Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY
PRZECHODNIA 18, WŁODAWA

Adres budynku	ulica: Przechodnia 18 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 (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. Przechodnia 18 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 iwojdyla@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.	Marta Sikorska	obliczenia OZC, optymalizacja	
3.	Magdalena Jóźwiak	obliczenia OZC, optymalizacja	
4.	Dariusz Koc	obliczenia OZC, optymalizacja	

5.	**Miejscowość**	Warszawa	**Data wykonania opracowania**	2019-01-04

6. Spis treści

		str
1.	Strona tytulowa	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	13
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	14
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	15
8.	Opis wariantu optymalnego	31

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]	10 601,30	
4.	Powierzchnia budynku netto [m^2]	4 111,00	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m^2]	3 622,00	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]	489,00	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	70	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	175	
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 charakteryzujace budynek	-	
2.	**Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m^2·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	0,149	0,149
7.	Okno zewnętrzne klatki schodowe	1,400	1,400
8.	Okno zewnętrzne (w mieszkaniach)	1,400	1,400
9.	Okna zewnętrzne w piwnicy	4,500	1,400
10.	Okna zewnętrzne przy drzwiach zewnętrznych	3,250	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]	6 818,80	6 818,80
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,64	0,64
6.	**Charakterystyka energetyczna budynku**		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	245,94	202,30
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	111,03	111,03
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 337,44	858,02
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 830,55	1 082,01
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	835,18	523,20

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 902,00	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	799,22	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2·rok)]	102,57	65,80
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2·rok)]	140,39	82,98
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)]	4,72	2,67
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 [%]	39,76
Planowane koszty całkowite [zł]	1 360 393,70	Premia termomodernizacyjna [zł]	n.d.
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			88 915,14

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 udzialające 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 termomodernizacyjnegoz 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 termomodernizacyjne 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 zapotrzebowaniaciepła do ogrzewania budynków.
11. Wizje lokalne i wywiady z administracją budynku.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

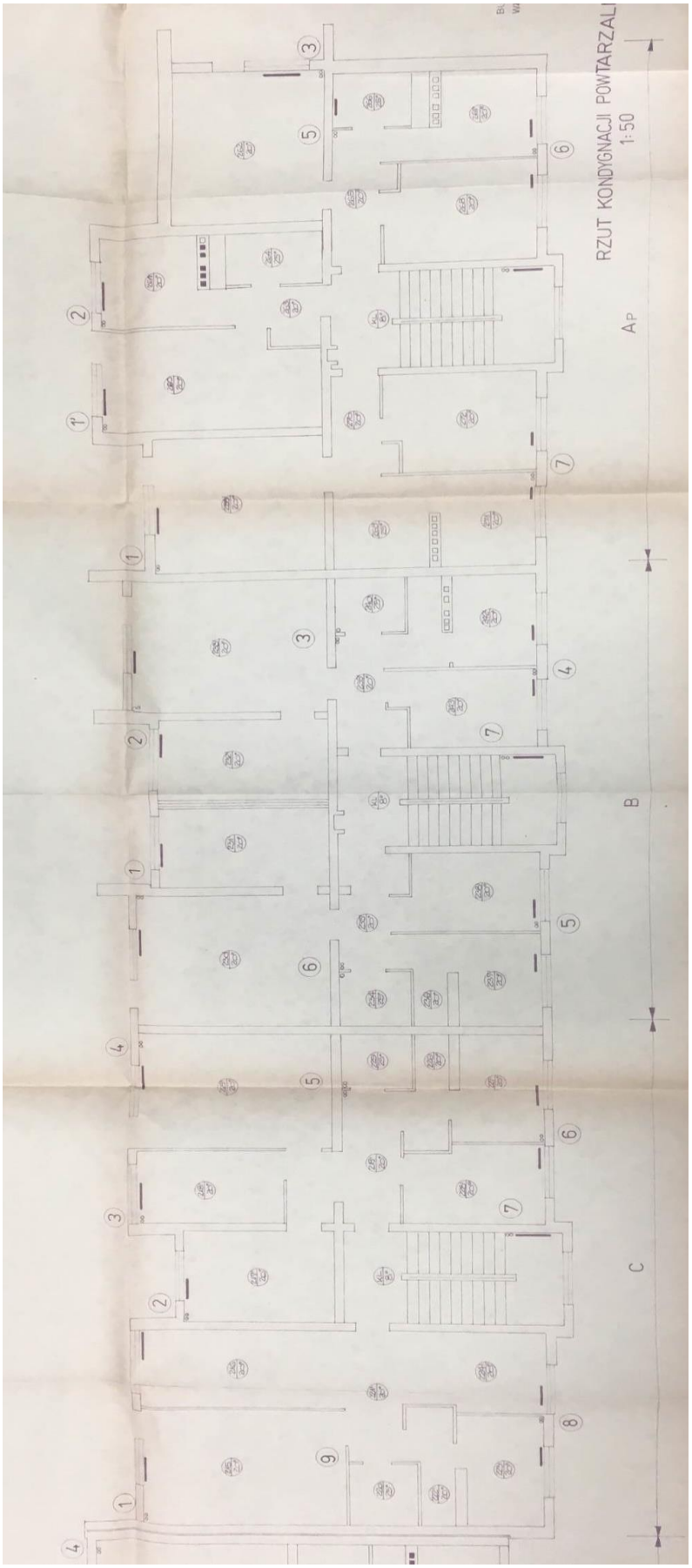
4.a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny		
Własność	prywatna	spółdzielcza X	publiczna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny X	mieszk-usługowy	inny
Adres	22-200 Włodawa, ul. Przechodnia 18A		
Budynek	wolnostojący zabudowa bliźniacza	segmet w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny X	

