

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku Szkoły

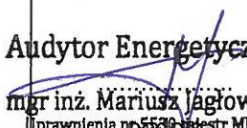
przy Zespole Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego w Sejnach

na potrzeby przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji zgodnie z ustawą z dnia 21 listopada 2008 (Dz.U. z 2008r. Nr223 poz. 1459 z zm.)



Adres budynku	miejsowość:	Sejny
	kod	16-500 Sejny
	powiat	Sejny
	Województwo	Podlaskie
	ulica	Konarskiego 23
Wykonawca audytu	imię i nazwisko	Mariusz Jagłowski
	tytuł zawodowy	mgr inż. Audyt Energetyczny
	nr opracowania	28/12/2017 mgr inż. Mariusz Jagłowski Uprawnienia nr 5330 rejestr MMR

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1970
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Zespół Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego w Sejnach	1.4 Adres budynku	
	ul: Konarskiego 23 16-500 Sejny PESEL:	ul: Konarskiego 23 16-500 Sejny PODLASKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Mariusz Jagłowski ul. Wojska Polskiego 15/6 16-500 Sejny			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Jagłowski Wojska Polskiego 15/6 16-500 Sejny Studia Podyplomowe (egzamin państwowy)		Audytór Energetyczny  mgr inż. Mariusz Jagłowski Upewnienia nr 5530, rejestr MUIR	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Sejny		Data wykonania opracowania	grudzień 2017
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			

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	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5851,77	5851,77
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1673,68	1673,68
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1673,68	1673,68
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	...	...
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	...	...
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]	0,48	0,48
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne – P1, P2	0,52; 0,52	0,16; 0,16
2.2.2.	Stropodach – STZ1, STZ2	1,30; 1,41	0,15; 0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych – PG1	1,45	0,29
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe – O1; O2	1,60; 1,60	0,90; 0,90
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne – DZ1	2,60	1,30
2.2.7.	Ściany wewnętrzne	2,07; 1,39; 1,12	2,07; 1,39; 1,12
2.2.8.	Stropy zewnętrzne	1,41	1,41
2.2.9.	Stropy wewnętrzne	1,97	1,97
2.2.10.	Drzwi wewnętrzne	2,60	2,60
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,820	3,790
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,950
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	0,880	3,600
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,600	0,800
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 z odzyskiem
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne Vex/Vsup
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	9172,71	8902,70/3531,86
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,57	1,52
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	277,03	96,66
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	5,72	5,72
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1091,99	367,78
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1921,63	114,88
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	110,50	20,26
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/(m²rok)]	181,24	61,04
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	318,93	19,07
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	72,22

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]	43,46	62,53
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	0,00	0,00
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	0,00	0,00
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]	2 021 254,68	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	93,35
Planowane koszty całkowite [zł]	2 521 254,68	Premia termomodernizacyjna [zł]	159 732,04
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	79 866,02		

* 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-TERMOCAD PRO 7.0

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:

50 0000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

2 350 944 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

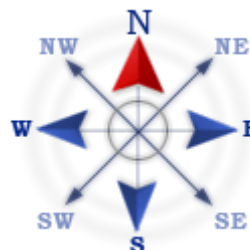
Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	5851,77 m ³
Kubatura ogrzewania	-	5851,77 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1673,68 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,48 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1223,51 m ²

Ilość mieszkań	-	...
Ilość mieszkańców	-	...

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 – P1; P2	0,52; 0,52	W/(m ² •K)
Stropodach – STZ1; STZ2	1,30; 1,41	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna – O1; O2	1,60; 1,60	W/(m ² •K)
Drzwi – DZ1	2,60	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	2,07; 1,39; 1,12	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	1,41	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie – PG1	1,45	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	1,97	W/(m ² •K)
Drzwi wewnętrzne	2,60	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	43,46 zł/GJ	62,53 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 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	43,46 zł/GJ	62,53 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,820$
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	$\eta_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja 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: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,568
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Termomodernizacja przegród zewnętrznych wraz z wymianą stolarki okienno-drzwiowej	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Kotły niskotemperaturowe o mocy powyżej 50 kW	$\eta_{W,g} = 0,880$
Przesył ciepłej wody	Systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach jednorodzinnych	$\eta_{W,d} = 0,600$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,449
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	9172,71	
Krotność wymian powietrza	1,57	

