tradycyjnego, wysokiej sprawności wytwarzania i niskiej sprawności przesyłu.	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.
6.	System wentylacji W budynku system wentylacji grawitacyjnej	W audycie nie rozpatrywano możliwości wykonania nowej instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła. Spowodowane jest to zbyt niską wysokością pomieszczeń, a także charakterystyką pracy budynku.

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.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda lekka mokra - warstwa izolacji (styropian lub wełna mineralna)
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop nad piwnicą	Ocieplenie stropu nad piwnicą - warstwa izolacji ze styropianu lub wełny mineralnej
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach nad wiatrołapem	Ocieplenie stropodachu nad wiatrołapem - warstwa izolacji ze styropianu lub wełny mineralnej
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz drzwi	Wymiana drzwi na nowe o niższym współczynniku przenikania ciepła
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Montaż węzła ciepła w budynku, automatyki, głównego licznika ciepła c.o., montaż podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.	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.

Uwagi:

- Wykonanie wszystkich prac powinno być poprzedzone wykonaniem w niezbędnym zakresie odpowiednich, szczegółowych technicznych projektów wykonawczych, zarówno w zakresie budowlanym, jak i instalacyjnym, które stanowić 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.
- Podczas prac projektowych należy uwzględnić opomiarowanie instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (podzielniki ciepła).

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/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termomodernizacji	Jednostki
t_{w0} - temp. w pom. mieszkalnych		20,0	20,0	°C
t_{wkl} - temp. na kl. schodowych		8,0	8,0	°C
t_{wpiwn} - temp. w piwnicy		4,0	4,0	°C
t_{z0}		-20,0	-20,0	°C
S_d^*	liczba stopniodni - mieszkalne	3 916,90	3 916,90	dzień·K
	liczba stopniodni - klatka schodowa	2 741,83	2 741,83	dzień·K
	liczba stopniodni - piwnica — cokoł	2350,14	2350,14	dzień·K
	liczba stopniodni — strop	1 566,76	1566,76	
O_{0m}, O_{1m}		15 062,69	11 964,53	[zł/(MW·m-c)]
O_{0z}, O_{1z}		52,69	44,26	[zł/GJ]
A_{b0}, A_{b1}		-	-	[zł/m-c]

* liczbę Stopniodni przyjęto jak dla stacji meteorologicznej Włodawa

Uwagi:

Obliczeń dokonano zgodnie z pkt. 7.1.3 polskiej normy PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego" uwzględniając wpływ oporu gruntu przy obliczaniu współczynnika przenikania ciepła U. W związku z tym, do obliczeń wyboru wariantu optymalnego przyjęto temperaturę zewnętrzną na poziomie - 20 °C. W tym miejscu należy zwrócić uwagę iż program Audytor OZC którego użyto do wykonania obliczeń zapotrzebowania na ciepło również uwzględnia wpływ gruntu przy obliczaniu zapotrzebowania na ciepło całego budynku.

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściana zewnętrzna szczytowa

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

A = 316,04 m²

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

A_{koszt} = 316,04 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

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 $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 3 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,16	0,18	0,20
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$		4,44	5,00	5,56
3.	Opór cieplny R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	2,04	5,24	5,79	6,35
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	[GJ/rok]	52,41	20,43	18,47	16,85
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	[MW]	0,0062	0,0024	0,0022	0,0020
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		2 630,18	3 063,59	3 135,14
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		292,00	300,80	306,00
8.	Koszt realizacji usprawnienia N _U	[zł]		92 283,68	95 064,83	96 707,10
9.	SPBT = N _U /ΔO _{ru}	[lata]		35,09	31,03	30,85
10.	U ₀ , U ₁ =	[W/(m ² ·K)]	0,490	0,191	0,173	0,158
11.	U ₀ - po zdjęciu termoizolacji	[W/(m ² ·K)]	1,264	-	-	-

Podstawa przyjętych wartości N_U

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, w tym koszt demontażu istniejącej elewacji stalowej i izolacji ścian jak również koszt ocieplenia balkonów 3 cm warstwą izolacji od spodu płyty balkonowej w celu likwidacji mostków cieplnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.