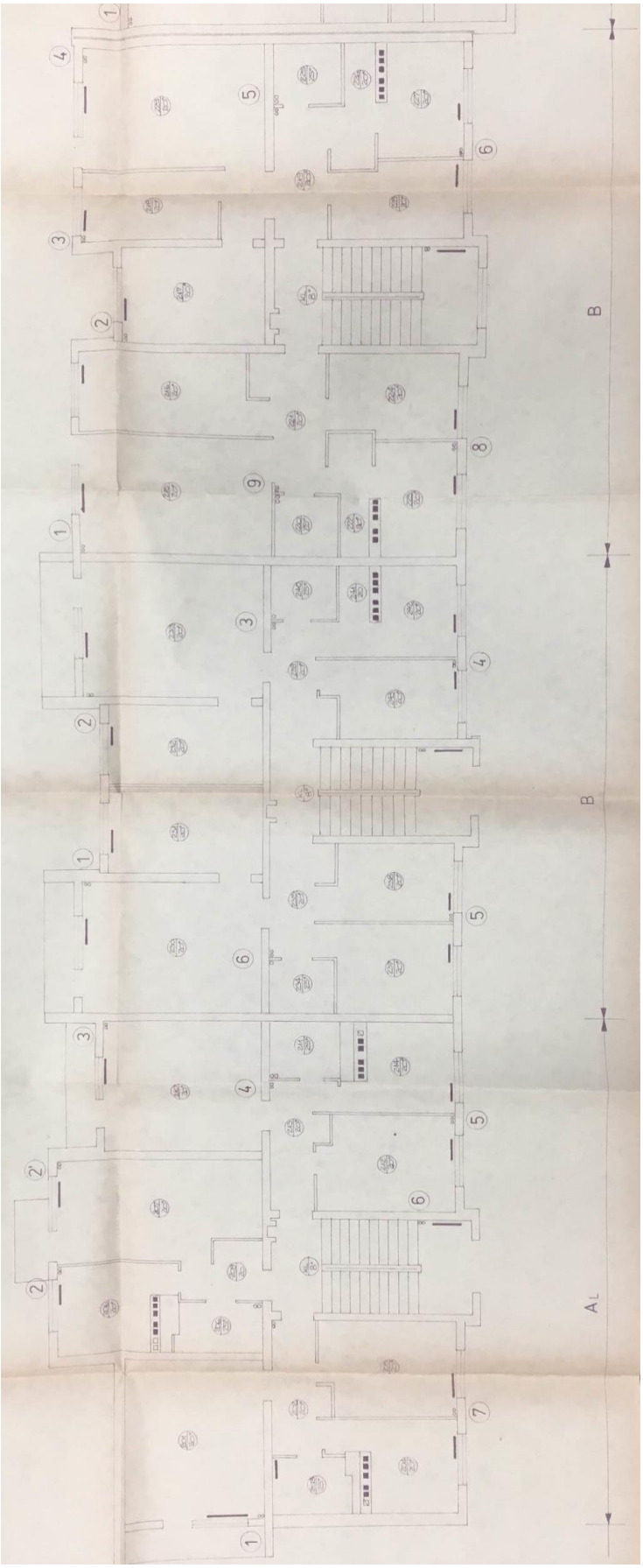
Rok budowy	1979		**Rok zasiedlenia**		
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59 PBU-62	UW 2-J WUF-62		WUF-T OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70 Wk-70	SBM-75 ZSBO		"Stolica" monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		**inna, jaka:**	Uprzemysłowiona, wielkoblokowa z zastosowaniem elementów prefabrykowanych kanałowych		

