

**TERMOMODERNIZACJA I MODERNIZACJA BUDYNKU MIESZKALNEGO
AUDYT ENERGETYCZNY**

Nazwa i adres inwestycji:	Termomodernizacja i modernizacja budynku mieszkalnego przy ul. Jasnej 21, 85-205 Bydgoszcz
Kategoria obiektu:	XIII
Numer działki ewidencyjnej:	60/6 obręb 79
Nazwa i adres inwestora:	Miasto Bydgoszcz ul. Jezuicka 1, 85-102 Bydgoszcz
Nazwa i adres jednostki projektowania:	Przedsiębiorstwo Handlowo Usługowe "Archipro" Paulina Kraszewska ul. Książęca 7, 66-470 Kostrzyn nad Odrą
Opracował:	mgr inż. Jarosław Nowicki
Branża sanitarna:	LUKG/0004/POOS/05

MGR INŻ. JAROSŁAW NOWICKI
 UP: WYSTAWIENIOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
 P: WYSTAWIENIOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
 IN: WYSTAWIENIOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
 W ZAKRESIE SIECI INSTALACJI I URZADZEN
 WYKONAWCZYCH, GAZOWYCH,
 WYKONAWCZYCH I KANALIZACYJNYCH
 Nr uprawnień: LUKG/0004/POOS/05; 17/2002/GW

Poznań

01. Lipiec 2016

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Mieszkalny</i>		1.2 Rok budowy
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Miasto Bydgoszcz	1.4 Adres budynku	
	ul. Jezuicka 1 85-102 Bydgoszcz PESEL:	ul. Jasna 21 85-102 Bydgoszcz KUJAWSKO-POMORSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Biuro Projektowo-Uslugowe TECHNOS Jaroslaw Nowicki ul. Janockiego 1D/4 66-400 Gorzów Wlkp.			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
MGR INŻ. JAROSŁAW NOWICKI PRACOWNIA BUDOWLANA DO PROJEKTOWANIA I BUDOWANIA BUDYNKÓW BUDOWLANymi BEZ OGRANICZEN W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNY W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZADZEN CIEPLNYCH, WENTYLACYJNYCH, GAZOWYCH, WODOCIĄGÓW I KANALIZACYJNYCH NR UPRAWNIEN: LUKG/0004/P/005/05; 17/2002/GW			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Bydgoszcz		Data wykonania opracowania	lipiec 2016
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku 10. Załącznik nr 2 – Obliczenia zapotrzebowania na ciepło 11. Załącznik nr 3 – Obliczenia zapotrzebowania na ciepło po modernizacji			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	4	4
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	774,00	774,00
2.1.4.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	276,3	276,3
2.1.5.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Liczba lokali mieszkalnych	7,00	7,00
2.1.7.	Liczba osób użytkujących budynek	25,00	25,00
2.1.8.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Centralne
2.1.9.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Miejscowe	Centralne
2.1.10.	Współczynnik AV [1/m]	0,45	0,45
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,47	0,24
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,00	0,20
2.2.3.	Strop nad piwnicą	1,60	1,60
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	2,47	2,47
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,51	1,30
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,51	1,30
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	1,93	1,93; 0,20
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	0,920
2.3.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,800	0,970
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,930
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,880	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,920	0,890
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000

2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,670	0,840
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1361,84	1361,84
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	42,07	15,10
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	10,96	10,96
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1258,79	791,81
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2130,27	954,06
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	131,30	111,35
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	1489,22	936,75
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	2520,21	1128,70
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	30,00	13,65
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	0,00	6352,47
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	47,57	13,48
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	0,00	6352,47

2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² ·m-c)]	11,70	2,80
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	241928,27	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	52,89
Planowane koszty całkowite [zł]	266928,27	Premia termomodernizacyjna [zł]	42708,52
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	55158,88		

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

** Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

*** Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.5

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

25000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

240000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	1767,14 m ³
Kubatura ogrzewania	-	774,0 m ³
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	276,3 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,45 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	234,8 m ²
Ilość mieszkań	-	7,00
Ilość mieszkańców	-	25,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,47	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	1,00	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	1,60	W/(m ² ·K)
Okna	2,51	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	2,51	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Ściany wewnętrzne	1,48	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	2,47	W/(m ² ·K)
Stropy wewnętrzne	1,93; 1,00	W/(m ² ·K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	30,00 zł/GJ	13,65 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW·m-c)	6352,47 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	69,00 zł/GJ	13,65 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	6352,47 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Piece kaflowe Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,650$
Przesyłanie ciepła	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy)	$\eta_{H,d} = 1,000$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej	$\eta_{H,e} = 0,800$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$

Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 16 godzin	$w_d = 0,880$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,q} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,520
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym	$\eta_{w,g} = 0,920$
Przesył ciepłej wody	Instalacje ciepłej wody w budynkach jednorodzinnych	$\eta_{w,d} = 0,800$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{w,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	$\eta_{w,s} = 0,670$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{w,tot} = \eta_{w,q} \eta_{w,d} \eta_{w,s} \eta_{w,e} =$		0,493
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	1361,84	
Krotność wymian powietrza	1,00	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana wewnętrzna	Przegroda nie wymaga działań termomodernizacyjnych
Strop wewnętrzny	Przegroda nie wymaga działań termomodernizacyjnych
Strop wewnętrzny pod poddaszem	Strop międzydygnacyjny (piętro - poddasze nieużytkowe) prawdopodobnie drewniane belkowe z podsufitką drewnianą i tynkami na trzcinie. Górne poszycie stropów stanowią deski drewniane
Ściana zewnętrzna	Ściana z cegły pełnej o średniej grubości 40cm otynkowana bez izolacji termicznej. Na ścianie liczne odbarwienia oraz widoczne ubytki i uszkodzenia wynikające z wpływu działania warunków atmosferycznych a także działania

	korozji biologicznej na elementach takich jak parapety, gzymsy oraz obróbki blacharskie. Na elewacjach występują widoczne zarysowania murów, przede wszystkim nad nadprożami otworów okiennych oraz w miejscu połączenia zasadniczej części budynku z przybudówką
System grzewczy	Pomieszczenia mieszkalne ogrzewane są miejscowo piecami kaflowymi stałopalnymi. Piece w złym stanie technicznym z przeznaczeniem do rozbiórki
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Instalacja ciepłej wody użytkowej w zależności od lokalu mieszkalnego w różnym stopniu zużycia, Stan techniczny podgrzewaczy przepływowych gazowych średni.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian 12, $\lambda=0,043$ [W/(m·K)]; Wariant 2, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 40, $\lambda=0,045$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	753,20m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	753,20m ²	
Stopniodni: 3700,70 dzień·K/rok	$t_{wo}=20,00$ °C	$t_{zo}=-18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer				
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 2	Wariant 2.1	
Oплата za 1 GJ Oz	zł/GJ	30,00	13,65	13,65	13,65	13,65
Oплата za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	6352,47	6352,47	6352,47	6352,47
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	20	15	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,469	0,240	0,188	0,249	0,195
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,68	4,17	5,33	4,01	5,12
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,49	4,65	3,33	4,44
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	349,03	26,40	20,64	27,42	21,48
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0415	0,0031	0,0025	0,0033	0,0026
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	9871,39	10002,16	9848,23	9983,25
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	170,00	210,00	192,00	215,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	71983,72	88921,07	81299,26	91038,23
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	7,29	8,89	8,26	9,12

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 71983,72 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,29 lat
Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	
Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny pod poddaszem	
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 100, $\lambda=0,042$ [W/(m·K)]; Wariant 2, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 80, $\lambda=0,045$ [W/(m·K)]; Wariant 3, Wełna mineralna granulowana 80, $\lambda=0,050$ [W/(m·K)];
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	234,80m²
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	234,80m²
Stopniodni: 4086,00 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C $t_{zo} = 2,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	30,00	13,65	13,65	13,65
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	6352,47	6352,47	6352,47
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	17	19	21
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,001	0,198	0,192	0,192
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,00	5,05	5,22	5,20
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,05	4,22	4,20
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	82,95	16,42	15,88	15,94
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0042	0,0008	0,0008	0,0008
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2200,60	2210,23	2209,04
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	85,00	110,00	130,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	24548,34	31768,44	37544,52
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	11,16	14,37	17,00

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 24548,34 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,16 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody DZ 1 - drzwi

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **227,19** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **10,33**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **10,33**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **10,33**m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3700,70** dzień•K/rok θi = **20,00** °C θe = **-18,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer W1
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	30,00	13,65
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	6352,47
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik cm		1,30	1,00
Współczynnik cr		1,15	0,80
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,510	1,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	26,77	15,50
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0048	0,0036
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	316,79
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	487,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	6187,77
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	19,53

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 6187,77 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,53 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)**Modernizacja systemu wentylacji****U= 1,70****Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji****Modernizacja przegrody OZ 1 - okno**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **1159,83** m³/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **59,31**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **59,31**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **59,31**m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 , cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)Stopniodni: **3700,70** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	30,00	13,65	13,65
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	6352,47	6352,47
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,30	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00	0,85
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,510	1,300	1,200
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	137,69	98,74	85,73
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0240	0,0205	0,0203
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1468,46	1663,21
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	--	650,00	850,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	36009,48	47089,32
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	32,29	37,28

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 47418,35 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 32,29 lat

Stalarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Liczba użytkowników L_i	24,50	24,50
Zapotrzebowanie jednostkowe V_{cw} [m ³ /d]	0,048	0,048
Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym [°C]	55,00	55,00
Czas użytkowania t_{uz} [dni]	365,00	365,00
Sprawność źródła ciepła	0,920	0,890
Sprawność przesyłu	0,800	0,700
Sprawność akumulacji ciepła	0,670	0,840
Współczynnik na przerwy urlopowe	1,00	0,90
Współczynnik na wodomierze na ciepłej wodzie	0,80	0,90
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/a]	131,299	111,350
Max moc cieplna q_{cwu} [MW]	0,0110	0,0110

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Oplata za 1 GJ [zł/GJ]	69,00	13,65
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	0,00	6352,47
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	6704,27
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	43050,00
SPBT [lat]	---	6,42

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż instalacji wewnętrznej cwu	43050,00
Suma:	43050,00

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_a	Kompaktowy węzeł cieplny z automatyczną regulacją
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż instalacji w izolacji termicznej o grubościach wg WT
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Montaż zbiornika akumulacyjnego

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	30,00	13,65
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	6352,47
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	1258,79	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0661	
Sprawność systemu grzewczego		0,520	0,830
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	38200,81
Koszt modernizacji	[zł]	---	86100,00
SPBT	[lat]	---	2,26

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,d}$	0,920
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	1,000
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,970
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,930
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000

Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,q} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,830

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż instalacji wewnętrznej grzewczej	86100,00
Suma:	86100,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_q	Kompaktowy węzeł cieplny z automatyczną regulacją
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Rurociągi z izolacją termiczną zgodną z PN
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż termostatycznych zaworów regulacyjnych
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Nie dotyczy
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Instalacja grzewcza czynna bez przerw, natomiast indywidualne zamknięcia grzejników automatyczne lub ręczne

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00 zł	6,42
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	71983,72 zł	7,29
3.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny pod poddaszem	24548,34 zł	11,16
4.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	6187,77 zł	19,53
5.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	47418,35 zł	32,29
6.	---	0,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	86100,00	2,26

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	71983,72
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny pod poddaszem	24548,34
4	Modernizacja przegrody OZ 1 (okno)	47418,35
5	Modernizacja systemu grzewczego	86100,00
Całkowity koszt		273100,41

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	71983,72
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny pod poddaszem	24548,34
4	Modernizacja systemu grzewczego	86100,00
5		0,00
Całkowity koszt		225682,06

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny pod poddaszem	24548,34
3	Modernizacja systemu grzewczego	86100,00
Całkowity koszt		153698,34

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	86100,00
Całkowity koszt		129150,00

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	86100,00

Całkowity koszt	86100,00
-----------------	----------

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej ΔV
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	1/m
0	0,0661	1258,79	20,00	276,25	774,00	1767,14	1361,84	0,45
1	0,0319	791,81	20,00	276,25	774,00	1767,14	1361,84	0,45
2	0,0260	752,22	20,00	276,25	774,00	1767,14	1361,84	0,45
3	0,0421	898,18	20,00	276,25	774,00	1767,14	1361,84	0,45
4	0,0421	1040,72	20,00	276,25	774,00	1767,14	1361,84	0,45
5	0,0421	1040,72	20,00	276,25	774,00	1767,14	1361,84	0,45

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1owu}$ $Q_{0,1owu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{l0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	% ΔO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	1258,79 0,0661	131,30 0,0110	0,52	1,00	0,88	2261,57	72967,66	---	---
1	791,81 0,0319	111,35 0,0110	0,83	1,00	1,00	1065,41	17808,79	55158,88	75,59
2	752,22 0,0260	111,35 0,0110	0,83	1,00	1,00	1017,71	16708,00	45188,37	73,01
3	898,18 0,0421	111,35 0,0110	0,83	1,00	1,00	1193,58	20334,87	41561,50	67,15
4	1040,72 0,0421	111,35 0,0110	0,83	1,00	1,00	1365,34	22679,29	39217,08	63,36
5	1040,72 0,0421	131,30 0,0110	0,83	1,00	1,00	1385,29	22951,59	38944,78	62,92

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	273100,41 zł	55158,88	52,89%	25000,00 248100,41	9,15% 90,85%	54620,08	43696,07	110317,75
2	225682,06 zł	45188,37	46,22%	25000,00 200682,06	11,08% 88,92%	40136,41	36109,13	90376,74
3	153698,34 zł	41561,50	36,93%	25000,00 128698,34	16,27% 83,73%	25739,67	24591,73	83123,00
4	129150,00 zł	39217,08	27,86%	25000,00 104150,00	19,36% 80,64%	20830,00	20664,00	78434,16
5	86100,00 zł	38944,78	26,80%	25000,00 61100,00	29,04% 70,96%	12220,00	13776,00	77889,55

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr **1** gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: **25%**

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie **25000,00 zł**

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	273100,41 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	25000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	248100,41 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	43696,07 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	55158,88 zł	tj. 75,59 %

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego

do realizacji.

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian 12

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny pod poddaszem**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 100

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 - okno**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²*K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: