

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU SZKOLNEGO

Szkoły Podstawowej w Pilczycy

Adres budynku	Szkoła Podstawowa w Pilczycy Pilczyca 70 26-234 Pilczyca gm. Słupia (Konecka) pow. konecki woj. świętokrzyskie
Wykonawca audytu energetycznego	Elżbieta Kasperska upr. PL WBiA/AE/163/2011



Pilczyca, styczeń 2017

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1993
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Słupia (Konecka)	1.4 Adres budynku	
	Słupia 30A 26-234 Słupia PESEL:	Pilczyca 70 26-234 Pilczyca ŚWIĘTOKRZYSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Elżbieta Kasperska		 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Pilczyca		Data wykonania opracowania	styczeń 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	1	1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	7590,40	7590,40
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2161,60	2161,60
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	168,00	168,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1993,60	1993,60
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	2,00	2,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	120,00	120,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Miejscowe	---
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,52	0,52
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	0,71; 0,26; 0,71	0,20; 0,26; 0,71
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	2,508	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,25; 0,24; 0,37	0,25; 0,24; 0,37
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,50; 1,50; 1,50; 1,50; 1,50	1,50; 1,50; 1,50; 1,50; 1,50
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,50; 3,00; 3,00; 3,00	1,50; 1,10; 3,00; 3,00
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	2,51; 0,25; 2,51	0,15; 0,25; 2,51
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	2,600
2.3.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,900
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,950
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,850
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	0,990	2,600

2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	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]	14475,20	14475,20
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,91	1,91
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	344,18	264,26
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	16,22	16,22
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1136,80	429,51
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2271,33	162,52
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	37,01	16,58
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)]	146,09	55,20
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	291,88	20,89
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	96,29
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	45,00	36,11
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]	565419,59	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	92,24
Planowane koszty całkowite [zł]	775419,59	Premia termomodernizacyjna [zł]	113083,92
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	102425,22		

* 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 listopad 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 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.

5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnetrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciazenia 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:

210000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

570000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

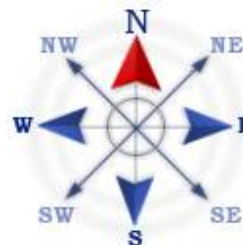
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	7590,40 m ³
Kubatura ogrzewania	-	7590,40 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	2161,60 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	168,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,52 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1365,59 m ²
Ilość mieszkań	-	2,00
Ilość mieszkańców	-	120,00

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	0,71; 0,26; 0,71	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	---	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	1,50; 1,50; 1,50; 1,50; 1,50	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,50; 3,00; 3,00; 3,00	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	2,51; 0,25; 2,51	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	0,25; 0,24; 0,37	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	45,00 zł/GJ	36,11 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	180,57 zł/GJ	36,11 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

Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego

Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ	średnia ważona opłata za GJ
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,65zł	20%	0,004 GJ/kWh	180,57zł	36,11
Energia elektryczna – System PV	0,00zł	80%	0,004 GJ/kWh	0,00zł	

Σ 100%		
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000 Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,650$
Przesyłanie ciepła	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy, kominek)	$\eta_{H,d} = 1,000$
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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,501
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Wymiana okien	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,g} = 0,990$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	...	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,990
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	14475,20	
Krotność wymian powietrza	1,91	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą nastąpić 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	Ściany zewnętrzne części szkolnej budynku nie spełniają wymogów dotyczących warunków cieplnych, przegroda wskazana do wykonania termomodernizacji polegającej na wykonaniu docieplenia.
Strop zewnętrzny - dach	Przegroda zewnętrzna części szkolnej budynku nie spełnia wymogów technicznych dotyczących współczynnika przenikania ciepła. Przegroda wskazana do wykonania termomodernizacji.
Podłoga na gruncie	...
Podłoga na gruncie	...
Modernizacja przegrody DZ 160*230s 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi wejściowe łączące powierzchnię nieogrzewaną (wiatrołap) i ogrzewaną szkoły w ramie metalowej w bardzo złym stanie technicznym zakwalifikowane do wymiany.
System grzewczy	Budynek opalany ekogroszkiem z kotłowni usytuowanej przy budynku szkolnym. Z kotłowni tej ogrzewany jest budynek szkolny, sala gimnastyczna oraz część mieszkalna. Instalacja zakamieniona. Rury rozpraszające z częściową izolacją, grzejniki żeliwne bez opomiarowania i regulacji, instalacja wewnętrzna wymaga remontu i modernizacji. System wskazany do modernizacji –zmiana sposobu ogrzewania z kotłowni opalanej ekogroszkiem na pompę ciepła typu powietrze-woda, wykonanie instalacji podłogowej, zamontowanie systemu automatycznej regulacji pogodowej. Wprowadzenie systemu zarządzania energią w budynku.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Cwu przygotowywana jest za pomocą przepływowych podgrzewaczy zainstalowanych bezpośrednio przy punktach poboru wody. Instalacja wskazana do wykonania modernizacji. Zmiana systemu przygotowania cwu z elektrycznych podgrzewaczy przepływowych na instalację zasilaną z dwufunkcyjnej pompy ciepła z wężownicowym zbiornikiem cwu oraz wykonanie wewnętrznej instalacji rozpraszającej.