1	Powierzchnia zabudowana [m^2]	1 024,40	7	Liczba kondygnacji nadziemnych	5
2	Kubatura budynku [m^3]	16 674,00	8	Liczba kondygnacji podziemnych	1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m^3]	10 601,30	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,38-2,80
4	Powierzchnia użytkowa [m^2]	3 622,00	10	Liczba użytkowników	175
5	Powierzchnia nieużytkowa ogrzewanej części budynku [m^2]	489,0			
6	Budynek podpiwniczony	tak			

4.b. Szkic budynku



4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek przy ul. Przechodnia 18 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 bwlitowych. 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 W/(m^2·K). Okna piwniczne w złym stanie technicznym o współczynniku przenikania ciepła U = 4,50 W/(m2·K).

Drzwi zewnętrzne wejściowe PVC. Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych ustalono na U = 3,25 W/(m^2·K).

Stropodach wentylowany kryty papą . Ocieplenie stropodachu metodą nadmuchową granulatem wełny mineralnej o gr.25cm.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Pow. całk. m^2	Pow. do obl. strat ciepła m^2	U_K W/(m^2·K)
1.	**Ściana zewnętrzna osłonowa**	1 810,98	1 699,78	0,491
2.	**Ściana zewnętrzna konstrukcyjna**	774,33	574,17	0,534
3.	**Cokół**	130,63	354,63	2,761
4.	**Strop piwniczny**	933,76	933,76	0,911
5.	**Stropodach nad wiatrołapem**	21,55	21,55	2,435
6.	**Stropodach**	955,08	955,08	0,149
7.	**Okno zewnętrzne klatki schodowe**	39,60	39,60	1,400
8.	**Okno zewnętrzne (w mieszkaniach)**	675,00	675,00	1,400
9.	**Okna zewnętrzne w piwnicy**	24,84	24,84	4,500
10.	**Okna zewnętrzne przy drzwiach zewnętrznych**	2,52	2,52	3,250
11.	**Drzwi zewnętrzne**	12,12	12,12	3,250
12.	**Drzwi balkonowe**	119,00	119,00	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]	245,94
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	326,00
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	1 337,44
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m^{3}a]	35,04
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Qs [GJ]	1 830,55
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 ^{0}C
3.	Przewody w instalacji	stalowe czarne ze szwem, zaizolowane w pomieszczeniach nieogrzewanych
4.	Rodzaje grzejników	członowe żeliwne (klatka schodowa), stalowe płytowe (mieszkania)
5.	Osłonięcie grzejników	nieosłonięte
6.	Zawory termostatyczne	zainstalowano
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	η_g 0,99 η_d 0,90 η_{co}= 0,73 η_e 0,82 η_s 1,00
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji	wymienione grzejniki i zamontowane TZG

4.f. Charakterystyka instalacji cieplnej 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	141,00

