

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1960
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Nadleśnictwo Leżajsk ul. Tomasza Michałka 48 37-300 Leżajsk	1.4 Adres budynku	
		Zmysłówka 83 37-306 Grodzisko Dolne podkarpackie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
GAMP s.c. Roman Krakowiak Maciej Pacholec ul. Henryka Sienkiewicza 9/11, 30-033 Kraków 361 230 737			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Maciej Pacholec – nr uprawnień do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - 11218		 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	-	-	
5. Miejscowość: Zmysłówka		Data wykonania opracowania 26 czerwca 2020 r.	
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. – rzut parteru budynku 10. Załącznik nr 2. – analiza wykorzystania odnawialnych źródeł energii – instalacja solarna			

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	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	245,70	245,70
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	231,20	231,20
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	74,90	74,90
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	21,11	21,11
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	1,00	1,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	4,00	4,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,78	0,78
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²•K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,48; 1,00	0,19; 0,20
2.2.2.	Dach/stropodach	0,76	0,13
2.2.3.	Strop nad piwnicą	3,01; 2,26	3,01; 2,26
2.2.4.	Podłoga na gruncie	0,25; 0,25	0,25; 0,25
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	4,00; 4,00; 4,00; 2,00	0,90; 0,90; 0,90; 2,00
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	4,00	4,00
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	-	-
2.2.8.	Ściany wewnętrzne	1,91; 1,19; 0,92	1,91; 1,19; 0,92
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	0,700
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,950

2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	0,748
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,700	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
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]	208,35	208,35
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,85	0,85
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	13,69	8,87
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,24	1,24
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	114,34	68,96
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	253,83	127,06
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	21,10	18,34
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)]	337,54	203,59
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	749,34	375,11
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	100,00	100,00

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]	44,79	44,79
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	-	-
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	59,66	24,54
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	-	-
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	4,10	2,16
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
2.7.7.	Inne [zł]	-	-
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]		89052,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		6211,85	47,11

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

** Uoże [%] 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. Informacje techniczne przekazane przez inwestora
2. Rzut parteru.

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej.
2. Informacje techniczne przekazane przez osobę udzielającą informacji – Jerzy Kasprzak.
3. Program komputerowy ArCADia-TERMO PRO 7.4

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku**4.1. Ogólne dane techniczne**

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	452,53 m ³
Kubatura ogrzewania	-	245,70 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	231,20 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	74,90 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,78 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	132,00 m ²
Ilość mieszkań	-	1,00
Ilość osób użytkujących budynek	-	4,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

W załączniku znajdują się rzuty kondygnacji. Inwestor przekazał do wglądu książkę obiektu budowlanego obiektu.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku**4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych**

Ściany zewnętrzne	0,48; 1,00	W/(m ² •K)
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,76	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	3,01; 2,26	W/(m ² •K)
Okna	4,00; 4,00; 4,00; 2,00	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	4,00	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	4,00	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	-	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	0,25; 0,25	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	1,91; 1,19; 0,92	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	44,79 zł/GJ	44,79 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	-	-
Inne koszty, abonament	-	-
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	44,79 zł/GJ	22,40 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	-	-
Inne koszty, abonament	-	-

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy do 100 kW	$h_{H,g} = 0,650$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$h_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P	$h_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$h_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$

Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 4 godziny	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego H_{tot}		0,450

Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	-	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Nie dotyczy	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)	- MW	
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepłej wody użytkowej)	$h_{W,g} = 0,650$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody do 30	$h_{W,d} = 0,700$
Regulacja i wykorzystanie	Centralne podgrzewanie wody	$h_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$h_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. W_{tot}		0,387
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	208.35	
Krotność wymian powietrza	0.85	

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 zewnętrzna	Ściany były ocieplane w 1998 roku. Ich współczynnik przenikania ciepła wynosi $0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$. Należy ocieplić ściany do uzyskania $U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.
Ściana zewnętrzna	Ściany nieocieplone. Ich współczynnik przenikania ciepła wynosi $1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Należy ocieplić ściany do uzyskania $U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	Strop pod nieogrzewanym poddaszem nieocieplony. Oceniono, że konieczne jest ocieplenie po wcześniejszej ekspertyzie technicznej stropu.
Podłoga na gruncie	Brak opłacalnej możliwości poprawy.
Strop wewnętrzny piwnica	Brak technicznej możliwości ocieplenia.
Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	Okna wymienione w 1998 roku, drewniane, nadają się do wymiany.
System grzewczy	Kocioł opalany drewnem z 2013 roku, instalacja centralnego ogrzewania w dobrym stanie, przewody w kotłowni zaizolowane. Zaleca się wymianę źródła ciepła na kocioł zgazowujący drewno oraz montaż zaworów termostatycznych i bufora ciepła.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Woda podgrzewana jest za pomocą kotła CO. Do kotła podłączony jest zasobnik CWU dwuwężownicowy - przystosowany do podłączenia instalacji solarnej. Wraz ze zmianą źródła co, poprawie ulegnie także przygotowanie cwu.