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 zewnętrzna – P1	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Ściana zewnętrzna – P2	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Stropodach – STZ1	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Podłoga na gruncie – PG1	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Stropodach – STZ2	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Okno zewnętrzne O1	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Okno zewnętrzne O2	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
Drzwi zewnętrzne DZ1	Zły stan przegrody (nie spełnia warunków WT2021)
System grzewczy	Instalacja w złym stanie technicznym - przeprowadzenie działań termomodernizacyjnych podyktowane jest możliwością obniżenia kosztów eksploatacyjnych budynku, zmniejszeniem zapotrzebowania na energię ciepłą oraz proekologiczną zmianą źródła ciepła pozyskiwanego z energii odnawialnej.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Instalacja CWU w złym stanie technicznym z wykorzystaniem nieefektywnych urządzeń.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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 Stropodach – STZ1			
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	661,25 m²		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	661,25 m²		
Stopniodni: 4210,24 dzień·K/rok	$t_{wo} =$ 19,11 °C	$t_{zo} =$ -24,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Oплата za 1 GJ Oz	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
Oплата 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	---	22	24	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,299	0,145	0,134	0,125
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,77	6,88	7,44	7,99
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,11	6,67	7,22
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	312,42	34,96	32,35	30,10
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0370	0,0041	0,0038	0,0036
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	11392,06	11555,36	11695,95
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	260,00	280,00	300,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	211468,71	227735,53	244002,35
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	18,56	19,71	20,86

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 211468,71 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 18,56 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

Informacje uzupełniające:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Stropodach – ST22		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	514,81 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	514,81 m²	
Stopniodni: 3640,37 dzień·K/rok	$t_{wo} = 16,85$ °C	$t_{zo} = -24,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
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	---	22	24	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,411	0,147	0,136	0,126
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,71	6,82	7,38	7,93
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,11	6,67	7,22
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	228,44	23,74	21,95	20,42
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0297	0,0031	0,0029	0,0027
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	8443,48	8555,31	8651,47
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	260,00	280,00	300,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	164634,99	177299,22	189963,45
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	19,50	20,72	21,96

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 164634,99 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,50 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

Informacje uzupełniające:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie – PG1		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1192,48m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1192,48m²	
Stopniodni: 3890,21 dzień·K/rok	$t_{wo} = 17,84$ °C	$t_{zo} = -24,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
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)	1,454	0,289	0,249	0,218
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,69	3,47	4,02	4,58
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,78	3,33	3,89
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	582,63	115,65	99,67	87,57
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0725	0,0144	0,0124	0,0109
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	18089,31	19088,38	19844,91
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	300,00	320,00	340,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	440024,73	469359,71	498694,69
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	24,33	24,59	25,13

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 440024,73 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,33 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna P1		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	824,61 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	824,61 m²	
Stopniodni: 4196,41 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,05$ °C	$t_{zo} = -24,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
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	---	11	13	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,522	0,195	0,176	0,160
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,92	5,13	5,69	6,24
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,22	3,77	4,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	156,10	60,15	54,10	49,16
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0185	0,0071	0,0064	0,0058
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	3023,27	3401,36	3710,37
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	135,00	145,00	155,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	136926,89	147069,62	157212,35
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	45,29	43,24	42,37

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 157212,35 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 42,37 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna – P2		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	361,63m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	361,63m²	
Stopniodni: 3426,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 16,00$ °C	$t_{zo} = -24,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
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	---	14	16	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,522	0,195	0,176	0,160
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,92	5,14	5,69	6,25
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,22	3,78	4,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	55,90	18,45	16,84	15,48
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0076	0,0025	0,0023	0,0021
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1276,03	1376,79	1461,36
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	150,00	160,00	170,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	66720,92	71168,98	75617,04
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	52,29	51,69	51,74

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 71168,98 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 51,69 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021