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	6 818,80

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

W budynku znajdują się bezpośrednie węzły ciepła zlokalizowane w piwnicy. W skład węzła wchodzą kolektory rozdzielaczowe, zawory odcinające, licznik ciepła i pompa cykrulacyjna c.w.u. Woda grzewcza niskich parametrów (95/70°C) oraz ciepła woda użytkowa przygotowywana centralne w osiedlowym węźle ciepła. Węzły ciepła w budynku w złym stanie technicznym, brak lokalnej ragulacji 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 i wiatrołapach;
- 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.	Chrakterystyka stanu istniejacego	Możliwosci i sposób poprawy
1	*2*	*3*
1.	**Przegrody zewnętrzne** mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^{2}·K] - Ściana zewnętrzna osłonowa U= 0,491 - Ściana zewnętrzna konstrukcyjna U= 0,534 - Cokół U= 2,761 - Stropodach nad wiatrołapem U= 2,435	Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Parametry przegród po dociepleniu powinny spełniać (minimum) następujące warunki zgodnie z WT2021: - dla ścian zewnętrznych U ≤ 0,20 W/m^{2}·K - dla cokołu U ≤ 0,90 W/m^{2}·K - dla stropodachu nad wiatrołapem U ≤ 0,30 W/m^{2}·K
2.	**Przegrody wewnętrzne** oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^{2}·K] - strop nad nieogrzewaną piwnicą U= 0,911	Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Parametry przegród po dociepleniu powinny spełniać (minimum) następujące warunki zgodnie z WT2021: - stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi U ≤ 0,25 W/m^{2}·K
3.	**Okna** w dość dobrym stanie technicznym o średnim wsp. przenikania ciepła - Okna zewnętrzne U = 1,40 W/(m^{2}·K) - Okna zewnętrzne w piwnicy U = 4,50 W/(m^{2}·K) - Okna zewnętrzne wiatrołap U = 4,50 W/(m^{2}·K) - Okna zewnętrzne klatka schodowa U = 1,40 W/(m^{2}·K) **Drzwi** z ram PVC o wsp. przenikania ciepla U = 3,25 W/(m^{2}·K).	Zaleca się wymianę okien na stolarkę o całkowitym współczynniku przenikania ciepła U okna nie większym niż 1,4 W/(m^{2}·K), poprawiając jednocześnie szczelność montażu. Wymiana drzwi na takie o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/(m^{2}·K).
4.	**System grzewczy** Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o wysokiej sprawności regulacji, przesyłu i wytwarzania 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 o niskiej sprawności wytwarzania, akumulacji i przesyłu spowodowanej odległością źródła ciepła od odbiorców końcowych.	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.

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 i wiatrołapach 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:

1. 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.

2. Realizacja robót budowlanych i instalacyjnych powinna być powierzona wyspecjalizowanym w wymaganych zakresach firmom budowlanym, a w trakcie realizacji robót należy zapewnić odpowiedni nadzór budowlany.

3. 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:

a) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.

b) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

c) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepła i ciepłej wody użytkowej.

d) 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	^0C
t_{wkl}	temp. w klatkach schodowych		8,0	8,0	^0C
t_{wp}	temp. w piwnicy		1,9	1,9	^0C
t_{zo}			-20,0	-20,0	^0C
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	1 776,11	1 776,11	dzień·K/rok
		cokół	2 140,79	2 140,79	dzień·K/rok
O_{0m}, O_{lm},	opłata stała za moc		15 062,69	11 964,53	PLN/(MW·mc)
O_{0z}, O_{lz},	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

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

Dane: **powierzchnia przegrody do obliczania strat** **A** = 1 699,78 m^2
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz}** = 1 810,98 m^2

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynniku przewodności λ= 0,036 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 $U \leq 0,20\ W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 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**	$m^2 \cdot K/W$	2,04	5,32	5,87	6,43
3.	Q_{0U}, $Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	282,4	108,2	97,9	89,5
4.	q_{oU}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,033	0,013	0,012	0,011
5.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	PLN/a		14 190	14 790	15 305
6.	**Cena jednostkowa usprawnienia**	PLN/m^2		292	299	305,9964
7.	**Koszt całkowity usprawnienia** N_U	PLN		528 806,2	541 483,0	554 153,4
8.	**SPBT=** $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		37,3	36,6	36,2
9.	U_0, U_1	$W/m^2 \cdot K$	0,491	0,188	0,170	0,156
10.	$U_{0\ bez\ warstwy\ izolacji}$	$W/m^2 \cdot K$	1,144	-	-	-

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen wystepujących 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 równiez 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.

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 :** 554 153,36 **PLN**	**SPBT=** 36,21 **lat**

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

Dane: **powierzchnia przegrody do obliczania strat** **A** = 574,17 m^2
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz}** = 774,33 m^2

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynniku przewodności λ= 0,036 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 $U \leq 0,20\ W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 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**	$m^2 \cdot K/W$	1,87	5,16	5,71	6,27
3.	Q_{0U}, $Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	103,8	37,7	34,0	31,0
4.	q_{oU}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,012	0,004	0,004	0,004
5.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	PLN/a		5 396	5 560	5 740
6.	**Cena jednostkowa usprawnienia**	PLN/m^2		292	299	306
7.	**Koszt całkowity usprawnienia** N_U	PLN		226 104,4	231 524,7	236 942,2
8.	**SPBT=** $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		41,9	41,6	41,3
9.	U_0, U_1	$W/m^2 \cdot K$	0,534	0,194	0,175	0,160
10.	$U_{0\ bez\ warstwy\ izolacji}$	$W/m^2 \cdot K$	1,406	-	-	-

Podstawa przyjętych wartości N_U
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg średnich cen wystepujących 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 równiez 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.