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.

wariant 1: 316,04 m² · 292,00 zł/m² = 92 283,68 zł

wariant 2: 316,04 m² · 300,80 zł/m² = 95 064,83 zł

wariant 3: 316,04 m² · 306,00 zł/m² = 96 707,10 zł

Wybrany wariant:	3	Koszt:	96 707,10 zł	SPBT =	30,85 lat
------------------	---	--------	--------------	--------	-----------

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściana zewnętrzna osłonowa

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$A = 1\,339,87 \text{ m}^2$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$A_{\text{koszt}} = 1\,339,87 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

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 $U \leq 0,23 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 3 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	[m]	0,16	0,18	0,20
2.	Zwiększenie oporu cieplnego	ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	4,44	5,00	5,56
3.	Opór cieplny	R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	2,38	5,57	6,13
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$		[GJ/rok]	190,44	81,34	73,97
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$		[MW]	0,0225	0,0096	0,0087
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$		[zł]	9 122,57	10 829,25	11 101,31
7.	Cena jednostkowa usprawnienia		[zł/m ²]	292,00	299,00	306,00
8.	Koszt realizacji usprawnienia	N_U	[zł]	391 242,04	400 621,13	409 995,40
9.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$		[lata]	42,89	36,99	36,93
10.	$U_0, U_1 =$		$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,420	0,179	0,163
11.	U_0 - po zdjęciu termoizolacji		$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,885	-	-

Podstawa przyjętych wartości N_U

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, w tym koszt demontażu istniejącej elewacji stalowej i izolacji ścian jak również koszt ocieplenia balkonów 3 cm warstwą izolacji od spodu płyty balkonowej w celu likwidacji mostków cieplnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.

Przed nałożeniem nowej warstwy termoizolacji należy zdemonstrować 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.

wariant 1: $1\,339,87 \text{ m}^2 \cdot 292,00 \text{ zł/m}^2 = 391\,242,04 \text{ zł}$

wariant 2: $1\,339,87 \text{ m}^2 \cdot 299,00 \text{ zł/m}^2 = 400\,621,13 \text{ zł}$

wariant 3: $1\,339,87 \text{ m}^2 \cdot 306,00 \text{ zł/m}^2 = 409\,995,40 \text{ zł}$

Wybrany wariant:	3	Koszt:	409 995,40 zł	SPBT =	36,93 lat
------------------	---	--------	---------------	--------	-----------

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściana zewnętrzna wiatrołapu

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

A = 67,69 m²

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

A_{koszt} = 67,69 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

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 $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,16	0,18	0,20
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$		4,44	5,00	5,56
3.	Opór cieplny R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	2,38	5,57	6,13	6,69
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	[GJ/rok]	6,73	2,88	2,62	2,40
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	[MW]	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		322,61	382,96	392,59
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		272,00	279,00	286,01
8.	Koszt realizacji usprawnienia N _U	[zł]		18 411,68	18 885,51	19 359,72
9.	SPBT = N _U /ΔO _{ru}	[lata]		57,07	49,31	49,31
10.	U ₀ , U ₁ =	[W/(m ² ·K)]	0,420	0,179	0,163	0,150
11.	U ₀ - po zdjęciu termoizolacji	[W/(m ² ·K)]	0,885	-	-	-

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. W kosztach pracy uwzględniono demontaż istniejącej warstwy termoizolacyjnej o grubości 5 cm, a także blachy osłonowej. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1: 67,69 m² · 272,00 zł/m² = 18 411,68 zł

wariant 2: 67,69 m² · 279,00 zł/m² = 18 885,51 zł

wariant 3: 67,69 m² · 286,01 zł/m² = 19 359,72 zł

Wybrany wariant:	3	Koszt:	19 359,72 zł	SPBT =	49,31 lat
------------------	---	--------	--------------	--------	-----------

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Cokół

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$$A = 177,23 \text{ m}^2$$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$$A_{\text{koszt}} = 177,23 \text{ m}^2$$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