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 Okna – O2 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem - rekuperacja'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 2500,00 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 33,24 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 33,24 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 33,24 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)	
Stopniodni: 3426,70 dzień•K/rok θi = 16,00 °C θe = -24,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer		
			W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,00	---	---	---
Współczynnik c _r		1,00	---	---	---
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,600	0,900	0,800	0,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	267,61	9,50	7,87	6,89
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0361	0,0063	0,0351	0,0349
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	11035,91	11137,94	11199,47
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	650,00	800,00	900,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	26572,02	32704,03	36792,03
Koszt realizacji modernizacji wentylacji (zastosowanie rekuperacji) Nw	zł	---	100000,00	100000,00	100000,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	11,47	11,91	12,21

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1	
Charakterystyka wariantu optymalnego:	
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 126572,02 zł	
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,47 lat	
Modernizacja systemu wentylacji U= 0,90	
Informacje uzupełniające:	
Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021, Zmniejszenie strat energii cieplnej poprzez system wentylacji, dzięki zastosowaniu systemu rekuperacji dla sali gimnastycznej	

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji					
Modernizacja przegrody Okna – Oz1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna'					
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 3964,97 m ³ /h					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 214,38 m ²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 214,38 m ²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 214,38 m ²					
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00					
Stan istniejący: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)					
Stopniodni: 4146,76 dzień•K/rok θi = 18,86 °C θe = -24,00 °C					

		Stan istniejący	Wariant numer		
			W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,00	---	---	---
Współczynnik c _r		1,00	---	---	---
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,600	0,900	0,800	0,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	242,30	72,80	65,12	57,44
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0725	0,0621	0,0612	0,0603
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	5978,11	6458,38	6938,66
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	650,00	800,00	950,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	196064,42	241310,06	286555,70
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	28,67	32,66	36,10

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1					
Charakterystyka wariantu optymalnego:					
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 171395,05 zł					
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 28,67 lat					
Modernizacja systemu wentylacji					
U= 0,90					
Informacje uzupełniające:					
Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021					

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji					
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne – DZ1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna'					
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 355,74 m³/h					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 8,87m²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 8,87m²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 8,87m²					
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$					
Stan istniejący: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)					
Stopniodni: 3426,70 dzień•K/rok $\theta_i = 16,00$ °C $\theta_e = -24,00$ °C					

		Stan istniejący	Wariant numer		
			W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	43,46	62,53	62,53	62,53
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,00	---	---	---
Współczynnik c_r		1,00	---	---	---
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	1,300	1,100	1,000
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	12,10	3,70	3,18	2,92
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0058	0,0053	0,0052	0,0052
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	294,31	327,14	343,55
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1200,00	1500,00	1800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	13084,74	16355,93	19627,11
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	44,46	50,00	57,13

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1					
Charakterystyka wariantu optymalnego:					
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 13084,74 zł					
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 44,46 lat					
Modernizacja systemu wentylacji					
U= 1,30					
Informacje uzupełniające:					
Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT2021					

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	Wariant 2	Wariant 3
Ciepło właściwe wody c_w [kJ/(kg•K)]	4,18	4,18	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w [kg/m ³]	1000	1000	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w [°C]	55	55	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o [°C]	10	10	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R [-]	0,55	0,55	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_r [m ²]	1637,70	1637,70	1673,70	1673,70
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} [dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80	0,80	0,80
Czas użytkowania τ [h]	12,00	12,00	12,00	12,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	1,00	1,00	1,00	1,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$ [-]	0,88	3,60	0,90	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ [-]	0,60	0,80	0,80	0,80
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ [-]	0,85	0,85	0,85	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	110,50	20,26	81,03	75,97
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	5,72	5,72	5,72	5,72

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	43,46	62,53	55,48	62,53
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	3535,48	306,59	52,00
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	88560,00	57810,00	57810,00
SPBT [lat]	---	25,05	188,56	1111,68

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr

1

Procentowe zmniejszenie zużycia jednostkowego

0,00

Procentowa poprawa sprawności źródła ciepła

309,09

Procentowa poprawa sprawności przesyłu

33,33

Wariant 1

- zastosowanie pompy ciepła typu woda-woda – 6,0 kW, sprawność SPF 3,8
- wymiana instalacji CWU,
- zastosowanie zasobnika CWU bez strat,