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 :** 236 942,19 **PLN**	**SPBT=** 41,28 **lat**

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

Dane: **powierzchnia przegrody do obliczania strat** **A** = 130,63 m^2
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 354,63 m^2

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynniku przewodności λ= 0,036 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 $U \leq 0,90\ W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 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**	$m^2 \cdot K/W$	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	66,7	20,2	13,8	10,5
4.	q_{oU}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,008	0,002	0,002	0,001
5.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	PLN/a		3 780	4 063	4 352
6.	**Cena jednostkowa usprawnienia**	PLN/m^2		268,5	279,5	290,5
7.	**Koszt całkowity usprawnienia** N_U	PLN		95 218,2	99 119,1	103 023,3
8.	**SPBT=** $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		25,2	24,4	23,7
9.	U_0, U_1	$W/m^2 \cdot K$	2,761	0,836	0,571	0,434

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen wystepujących 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 :** 103 023,27 **PLN**	**SPBT=** 23,67 **lat**

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Strop piwniczny

Dane: **powierzchnia przegrody do obliczania strat** **A** = 933,76 m^2
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz}** = 933,76 m^2

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 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 $U \leq 0,25\ W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1
wariant 3 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 2

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**	$m^2 \cdot K/W$	1,10	4,43	4,99	5,54
3.	Q_{0U}, $Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	130,5	32,3	28,7	25,9
4.	q_{oU}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,005	0,001	0,001	0,001
5.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	PLN/a		6 207	6 367	6 490
6.	**Cena jednostkowa usprawnienia**	PLN/m^2		112	119	126
7.	**Koszt realizacji usprawnienia N_U**	PLN		104 587,47	111 117,44	117 653,76
8.	**SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$**	lata		16,85	17,45	18,13
9.	U_0, U_1	$W/m^2 \cdot K$	0,911	0,226	0,201	0,180

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.

Uwaga

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).

Wybrany wariant : 1	**Koszt :** 104 587,47 **PLN**	**SPBT=** 16,85 **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 = 21,55 m^2

powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 21,55 m^2

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 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 $U \leq 0,30\ W/(m^2 \cdot K)$

wariant 2 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1

wariant 3 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	**Grubość warstwy izolacji termicznej; g=**	m		0,11	0,13	0,15
2.	**Opór cieplny R**	$m^2 \cdot K/W$	0,41	3,47	4,02	4,58
3.	Q_{0U}, $Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	12,4	1,5	1,3	1,1
4.	q_{oU}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
5.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	PLN/a		768	777	785
6.	**Cena jednostkowa usprawnienia**	PLN/m^2		179	186	193
7.	**Koszt realizacji usprawnienia** N_U	PLN		3 846,73	3 997,53	4 148,38
8.	**SPBT=** $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		5,01	5,15	5,28
9.	U_0, U_1	$W/m^2 \cdot K$	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 :** 3 846,72 **PLN**	**SPBT=** 5,01 **lat**

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien	Przedsięwzięcie
	Okna zewnętrzne przy drzwiach zewnętrznych

Dane: powierzchnia całkowita okien A_{ok} = 2,52 m^2

$V_{nom} = \Psi$ = 19,68 m^3/h $V_{obl} = \Psi * C_m$

C_w= 1,00

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U:

wariant 1 : okna U= 1,4 $W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 : okna U= 1,1 $W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 : okna U= 0,9 $W/(m^2 \cdot K)$

Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty 1	2	3
1.	**Współczynnik przenikania okien U**		$W/m^2 \cdot K$	3,25	1,40	1,10	0,90
2.	**Współczynniki korekcyjne dla wentylacji**	C_r	-	1,00	0,70	0,70	0,70
		C_m	-	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	1,90	0,80	0,70	0,50
4.	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$		GJ/a	1,60	1,10	1,10	1,10
5.	Q_0, Q_1 = (3) + (4)		GJ/a	3,50	1,90	1,80	1,60
6.	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0}-t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
7.	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0}-t_{z0})$		MW	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
8.	q_0, q_1 = (6) + (7)		MW	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
9.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$		PLN/rok		129,6	134,0	142,8
10.	**Koszt wymiany okien** N_{ok}		PLN		1 542,2	1 814,4	2 268,0
12.	**SPBT =** $(N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$		lata		11,90	13,50	15,90

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m^2 wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:

wariant 1 : wymiana 2,52 m^2 okien* 612 PLN/m^2 = 1 542,25 PLN

wariant 2 : wymiana 2,52 m^2 okien* 720 PLN/m^2 = 1 814,40 PLN

wariant 3 : wymiana 2,52 m^2 okien* 900 PLN/m^2 = 2 268,00 PLN

Uwaga:
okna należy zamontować w technologi tzw. "ciepłego montażu" w warstwie izolacji cieplnej.

Wybrany wariant : 1	**Koszt :** 1 542,25 **PLN**	**SPBT=** 11,90 **lat**

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien	Przedsięwzięcie
	Okna zewnętrzne w piwnicy

Dane: powierzchnia całkowita okien A_{ok} = 24,84 m^2

$V_{nom} = \Psi$ = 194,00 m^3/h $V_{obl} = \Psi * C_m$

C_w= 1,00

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U:

wariant 1 : okna U= 1,4 $W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 : okna U= 1,1 $W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 : okna U= 0,9 $W/(m^2 \cdot K)$

Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty 1	2	3
1.	**Współczynnik przenikania okien U**		$W/m^2 \cdot K$	4,50	1,40	1,10	0,90
2.	**Współczynniki korekcyjne dla wentylacji**	C_r	-	1,00	0,70	0,70	0,70
		C_m	-	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	37,80	11,80	9,20	7,60
4.	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$		GJ/a	22,30	15,60	15,60	15,60
5.	Q_0, Q_1 = (3) + (4)		GJ/a	60,10	27,40	24,80	23,20
6.	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0}-t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0045	0,0014	0,0011	0,0009
7.	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0}-t_{z0})$		MW	0,0008	0,0026	0,0026	0,0026
8.	q_0, q_1 = (6) + (7)		MW	0,0053	0,0040	0,0037	0,0035
9.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$		PLN/rok		2 338,0	2 496,1	2 595,6
10.	**Koszt wymiany okien** N_{ok}		PLN		15 202,2	17 884,8	22 356,0
12.	**SPBT =** $(N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$		lata		6,50	7,20	8,60

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m^2 wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:

wariant 1 : wymiana 24,84 m^2 okien* 612 PLN/m^2 = 15 202,17 PLN

wariant 2 : wymiana 24,84 m^2 okien* 720 PLN/m^2 = 17 884,80 PLN

wariant 3 : wymiana 24,84 m^2 okien* 900 PLN/m^2 = 22 356,00 PLN

Uwaga:
okna należy zamontować w technologi tzw. "ciepłego montażu" w warstwie izolacji cieplnej.

Wybrany wariant : 1	**Koszt :** 15 202,17 **PLN**	**SPBT=** 6,50 **lat**

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych	Przedsięwzięcie
	Drzwi zewnętrzne

Dane: powierzchnia całkowita drzwi A_{drz} = 12,12 m^2

$V_{nom} = \Psi$ = 93,36 m^3/h $V_{obl} = \Psi * C_m$

C_w= 1,00

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych PVC na drzwi o lepszym współczynniku przenikania ciepła U:

wariant 1 : okna U= 1,3 $W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 : okna U= 1,1 $W/(m^2 \cdot K)$
wariant 2 : okna U= 0,9 $W/(m^2 \cdot K)$

Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty 1	2	3
1.	**Współczynnik przenikania drzwi U**		$W/m^2 \cdot K$	3,25	1,30	1,10	0,90
2.	**Współczynniki korekcyjne dla wentylacji**	C_r	-	1,10	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,20	1,00	1,00	1,00
3.	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{drz} \cdot U$		GJ/a	13,30	5,30	4,50	3,70
4.	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$		GJ/a	11,80	10,80	10,80	10,80
5.	Q_0, Q_1 = (3) + (4)		GJ/a	25,10	16,10	15,30	14,50
6.	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{w0}-t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0016	0,0006	0,0005	0,0004
7.	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0}-t_{z0})$		MW	0,0005	0,0013	0,0013	0,0013
8.	q_0, q_1 = (6) + (7)		MW	0,0021	0,0019	0,0018	0,0017
9.	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$		PLN/rok		716,9	766,6	816,4
10.	**Koszt wymiany drzwi** N_{drz}		PLN		13 744,1	15 805,7	18 176,5
12.	**SPBT =** $(N_{drz}+N_w)/\Delta O_{ru}$		lata		19,20	20,60	22,30

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m^2 wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:

wariant 1 : wymiana 12,12 m^2 drzwi* 1134 PLN/m^2 = 13 744,08 PLN

wariant 2 : wymiana 12,12 m^2 drzwi* 1304 PLN/m^2 = 15 805,69 PLN

wariant 3 : wymiana 12,12 m^2 drzwi* 1500 PLN/m^2 = 18 176,55 PLN

Uwaga:

drzwi należy zamontować w technologi tzw. "ciepłego montażu" w warstwie izolacji cieplnej.