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 $U \leq 0,90 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,03	0,05	0,07
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$		0,83	1,39	1,94
3.	Opór cieplny R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	0,79	1,62	2,17	2,73
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	[GJ/rok]	45,81	22,23	16,55	13,18
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	[MW]	0,0054	0,0026	0,0020	0,0016
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		2 031,41	2 660,02	2 809,09
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		268,50	279,50	290,51
8.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	[zł]		47 586,25	49 535,78	51 486,95
9.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	[lata]		23,43	18,62	18,33
10.	$U_0, U_1 =$	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	1,273	0,618	0,460	0,366

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

$$\text{wariant 1: } 177,23 \text{ m}^2 \cdot 268,50 \text{ zł/m}^2 = 47 586,25 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 2: } 177,23 \text{ m}^2 \cdot 279,50 \text{ zł/m}^2 = 49 535,78 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 3: } 177,23 \text{ m}^2 \cdot 290,51 \text{ zł/m}^2 = 51 486,95 \text{ zł}$$

Wybrany wariant:	3	Koszt:	51 486,95 zł	SPBT =	18,33 lat
------------------	---	--------	--------------	--------	-----------

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściana poniżej poziomu gruntu

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$A = 231,74 \text{ m}^2$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$A_{\text{koszt}} = 231,74 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ [W/m}\cdot\text{K]}$

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 $U \leq 0,20 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,03	0,05	0,07
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$		0,83	1,39	1,94
3.	Opór cieplny R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	1,36	2,20	2,75	3,31
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	[GJ/rok]	34,49	21,41	17,09	14,22
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	[MW]	0,0041	0,0025	0,0020	0,0017
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		1 243,17	1 797,78	1 924,79
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		268,50	279,50	290,50
8.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	[zł]		62 222,19	64 771,33	67 320,10
9.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	[lata]		50,05	36,03	34,98
10.	$U_0, U_1 =$	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,733	0,455	0,363	0,302

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1: $231,74 \text{ m}^2 \cdot 268,50 \text{ zł/m}^2 = 62 222,19 \text{ zł}$

wariant 2: $231,74 \text{ m}^2 \cdot 279,50 \text{ zł/m}^2 = 64 771,33 \text{ zł}$

wariant 3: $231,74 \text{ m}^2 \cdot 290,50 \text{ zł/m}^2 = 67 320,10 \text{ zł}$

Wybrany wariant:	3	Koszt:	67 320,10 zł	SPBT =	34,98 lat
------------------	---	--------	--------------	--------	-----------

7.2.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

A = 44,80 m²

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

A_{koszt} = 44,80 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036$ [W/m·K]

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
 $U \leq 0,25$ W/(m²·K)

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,12	0,14	0,16
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	[(m ² ·K)/W]		3,33	3,89	4,44
3.	Opór cieplny R	[(m ² ·K)/W]	1,16	4,49	5,05	5,60
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	[GJ/rok]	5,23	1,35	1,20	1,08
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	[MW]	0,0006	0,0002	0,0001	0,0001
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		304,49	333,96	339,23
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		112,01	124,00	131,00
8.	Koszt realizacji usprawnienia N _U	[zł]		5 017,91	5 555,20	5 868,80
9.	SPBT = N _U /ΔO _{ru}	[lata]		16,48	16,63	17,30
10.	U ₀ , U ₁ =	[W/(m ² ·K)]	0,862	0,223	0,198	0,178

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1: 44,80 m² · 112,01 zł/m² = 5 017,91 zł

wariant 2: 44,80 m² · 124,00 zł/m² = 5 555,20 zł

wariant 3: 44,80 m² · 131,00 zł/m² = 5 868,80 zł

Wybrany wariant:	1	Koszt:	5 017,91 zł	SPBT =	16,48 lat
------------------	---	--------	-------------	--------	-----------

7.2.7 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Strop pomiędzy pokojami a piwnicą

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$A = 768,68 \text{ m}^2$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$A_{\text{koszt}} = 768,68 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ [W/m}\cdot\text{K]}$