Wariant 2

- zastosowanie kotła na biomasę (pellet) do produkcji CWU
- wymiana instalacji CWU,
- zastosowanie zasobnika CWU bez strat,

Wariant 3

- zastosowanie elektrycznego podgrzewacza wody do produkcji CWU
- wymiana instalacji CWU,
- zastosowanie zasobnika CWU bez strat,

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż pompy ciepła CWU	36900,00
Wymiana instalacji CWU	39360,00
Montaż zasobnika CWU bez strat	12300,00
Suma:	88560,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Zmniejszenie strat energii cieplnej oraz wykorzystanie urządzeń o większej sprawności. Zastosowanie energii odnawialnej OZE
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż instalacji rozprowadzającej CWU
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Montaż zasobnika CWU bez strat

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	Wariant 2	Wariant 3
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	43,46	62,53	55,48	55,48
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową [GJ]	1091,99			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,2770			
Sprawność systemu grzewczego	0,568	3,041	0,777	0,729
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	62185,10	9462,34	452554
Koszt modernizacji [zł]	---	1010467,10	299259,00	138252,00
SPBT [lat]	---	16,25	31,63	30,55

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest **wariant nr 1**

Informacje uzupełniające:

Wariant 1

- wymiana źródła ciepła na pompę ciepła typu woda-woda (sprawność SPF 3,8) o mocy 120 kW,
- wprowadzenie automatyki pogodowej sterującą pracą pompy ciepła (tzw. krzywa temperaturowa) wraz z opomiarowaniem (ciepłomierz szt. 1),
- wymiana instalacji CO (369 m),
- instalacja bufora ciepła,
- montaż zaworów termostatycznych pracujących w zakresie P-2K (86 szt),
- wymiana grzejników typu C33 lub V33 (86 szt.)

Wariant 2

- wymiana źródła ciepła na wysokosprawny kocioł opalany biomasą (pellet) o sprawności $\eta = 0,92$ o mocy 120 kW,
- wprowadzenie automatyki pogodowej sterującą pracą pompy ciepła (tzw. krzywa temperaturowa) wraz z opomiarowaniem (ciepłomierz szt. 1),
- wymiana instalacji CO (369 m),
- instalacja bufora ciepła,
- montaż zaworów termostatycznych pracujących w zakresie P2-K (86 szt),
- wymiana grzejników typu C33 lub V33 (86 szt.)

Wariant 3

- wymiana źródła ciepła na wysokosprawny kocioł opalany biomasą (pellet) o sprawności $\eta = 0,92$ o mocy 120 kW,
- wprowadzenie automatyki pogodowej sterującą pracą pompy ciepła (tzw. krzywa temperaturowa) wraz z opomiarowaniem (ciepłomierz szt. 1),
- montaż zaworów termostatycznych pracujących w zakresie P2-K (86szt),
- wymiana grzejników typu C33 lub V33 (86 szt.),

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła; wymiana źródła ciepła $\eta_{H,g}$	3,790
Przesył ciepła; wymiana instalacji $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego; wymiana grzejników wraz z montażem zaworów z głowicami termostatycznymi $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła; instalacja bufora bez strat $\eta_{H,s}$	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia; brak w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby; brak w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	3,041

*) - 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 pomp ciepła	748108,10
Montaż automatyki pogodowej wraz z opomiarowaniem (ciepłomierz szt. 1)	6150,00
Wymiana instalacji CO	73062,00
Instalacja bufora ciepła	87945,00
Montaż zaworów termostatycznych działających w zakresie P2-K	26445,00
Wymiana grzejników	68757,00
Suma:	1 010 467,10

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Nowe źródło ciepła dzięki urządzeniom o wyższej sprawności oraz automatyce pogodowej zmniejsza straty energii przy jej wytwarzaniu.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wymianę oraz zaizolowanie rur instalacji CO
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż zaworów termostatycznych działających w zakresie PK-2 wraz z wymianą grzejników.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Równomierne obciążenie układu CO, które wprowadza optymalny plan pracy instalacji
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	brak