Wybrany wariant : 1	**Koszt :** 13 744,08 **PLN**	**SPBT=** 19,20 **lat**

7.2.7. Ocena i wybór przesięwzięcia 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	358,92	358,92
2.	Sprawność systemu	-	0,43	0,69
3.	Oszczędność	PLN/a		20 853,6
	Koszt modernizacji	PLN		92 723,19
4.	SPBT	lata		4,45

KOSZT: 92 723,19 PLN

Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych

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

KOSZT	92 723,19 PLN	**SPBT**	4,45 lat

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

Dane: Q_{0co}= 1 337,44 GJ/a w_{t0}= 1 w_{d0}= 1 η_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,
- 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			
		przed		po	
1.	wytwarzanie ciepła	η_w =	0,99	η_w =	0,99
2.	przesyłanie ciepła	η_p=	0,90	η_p =	0,90
3.	regulacja systemu ogrzewania	η_r =	0,82	η_r =	0,89
4.	wykorzystanie ciepła	η_e=	1,00	η_o =	1,00
5.	sprawność całkowita systemu	η =	0,731	η =	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_{rco}	PLN/a		21 768,00
5.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	PLN		234 629,00
6.	SPBT	lata		**10,78**

Koszty szacunkowe

Wariant I(po modernizacji)

		m^2	cena zł/m^2	koszt
1.	kompleksowa modernizacja c.o.	3 622,00	65	234 629,00

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.	234 629,00	10,78
2.	Modernizacja instalacji c.w.u.	92 723,19	4,45
3.	Stropodach nad wiatrołapem	3 846,72	5,01
4.	Okna zewnętrzne w piwnicy	15 202,17	6,50
5.	Okna zewnętrzne przy drzwiach zewnętrz	1 542,25	11,90
6.	Strop piwniczny	104 587,47	16,85
7.	Drzwi zewnętrzne	13 744,08	19,20
8.	Cokół	103 023,27	23,67
9.	Ściana zewnętrzna osłonowa	554 153,36	36,21
10.	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	236 942,19	41,28

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rodział obejmuje:

a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przesięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Stropodach nad wiatrołapem	X	X	X	X	X	X	X	X		
Okna zewnętrzne w piwnicy	X	X	X	X	X	X	X			
Okna zewnętrzne przy drzwiach zewnętrznych	X	X	X	X	X	X				
Strop piwniczny	X	X	X	X	X					
Drzwi zewnętrzne	X	X	X	X						
Cokół	X	X	X							
Ściana zewnętrzna osłonowa	X	X								
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	X									

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_{1CO}	q_{0CO} / q_{1CO}	η_0, W_{d0} / η_1, W_{d1}	Q_{0CW} / Q_{1CW}	q_{0CW} / q_{0CW}	Q_0 / Q_1	q_0 / q_1	O_{0r} / O_{1r}	ΔO_r	N
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	PLN	PLN	PLN
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
stan istn.	1 337,44	245,94	0,73 / 1,000	835,2	111,035	2 664,78	356,98	204 940,30		
1	858,02	202,30		523,2	111,035	1 605,20	313,33	116 025,15	88 915,14	1 360 393,70
2	1 090,07	225,09		523,2	111,035	1 897,82	336,12	132 247,50	72 692,79	1 123 451,50
3	1 133,77	230,81		835,2	111,035	2 264,90	341,85	149 314,82	55 625,47	569 298,14
4	1 177,17	233,30		835,2	111,035	2 319,63	344,34	152 093,94	52 846,35	466 274,87
5	1 182,85	233,30	0,79	835,2	111,035	2 326,79	344,34	152 410,93	52 529,37	452 530,79
6	1 292,13	242,00	1,00	835,2	111,035	2 464,60	353,03	159 757,82	45 182,48	347 943,33
7	1 293,22	242,00		835,2	111,035	2 465,97	353,03	159 818,65	45 121,65	346 401,08
8	1 327,16	245,94		835,2	111,035	2 508,77	356,98	162 279,59	42 660,71	331 198,91
9	1 337,44	245,94		835,2	111,035	2 521,74	356,98	162 853,29	42 087,01	327 352,19
10	1 337,44	245,94		835,2	111,035	2 521,74	356,98	162 853,29	42 087,01	234 629,00