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 Strop wewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Materiał izolacyjny 035, $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	94,09m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	100,00m²	
Stopniodni: 3084,02 dzień·K/rok	$t_{w0} = 18,89$ °C	$t_{z0} = 4,25$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,79	44,79	44,79	44,79
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	-	19	21	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,763	0,148	0,137	0,127
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,31	6,74	7,31	7,88
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	-	5,43	6,00	6,57
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,12	3,72	3,43	3,18
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0011	0,0002	0,0002	0,0002
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	-	689,89	702,91	714,05
Cena jednostkowa usprawnienia netto K_j	zł/m ²	-	106,21	111,21	116,21
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	-	13063,83	13678,83	14293,83
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	-	18,94	19,46	20,02

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 13063,83 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 18,94 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 19 cm

Informacje uzupełniające:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Materiał izolacyjny 032, $\lambda = 0,032$ [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	28,70m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	38,00m²	
Stopniodni: 3689,62 dzień•K/rok	$t_{w0} = 12,00$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,79	44,79	44,79	44,79
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	-	13	15	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,002	0,198	0,176	0,158
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,00	5,06	5,69	6,31
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	-	4,06	4,69	5,31
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	9,17	1,81	1,61	1,45
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0009	0,0002	0,0002	0,0001
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	-	329,56	338,46	345,60
Cena jednostkowa usprawnienia netto K_j	zł/m ²	-	149,20	159,20	169,20
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	-	6973,61	7441,01	7908,41
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	-	21,16	21,98	22,88

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 6973,61 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,16 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 13 cm

Informacje uzupełniające:

Ściany poczekalni oraz holu. Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Materiał izolacyjny 032, $\lambda = 0,032$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	54,62m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	120,00m²	
Stopniodni: 3689,62 dzień·K/rok	$t_{w0} = 20,00$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,79	44,79	44,79	44,79
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	-	10	12	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,480	0,192	0,171	0,155
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,08	5,21	5,83	6,46
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	-	3,13	3,75	4,38
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	8,35	3,34	2,98	2,70
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0010	0,0004	0,0004	0,0003
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	-	224,36	240,39	253,32
Cena jednostkowa usprawnienia netto K _j	zł/m ²	-	134,20	144,20	164,20
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	-	19807,92	21283,92	24235,92
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	-	88,29	88,54	95,67

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 19807,92 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 88,29 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

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 Okno zewnętrzne	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 27,56 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 5,99 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 5,99 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 5,99 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3935,60 dzień•K/rok qi = 20,00 °C qe = -20,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	44,79	44,79
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,85
Współczynnik a		-	-
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	4,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	10,00	1,83
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0015	0,0006
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	-	365,62
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi netto	zł/m ²	-	950,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	-	6999,78
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	-	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	-	19,14

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 6999,78 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,14 lat
Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 0,90
Informacje uzupełniające:
Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **35,15** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **10,25**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **10,25**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **10,25**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3695,20** dzień•K/rok qi = **18,92** °C qe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	44,79	44,79
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	4,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	16,06	2,95
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0022	0,0008
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	-	587,55
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi netto	zł/m ²	-	950,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	-	11980,40
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	-	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	-	20,39

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 11980,40 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 20,39 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **2,02** m³/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **1,70**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **1,70**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **1,70**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **2159,60** dzień•K/rok qi = **12,00** °C qe = **-20,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	44,79	44,79
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,85
Współczynnik a		-	-
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	4,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,56	0,29
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0002	0,0001
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	-	56,91
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi netto	zł/m ²	-	950,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	-	1985,52
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	-	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	-	34,89

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

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 1985,52 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 34,89 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)**Modernizacja systemu wentylacji****U= 0,90**

Informacje uzupełniające:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

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
Ciepło właściwe wody c_W	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_W	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_W	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_O	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,90	0,90
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	94,09	94,09
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	1,40	1,40
Czas użytkowania τ	[h]	18,00	18,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,24	3,24
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	[-]	0,65	0,75
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	[-]	0,70	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	0,85	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{CW}	[GJ/rok]	21,10	18,34
Max moc cieplna q_{CWU}	[kW]	1,24	1,24

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	44,79	22,40
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	[zł/MW]	-	-
Inne koszty, abonament	[zł]	-	-
Roczna oszczędność kosztów DO	[zł/a]	-	534,09
Koszt modernizacji N_u	[zł]	-	12300,00
SPBT	[lat]	-	23,03