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
 $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,12	0,14	0,16
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$		3,33	3,89	4,44
3.	Opór cieplny R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	1,22	4,55	5,11	5,66
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	[GJ/rok]	85,53	22,87	20,38	18,38
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	[MW]	0,0101	0,0027	0,0024	0,0022
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		4 933,76	5 432,01	5 520,54
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		112,01	124,00	131,00
8.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	[zł]		86 097,38	95 316,32	100 697,08
9.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	[lata]		17,45	17,55	18,24
10.	$U_0, U_1 =$	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,822	0,220	0,196	0,177

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1: $768,68 \text{ m}^2 \cdot 112,01 \text{ zł/m}^2 = 86 097,38 \text{ zł}$

wariant 2: $768,68 \text{ m}^2 \cdot 124,00 \text{ zł/m}^2 = 95 316,32 \text{ zł}$

wariant 3: $768,68 \text{ m}^2 \cdot 131,00 \text{ zł/m}^2 = 100 697,08 \text{ zł}$

Wybrany wariant:	1	Koszt:	86 097,38 zł	SPBT =	17,45 lat
------------------	---	--------	--------------	--------	-----------

7.2.8 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Stropodach nad wiatrołapem

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

A = 22,60 m²

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

A_{koszt} = 22,60 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

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 $U \leq 0,20 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	[m]		0,11	0,13	0,15
2.	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$		3,06	3,61	4,17
3.	Opór cieplny R	$[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	0,32	3,38	3,93	4,49
4.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	[GJ/rok]	16,73	1,59	1,36	1,19
5.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	[MW]	0,0011	0,0001	0,0001	0,0001
6.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	[zł]		1 000,21	1 025,51	1 032,97
7.	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		178,50	185,50	192,50
8.	Koszt realizacji usprawnienia N _U	[zł]		4 034,16	4 192,30	4 350,50
9.	SPBT = N _U /ΔO _{ru}	[lata]		4,03	4,09	4,21
10.	U ₀ , U ₁ =	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	3,125	0,296	0,254	0,223

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.

wariant 1: 22,60 m² · 178,50 zł/m² = 4 034,16 zł

wariant 2: 22,60 m² · 185,50 zł/m² = 4 192,30 zł

wariant 3: 22,60 m² · 192,50 zł/m² = 4 350,50 zł

Wybrany wariant:	1	Koszt:	4 034,16 zł	SPBT =	4,03 lat
------------------	---	--------	-------------	--------	----------

7.2.10 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi	Przegroda
	Drzwi zewnętrzne

Dane: powierzchnia drzwi $A_{dz} = 12,36 \text{ m}^2$
 $V_{nom} = \psi = 60,00 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \psi \cdot C_m$
 $C_w = 1,00$

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę części drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U:

wariant 1: drzwi $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
wariant 2: drzwi $U = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
wariant 3: drzwi $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Współczynnik przenikania drzwi U	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	4,50	1,30	1,10	0,90
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,10	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00	1,00
3.	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	13,18	3,81	3,22	2,64
4.	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	5,32	4,84	4,84	4,84
5.	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	18,50	8,64	8,06	7,47
6.	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	$[\text{MW}]$	0,0016	0,0004	0,0004	0,0003
7.	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	$[\text{MW}]$	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006
8.	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	$[\text{MW}]$	0,0022	0,0010	0,0010	0,0009
9.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	$[\text{zł}/\text{rok}]$		850,82	1 023,34	1 049,26
10.	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	$[\text{zł}]$		14 016,24	17 304,00	19 776,00
11.	Koszt modernizacji wentylacji N_w	$[\text{zł}]$		-	-	-
12.	$SPBT = (N_{dz} + N_w) / \Delta O_{ru}$	$[\text{lata}]$		16,47	16,91	18,85

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w $\text{zł}/\text{m}^2$ wg średnich cen rynkowych. Koszt modernizacji:

wariant 1: wymiana $12,36 \text{ m}^2$ drzwi $\cdot 1 134,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 14 016,24 \text{ zł}$
wariant 2: wymiana $12,36 \text{ m}^2$ drzwi $\cdot 1 400,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 17 304,00 \text{ zł}$
wariant 3: wymiana $12,36 \text{ m}^2$ drzwi $\cdot 1 600,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 19 776,00 \text{ zł}$

Wybrany wariant:	1	Koszt:	14 016,24 zł	SPBT =	16,47 lat
------------------	---	--------	--------------	--------	-----------

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

Wariant 1 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.