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię $[(Q_0-Q_1)/Q_0]*100\%$	SPBT
		PLN	PLN	%	lata
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1.	1	1 360 393,70	88 915,14	39,76	15,30
2.	2	1 123 451,50	72 692,79	28,78	15,45
3.	3	569 298,14	55 625,47	15,01	10,23
4.	4	466 274,87	52 846,35	12,95	8,82
5.	5	452 530,79	52 529,37	12,68	8,61
6.	6	347 943,33	45 182,48	7,51	7,70
7.	7	346 401,08	45 121,65	7,46	7,68
8.	8	331 198,91	42 660,71	5,85	7,76
9.	9	327 352,19	42 087,01	5,37	7,78
10.	10	234 629,00	42 087,01	5,37	5,57

8. PROPOZYCJA OPTYMALNEGO 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. obejmujaca: 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 (λ=0,036 W/mK).
4. Wymiana okien w piwnicy o wsp. przenikania ciepła U=4,5 W/(m^2K) na okna o wsp. U=1,4 W/(m^2K).
5. Wymiana okien przy drzwiach zewnętrznych o wsp. przenikania ciepła U=3,25 W/(m^2K) na okna o wsp. U=1,4 W/(m^2K).
6. Docieplenie stropu nieogrzewanej piwnicy warstwą izolacji o gr. 12 cm (λ=0,036 W/mK).
7. Wymiana drzwi zewn. drewnianych o wsp. przenikania ciepła U=3,25 W/(m^2K) na drzwi o wsp. U=1,3 W/(m^2K).
8. Docieplenie cokołu warstwą izolacji o gr. 7 cm (λ=0,036 W/mK).
9. Docieplenie ściany zewętrznej osłonowej warstwą izolacji o gr. 20 cm (λ=0,036 W/mK).
10. Docieplenie ściany zewnętrznej konstrukcyjnej warstwą izolacji o gr. 20 cm (λ=0,036 W/mK).

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSKAZANEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO WYNOSI:

1 360 393,70 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 2

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. **Sprawność wytwarzania**

   η_w= 0,99

2. **Sprawność przesyłania**

   η_p= 0,90

3. **Sprawność regulacji**

   ηr= 0,82

4. **Sprawność wykorzystania**

   η_e= 1,00

5. **Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

   w_t= 1,00

6. **Przerwna na ogrzewanie w ciągu doby**

   w_d= 1,00

Załącznik nr 1

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura pomieszczeń, m^3	Ilość wymian, 1/h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Pomieszcz. Użytkowe	10 601,30	0,64	6 818,80
Razem				6 818,80
Ogółem			Ψ =	**6 818,80**

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotwania 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	3 622,00	3 622,00	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.	358,92	358,92	GJ/rok
10	Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.	835,18	523,20	GJ/rok
Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotwania ciepłej wody użytkowej				
1	Jedn. zużycie c.w.u. Vcw=	110	110	l/os
2	Liczba osób L=	175	175	os
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,802	0,802	m^3/h
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	2,643	2,643	-
3	Zapotrzebowanie na ciepło	0,189	0,189	GJ/m^3
4	Moc c.w.u.	111,03	111,03	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	245,94	1 337,44
1	202,30	858,02
2	225,09	1 090,07
3	230,81	1 133,77
4	233,30	1 177,17
5	233,30	1 182,85
6	242,00	1 292,13
7	242,00	1 293,22
8	245,94	1 327,16
9	245,94	1 337,44
10	245,94	1 337,44

Załącznik nr 5

Obliczenie efektu ekologicznego

1. Obliczenie redukcji emisji CO_2

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.	2 665,73	1 605,21	1 060,52	90,51	241,28	145,29	95,99

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.	2 665,73	1 605,21	1 060,52	0,0055100	0,0147	0,0088	0,0058

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 CO_2 i pyłów dla ciepła sieciowego przyjęto na podstawie Informacji dla odbiorców ciepła publikowanej na stronie MPGK Włodawa