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Kompletna instalacja solarna CWU.	12300,00
Suma:	12300,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania h_g	Zastosowanie nowego źródła cwu wraz z instalacją solarną.
Ulepszenie sprawności przesyłu h_d	
Ulepszenie sprawności akumulacji h_s	

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]	44,79	44,79
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	-	-
Inne koszty, abonament [zł]	-	-
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową [GJ]	114,34	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,0137	
Sprawność systemu grzewczego	0,450	0,516
Roczna oszczędność kosztów DO [zł/a]	-	1933,03
Koszt modernizacji [zł]	-	15940,95
SPBT [lat]	-	8,25

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $h_{H,g}$	0,700
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $h_{H,d}$	0,900
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $h_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $h_{H,s}$	0,930
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,g} \cdot h_{H,d} \cdot h_{H,e} \cdot h_{H,s}$	0,516

*) - 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 zaworów termostatycznych	1180,95
Zakup i montaż bufora ciepła do instalacji CO	5535,00
Zakup i montaż nowego źródła ciepła wraz z dostosowaniem instalacji w kotłowni	9225,00
Suma:	15940,95

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 przegrody Okno zewnętrzne	6999,78 zł	19,14
2.	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	11980,40 zł	20,39
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6973,61 zł	21,16
4.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	13063,83 zł	22,25
5.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	12300,00 zł	23,03
6.	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	1985,52 zł	34,89
7.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	19807,92 zł	88,29
	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95	8,25

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	11980,40
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6973,61
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	13063,83
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	12300,00
6	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	1985,52
7	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	19807,92
8	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		89052,00

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	11980,40
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6973,61
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	13063,83
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	12300,00
6	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	1985,52
7	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		69244,08

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	13063,83
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	11980,40
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	6973,61
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	1985,52
6	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		67258,56

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	11980,40
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6973,61
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	13063,83
5	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		54958,56

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	11980,40
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6973,61
4	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		41894,73

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	11980,40
3	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		34921,13

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne	6999,78
2	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		22940,73

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	15940,95
Całkowity koszt		15940,95

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	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0137	114,34	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	72,49	0,78
1	0,0089	68,96	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	63,99	0,78
2	0,0095	74,23	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	66,54	0,78
3	0,0097	76,00	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	66,54	0,78
4	0,0097	76,00	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	66,54	0,78
5	0,0110	89,29	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	69,48	0,78
6	0,0117	97,13	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	72,48	0,78
7	0,0130	107,98	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	72,49	0,78
8	0,0137	114,34	18,89	94,09	245,70	452,53	245,70	72,49	0,78

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$h_{0,1}$	$w_{t0,1}$	$w_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	DO	%DO
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	114,34 0,0137	21,10 0,0012	0,45	1,00	1,00	274,92	12313,88	---	---
1	68,96 0,0089	18,34 0,0012	0,52	1,00	0,95	145,41	6102,02	6211,85	50,45
2	74,23 0,0095	18,34 0,0012	0,52	1,00	0,95	155,11	6536,69	5777,18	46,92
3	76,00 0,0097	18,34 0,0012	0,52	1,00	0,95	158,37	6682,80	5631,07	45,73
4	76,00 0,0097	21,10 0,0012	0,52	1,00	0,95	161,13	7216,90	5096,98	41,39
5	89,29 0,0110	21,10 0,0012	0,52	1,00	0,95	185,62	8313,95	3999,93	32,48
6	97,13 0,0117	21,10 0,0012	0,52	1,00	0,95	200,07	8961,18	3352,70	27,23
7	107,98 0,0130	21,10 0,0012	0,52	1,00	0,95	220,05	9856,18	2457,69	19,96
8	114,34 0,0137	21,10 0,0012	0,52	1,00	0,95	231,77	10380,84	1933,03	15,70

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii DO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię
1	89 052,00 zł	6 211,85 zł	47,11%
2	69 244,08 zł	5 777,18 zł	43,58%
3	67 258,56 zł	5 631,07 zł	42,39%
4	54 958,56 zł	5 096,98 zł	41,39%
5	41 894,73 zł	3 999,93 zł	32,48%
6	34 921,13 zł	3 352,70 zł	27,23%
7	22 940,73 zł	2 457,69 zł	19,96%
8	15 940,95 zł	1 933,03 zł	15,70%

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1, gdyż zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż 25%.

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	-	89 052,00 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	-	6 211,85 zł	tj. 50,45 %

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.**P1**

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 19 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036 PODŁOGA

Uwagi:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 13 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0.900 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0.900 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0.900 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Koszt modernizacji przyjęto na podstawie bazy cenowej e-bistyp

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Montaż instalacji solarnej

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Montaż zaworów termostatycznych
2. Zakup i montaż nowego źródła ciepła wraz z dostosowaniem instalacji w kotłowni