L.p.		Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	374,06	374,06
2	Sprawność systemu	[-]	0,43	0,69
3	Zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	865,88	545,28
4	Oszczędność energii	[GJ/rok]		320,60
5	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{r,cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{0z} - Q_{1cw} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (q_{0cw} \cdot O_{0m} - q_{1cw} \cdot O_{1m})$	[zł/rok]		17 577,04
6	Koszt modernizacji N_{cw}	[zł]		103 198,50
7	SPBT = $N_{cw} / \Delta O_{r,cw}$	[lat]		5,87

Przyjęto koszt modernizacji wg. kosztorysu

Koszt: 103 198,50 zł

Wybrany wariant: 1	KOSZT: 103 198,50 zł	SPBT = 5,87 lat
---------------------------	-----------------------------	------------------------

Uwagi:

Obliczenia zapotrzebowania na energię na cele przygotowania c.w.u. przedstawiono w Załączniku 3.

7.2.12 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{0,co} = 1\,301,79$ [GJ/rok] $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,731$

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

Wariant 1 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,
- modernizacji 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			
		Stan istniejący		Wariant 1	
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g} =$	0,99	$\eta_{H,g} =$	0,99
2.	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_{H,e} =$	0,90	$\eta_{H,e} =$	0,90
3.	Przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d} =$	0,82	$\eta_{H,d} =$	0,89
4.	Wykorzystanie ciepła	$\eta_{H,s} =$	1,00	$\eta_{H,s} =$	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,731	$\eta_0 =$	0,793
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_{t0} =$	1,00	$w_{t0} =$	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_{d0} =$	1,00	$w_{d0} =$	1,00

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1.	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{tot} =$	[-]	0,731	0,793
2.	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t =$	[-]	1,00	1,00
3.	Uwzględnienie przerw dobowych $w_d =$	[-]	1,00	1,00
4.	Zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{k,H} = (Q_{0,co} / \eta_{tot}) \cdot w_t \cdot w_d$	[GJ/rok]	1 781,76	1 641,62
5.	Oszczędność kosztów $\Delta O_r = (w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0,co} / \eta_0 - w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1,co} / \eta_1) + 12 \cdot (q_{dm} \cdot O_{dm} - q_{1m} \cdot O_{1m})$	[zł/rok]		29 031,21
6.	Koszt przedsięwzięcia $N_{co} =$	[zł]		235 907,92
7.	SPBT = $N_{co} / \Delta O_{r,co}$	[lata]		8,13

Koszty szacunkowe

Kompleksowa modernizacja co 235 907,92 zł

Razem: 235 907,92 zł

Wybrany wariant: 1	KOSZT: 235 907,92 zł	SPBT = 8,13 lat
---------------------------	--------------------------------	---------------------------

7.2.13 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	235 907,92	8,13
2.	Stropodach nad wiatrołapem	4 034,16	4,03
3.	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	103 198,50	5,87
4.	Drzwi zewnętrzne	14 016,24	16,47
5.	Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą	5 017,91	16,48
6.	Strop pomiędzy pokojami a piwnicą	86 097,38	17,45
7.	Cokół	51 486,95	18,33
8.	Ściana zewnętrzna szczytowa	96 707,10	30,85
9.	Ściana poniżej poziomu gruntu	67 320,10	34,98
10.	Ściana zewnętrzna osłonowa	409 995,40	36,93
11.	Ściana zewnętrzna wiatrołapu	19 359,72	49,31

7.3 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.3.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stropodach nad wiatrołapem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Drzwi zewnętrzne	X	X	X	X	X	X	X	X			
Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą	X	X	X	X	X	X	X				
Strop pomiędzy pokojami a piwnicą	X	X	X	X	X	X					
Cokół	X	X	X	X	X						
Ściana zewnętrzna szczytowa	X	X	X	X							
Ściana poniżej poziomu gruntu	X	X	X								
Ściana zewnętrzna osłonowa	X	X									
Ściana zewnętrzna wiatrołapu	X										

7.4 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0,co} / \eta + Q_{0,cwu}$$

$$Q_1 = W_{d1} * Q_{1,co} / \eta + Q_{1,cwu}$$

$$q_0 = q_{0,co} + q_{0,cwu}$$

$$q_1 = q_{1,co} + q_{1,cwu}$$

$$O_{0r} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

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

$$O_r = O_{r,1} - O_{r,2}$$

Numer wariantu	Sezonowe zapotrz. na ciepło	Zapotrz. na moc	Wsp. spraw. 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
	$Q_{0,co}$	$q_{0,co}$	η_0, W_{d0}	$Q_{0,cwu}$	$q_{0,cwu}$	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N
	$Q_{1,co}$	$q_{1,co}$	η_1, W_{d1}	$Q_{1,cwu}$	$q_{1,cwu}$	Q_1	q_1	O_{1r}		
	[GJ]	[kW]	[-]	[GJ]	[kW]	[GJ]	[kW]	[zł]	[zł]	[zł]
stan istn.	1 301,79	210,03	0,731 1,000	865,88	105,23	2 647,64	315,26	196 487,92		
1	958,47	174,42		545,28	105,23	1 753,96	279,65	142 963,34	53 524,59	1 093 141,39
2	959,84	174,77		545,28	105,23	1 755,69	280,00	143 117,75	53 370,17	1 073 781,67
3	1 167,68	196,37		545,28	105,23	2 017,78	301,60	160 831,53	35 656,40	663 786,27
4	1 168,57	196,25	0,793	545,28	105,23	2 018,91	301,48	160 869,37	35 618,55	596 466,17
5	1 206,74	200,62		545,28	105,23	2 067,04	305,85	164 195,23	32 292,69	499 759,06
6	1 209,34	201,05	1,000	545,28	105,23	2 070,32	306,28	164 445,78	32 042,15	448 272,11
7	1 286,52	206,77		545,28	105,23	2 167,65	312,00	170 608,00	25 879,93	362 174,73
8	1 291,64	207,16		545,28	105,23	2 174,10	312,39	171 018,34	25 469,58	357 156,82
9	1 295,12	208,26		545,28	105,23	2 178,49	313,49	171 448,48	25 039,45	343 140,58
10	1 295,12	208,26		865,88	105,23	2 499,09	313,49	188 340,89	8 147,03	239 942,08
11	1 301,79	210,03		865,88	105,23	2 507,50	315,26	189 103,95	7 383,98	235 907,92

7.5 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych kwota kredytu	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami	Miesięczna rata kredytu
				$[(Q_0 - Q_1)/Q_0] * 100\%$			
		[zł]	[zł]	[%]	[zł, %]	[zł/m-c]	[zł/m-c]
1	1	1 093 141,39	53 524,59	33,75	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
2	2	1 073 781,67	53 370,17	33,69	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
3	3	663 786,27	35 656,40	23,79	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
4	4	596 466,17	35 618,55	23,75	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
5	5	499 759,06	32 292,69	21,93	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
6	6	448 272,11	32 042,15	21,81	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
7	7	362 174,73	25 879,93	18,13	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
8	8	357 156,82	25 469,58	17,89	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
9	9	343 140,58	25 039,45	17,72	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
10	10	239 942,08	8 147,03	5,61	n.d. n.d.	n.d.	n.d.
11	11	235 907,92	7 383,98	5,29	n.d. n.d.	n.d.	n.d.

8. Propozycja optymalnego wariantu i zakresu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Jako wariant optymalny proponuje się przyjąć wskazany w tabeli w pkt. 7.5 wariant 1 obejmujący realizację wszystkich analizowanych przedsięwzięć.

Wariant ten jest kompleksowy obejmujący realizację wszystkich zasadnych z technicznego punktu widzenia przedsięwzięcia

Wszystkie zaproponowane przedsięwzięcia spełniają wymagania stawiane przez WT2021.