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 OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02 zł	11,47
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71 zł	18,56
3.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99 zł	19,50
4.	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73 zł	24,33
5.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	88560,00 zł	25,05
6.	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	171395,05 zł	28,67
7.	Modernizacja przegrody Technikum zewnętrzna 55 zewnętrzna	157212,35 zł	42,37
8.	Modernizacja przegrody DZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	13084,74 zł	44,46
9.	Modernizacja przegrody Ściana sala gimnastyczna zewnętrzna	71168,98 zł	51,69
10.	Dokumentacja techniczna	4305,00 zł	---
11.	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10	16,25

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	88560,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	171395,05
7	Modernizacja przegrody Technikum zewnętrzna 55 zewnętrzna	157212,35
8	Modernizacja przegrody DZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	13084,74

9	Modernizacja przegrody Ściana sala gimnastyczna zewnętrzna	71168,98
10	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
11	Dokumentacja techniczna	4305,00
12	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		2521254,68

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	88560,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	171395,05
7	Modernizacja przegrody Technikum zewnętrzna 55 zewnętrzna	157212,35
8	Modernizacja przegrody DZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	13084,74
9	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
10	Dokumentacja techniczna	4305,00
11	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		2450085,70

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	88560,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	171395,05
7	Modernizacja przegrody Technikum zewnętrzna 55 zewnętrzna	157212,35
8	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
9	Dokumentacja techniczna	4305,00

10	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		2437000,96

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	88560,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	171395,05
7	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
8	Dokumentacja techniczna	4305,00
9	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		2279788,60

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	88560,00
6	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
7	Dokumentacja techniczna	4305,00
8	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		2108393,55

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71

3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja przegrody Podłoga	440024,73
5	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
6	Dokumentacja techniczna	4305,00
7	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		2019833,55

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	164634,99
4	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
5	Dokumentacja techniczna	4305,00
6	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		1579808,82

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	211468,71
3	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
4	Dokumentacja techniczna	4305,00
5	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		1415173,83

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	126572,02
2	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
3	Dokumentacja techniczna	4305,00
4	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		1203705,13

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	1010467,10
2	Dokumentacja techniczna	4305,00
3	Wymiana opraw oświetleniowych na ledowe	62361,00
Całkowity koszt		1077133,10

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	0,2770	1091,99	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	51,93	0,48
1	0,0967	367,78	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	28,76	0,48
2	0,1019	404,77	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	29,66	0,48
3	0,1024	408,04	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	29,66	0,48
4	0,1151	512,06	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	31,83	0,48
5	0,1232	555,79	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	31,83	0,48
6	0,1232	555,79	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	31,83	0,48
7	0,1267	582,35	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	41,76	0,48
8	0,1533	788,90	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	46,31	0,48
9	0,1862	1074,20	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	51,93	0,48
10	0,2770	1091,99	17,96	1673,68	5851,77	5851,77	5851,77	51,93	0,48

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cwu}$							
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	1091,99	110,50	0,57	1,00	1,00	2032,13	88316,44	---	---
	0,2770	0,0057							
1	367,78	20,26	3,04	1,00	0,95	135,14	8450,43	79866,02	90,43
	0,0967	0,0057							
2	404,77	20,26	3,04	1,00	0,95	146,70	9172,92	79143,53	89,61
	0,1019	0,0057							
3	408,04	20,26	3,04	1,00	0,95	147,72	9236,63	79079,81	89,54
	0,1024	0,0057							
4	512,06	20,26	3,04	1,00	0,95	180,21	11268,46	77047,98	87,24
	0,1151	0,0057							
5	555,79	20,26	3,04	1,00	0,95	193,87	12122,72	76193,73	86,27
	0,1232	0,0057							
6	555,79	110,50	3,04	1,00	0,95	284,11	17765,37	70551,07	79,88
	0,1232	0,0057							
7	582,35	110,50	3,04	1,00	0,95	292,40	18284,04	70032,41	79,30
	0,1267	0,0057							
8	788,90	110,50	3,04	1,00	0,95	356,92	22318,45	65997,99	74,73
	0,1533	0,0057							
9	1074,20	110,50	3,04	1,00	0,95	446,04	27891,12	60425,32	68,42
	0,1862	0,0057							
10	1091,99	110,50	3,04	1,00	0,95	451,60	28238,52	60077,92	68,03
	0,2770	0,0057							

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	2521254,68 zł	79866,02	93,35%	500000,00	19,83%	404250,94	403400,75	159732,04
				2021254,68	80,17%			
2	2450085,70 zł	79143,53	92,78%	500000,00	20,41%	390017,14	392013,71	158287,05
				1950085,70	79,59%			
3	2437000,96 zł	79079,81	92,73%	500000,00	20,52%	387400,19	389920,15	158159,62
				1937000,96	79,48%			
4	2279788,60 zł	77047,98	91,13%	500000,00	21,93%	355957,72	364766,18	154095,96
				1779788,60	78,07%			
5	2108393,55 zł	76193,73	90,46%	500000,00	23,71%	321678,71	337342,97	152387,46
				1608393,55	76,29%			
6	2019833,55 zł	70551,07	86,02%	500000,00	24,75%	303966,71	323173,37	141102,15
				1519833,55	75,25%			
7	1579808,82 zł	70032,41	85,61%	500000,00	31,65%	215961,76	252769,41	140064,81
				1079808,82	68,35%			
8	1415173,83 zł	65997,99	82,44%	500000,00	35,33%	183034,77	226427,81	131995,98
				915173,83	64,67%			
9	1203705,13 zł	60425,32	78,05%	500000,00	41,54%	140741,03	192592,82	120850,64
				703705,13	58,46%			
10	1077133,10 zł	60077,92	77,78%	500000,00	46,42%	115426,62	172341,30	120155,84
				577133,10	53,58%			

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: 15%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 500000,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	2521254,68 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	500000,00 zł		
- planowana kwota kredytu	---	2021254,68 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	159732,04 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	79866,02 zł	tj.	90,43 %

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

STZ1 – 661,25 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Stropodach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

STZ2 – 514,81 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Stropodach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

PG1 – 1191,48 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

P1 – 824,61 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

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

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

P2 – 361,63

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

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

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

O1 – 214,38 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne O1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²•K)

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

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

O2 – 33,24 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne O2; zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²•K)

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

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021
Zmniejszenie strat energii cieplnej poprzez system wentylacji, dzięki zastosowaniu systemu rekuperacji dla sali gimnastycznej

DZ1 – 8,87 m²

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ1 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

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

Uwagi:

Ograniczenie strat energii cieplnej poprzez dostosowanie do norm izolacyjności przegrody, zgodnych z WT20021

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. zastosowanie pompy ciepła typu woda-woda – 6,0 kW, sprawność SPF – 3,8
2. wymiana instalacji CWU,
3. zastosowanie zasobnika CWU bez strat,

Uwagi:

Planowany zakres prac wpłynie na zmniejszenie strat energii związanych z jej wytworzeniem i dystrybucją. Znacząco obniży emisję zanieczyszczeń poprzez zastosowanie odnawialnych źródeł energii oraz wpłynie na obniżenie kosztów eksploatacji modernizowanych systemów technicznych.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. wymiana źródła ciepła na pompę ciepła typu woda-woda (sprawność SPF – 3,8) o mocy 120 kW,
2. wprowadzenie automatyki pogodowej sterującą pracą pompy ciepła (tzw. krzywa temperaturowa) wraz z opomiarowaniem (ciepłomierz szt. 1),
3. wymiana instalacji CO (369 m),
4. instalacja bufora ciepła,
5. montaż zaworów termostatycznych pracujących w zakresie P2-K (86 szt),
6. wymiana grzejników typu C33 lub V33 (86 szt.)

Uwagi:

Planowany zakres prac wpłynie na zmniejszenie strat energii związanych z jej wytworzeniem i dystrybucją. Znacząco obniży emisję zanieczyszczeń poprzez zastosowanie odnawialnych źródeł energii oraz wpłynie na obniżenie kosztów eksploatacji modernizowanych systemów technicznych.

Oświetlenie wbudowane

Usprawnienie: **Modernizacja oświetlenia wbudowanego**

Zastosowanie opraw oświetleniowych typu LED

Uwagi:

Ograniczenie zużycia energii użytkowej poprzez modernizację oświetlenia wbudowanego z wykorzystaniem energooszczędnych opraw typu LED.

9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku