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. Ocieplenie ścian wiatrołapu warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ o grubości 20 cm.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (cokół i ściany poniżej poziomu terenu) warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ o grubości 7 cm.
5. Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych i osłonowych warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ o grubości 20 cm.
6. Ocieplenie stropodachu nad wiatrołapem warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ o grubości 11 cm.
7. Ocieplenie stropu nad piwnicą warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ o grubości 12 cm.
8. Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSKAZANEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO WYNOŚI:

1 093 141,39 PLN BRUTTO

8.2 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 budowlanych i instalacyjnych związanych z realizacją prac termomodernizacyjnych
4. Realizacja robót termomodernizacyjnych (z zapewnieniem odpowiedniego nadzoru technicznego)
5. Rozruch instalacji i odbiór robót budowlanych
6. Ocena efektów realizacji termomodernizacji w okresie eksploatacji z zapewnieniem ciągłej bieżącej kontroli

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 c.w.u.

Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Załącznik 5 Obliczenie efektu ekologicznego

Załącznik 6 Wydruki z programu Audytor OZC 6.9 Pro dla stanu istniejącego

Załącznik 7 Wydruki z programu Audytor OZC 6.9 Pro dla stanu po modernizacji

Załącznik nr 1

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura pomieszczeń	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
			[wym/h]	[m ³ /h]
1.	Pom. użytkowe	7 987,50	0,55	4 402,30
Razem				4 402,30
Ogółem			$\psi =$	4 402,30

Załącznik nr 2

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_{H,g} = 0,99$$

2. Sprawność regulacji i wykorzystania

$$\eta_{H,e} = 0,90$$

3. Sprawność przesyłu

$$\eta_{H,d} = 0,82$$

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_{H,s} = 1,00$$

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. $V_{Wi} =$	1,60	1,60	[dm ³ /(m ² /dzień)]
2.	Powierzchnia użytkowa $A_f =$	3 774,80	3 774,80	[m ²]
3.	Ciepło właściwe wody $C_w =$	4,19	4,19	[kJ/(kg*K)]
4.	Gęstość wody $\rho_w =$	1,0	1,0	[kg/dm ³]
5.	Obl. temp czerpalna $\theta_w =$	55	55	[°C]
6.	Obl. temp przed podgrzaniem $\theta_0 =$	10	10	[°C]
7.	Wsp. kr $k_r =$	0,90	0,90	[-]
8.	Liczba dni $t_R =$	365	365	[dni]
9.	Zapotrzebowanie energii użytkowej na c.w.u. $Q_{W,nd} = V_{Wi} \cdot A_f \cdot C_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$ $Q_{W,nd} =$	374,06	374,06	[GJ/rok]
10.	Sprawność całkowita $\eta_{W,tot} =$	0,43	0,69	[-]
11.	Zapotrzebowanie energii końcowej na c.w.u. $Q_{k,W} = Q_{W,nd} / \eta_{tot}$ $Q_{k,W} =$	865,88	545,28	[GJ/rok]
Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Liczba osób użytkujących budynek $I =$	163	163	[osób]
2.	Jedn. zużycie c.w.u. $V_{cw} =$	110	110	[l/os]
3.	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,747	0,747	[m ³ /h]
4.	Wsp. nierównomierności rozbioru c.w.u.	2,689	2,689	[-]
5.	$N_h = 9,32 \cdot I^{-0,244}$	0,189	0,189	[GJ/m ³]
6.	Moc c.w.u. $\phi_{cwu} =$	105,23	105,23	[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 [GJ]
Stan istniejący	210,03	1 301,79
1	174,42	958,47
2	174,77	959,84
3	196,37	1 167,68
4	196,25	1 168,57
5	200,62	1 206,74
6	201,05	1 209,34
7	206,77	1 286,52
8	207,16	1 291,64
9	208,26	1 295,12
10	208,26	1 295,12
11	210,03	1 301,79

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.	2 647,64	1 753,96	893,68	90,51	239,64	158,75	80,89

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.	2 647,64	1 753,96	893,68	0,0055100	0,0146	0,0097	0,0049

Uwaga:

1. Budynek będący przedmiotem niniejszego audytu przed i po modernizacji zasilany jest ciepłem z miejskiej sieci ciepłowniczej.
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 opublikowanej na stronie Internetowej MPGK Włodawa.