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 zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Piana poliuretanowa w pozostałych przypadkach 30, $\lambda= 0,035$ [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	712,00m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	712,00m²	
Stopniodni: 3731,20 dzień•K/rok	$t_{wo}= 20,00$ °C	$t_{zo}= -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2

Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	45,00	36,11	36,11	36,11
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	---	22	24	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,508	0,150	0,138	0,128
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,40	6,68	7,26	7,83
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m ² K)/W	---	6,29	6,86	7,43
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	575,64	34,34	31,63	29,32
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0714	0,0043	0,0039	0,0036
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	24663,69	24761,34	24844,74
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	260,00	270,00	275,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	227697,60	236455,20	240834,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	9,23	9,55	9,69

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 227697,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 9,23 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

Informacje uzupełniające:

Wykonanie ocieplenia stropu poprzez warstwę pianki poliuretanowej łącznie z wymianą konstrukcji dachu pod instalację fotowoltaiczną z nowym pokryciem blachą.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, λ= 0,036 [W/(m•K)];		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A _s :	609,94m²		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A _k :	609,94m²		
Stopniodni: 3731,20 dzień•K/rok	t _{wo} = 20,00 °C	t _{zo} = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	45,00	36,11	36,11	36,11
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)	0,711	0,199	0,179	0,163

Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,41	5,02	5,57	6,13
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m ² K)/W	---	3,61	4,17	4,72
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	139,79	39,19	35,28	32,08
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0173	0,0049	0,0044	0,0040
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	4875,59	5016,64	5132,12
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	135,00	140,00	145,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	101280,20	105031,32	108782,44
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	20,77	20,94	21,20

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 101280,20 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 20,77 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 13 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie wykonać materiałem termoizolacyjnym o wsp. $\lambda \leq 0,036$ W/mK

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 160*230s 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **139,02** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **3,68**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **3,68**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **3,68**m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3731,20** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	45,00	36,11
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)	3,000	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	3,56	1,30

Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0030	0,0021
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	113,03
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	560,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	2534,78
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	22,43

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 2534,78 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 22,43 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,10

Informacje uzupełniające:

Wymiana drzwi na drzwi o wymaganym współczynniku przenikania ciepła ograniczy straty ciepła i podniesie komfort cieplny budynku szkolnego

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	[-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A _r	[m ²]	1210,00	1210,00
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V _{wl}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	10,00	10,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N _h	[-]	3,20	3,20
Sprawność wytwarzania η _{w,g}	[-]	0,99	2,60
Sprawność przesyłu η _{w,d}	[-]	1,00	1,00
Sprawność akumulacji ciepła η _{w,s}	[-]	1,00	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q _{cw}	[GJ/rok]	37,01	16,58
Max moc cieplna q _{cwu}	[kW]	16,22	16,22

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	180,57	36,11
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	6084,22
Koszt modernizacji Nu	[zł]	---	3690,00
SPBT	[lat]	---	0,61

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Wykonanie robót instalacyjnych	3690,00
---	---
Suma:	3690,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Podłączenie instalacji cwu do instalacji fotowoltaicznej.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	
Ulepszenie sprawności akumulacji η_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]	45,00	36,11
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	1136,80	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,3442	
Sprawność systemu grzewczego		0,501	2,134
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	86677,09
Koszt modernizacji	[zł]	---	409467,00
SPBT	[lat]	---	4,72

Informacje uzupełniające:

W ramach prac modernizacyjnych instalację c.o. zaproponowano montaż pompy ciepła oraz instalacji fotowoltaiki o mocy ok.10 kW, modernizację instalacji c.o. i c.w.u.

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, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	2,600
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,900
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	2,134

*) - 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
pompa ciepła	30750,00
Fotowoltaika	172200,00
wykonanie instalacji podłogowej i ściennej	175152,00
montaż systemu automatycznej regulacji pogodowej	3690,00
Montaż zasobnika	24600,00
Montaż sterownika i licznika ciepła	3075,00
Suma:	409467,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Do ogrzewania budynku zaproponowano instalację pompy ciepła typu powietrze-woda z czepnią powietrza usytuowaną poza budynkiem wspomaganą instalacją fotowoltaiki usytuowaną na dachu sali gimnastycznej i części szkolnej budynku.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wykonać instalację rozprowadzającą wraz z ociepleniem.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Proponuje się wykonanie instalacji grzewczej podpodłogowej oraz podtynkowej. Należy zamontować system automatycznej regulacji pogodowej oraz regulację miejscową pomieszczeniową.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Zamontować zasobnik ciepła.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Należy wykonać rozdział rozprowadzający ciepło na

	potrzeby szkoły i części mieszkalnej z możliwością odrębnej regulacji.
--	--

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	3690,00 zł	0,61
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	227697,60 zł	9,23
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	101280,20 zł	20,77
4.	Modernizacja przegrody DZ 160*230s 'Wentylacja grawitacyjna'	2534,78 zł	22,43
5.	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00 zł	---
6.	Wykonanie dokumentacji technicznej	24600,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	409467,00	4,72

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3690,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	227697,60
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	101280,20
4	Modernizacja przegrody DZ 160*230s 'Wentylacja grawitacyjna'	2534,78
5	Modernizacja systemu grzewczego	409467,00
6	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
7	Wykonanie dokumentacji technicznej	24600,00
Całkowity koszt		775419,59

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3690,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	227697,60

3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	101280,20
4	Modernizacja systemu grzewczego	409467,00
5	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
6	Wykonanie dokumentacji technicznej	24600,00
Całkowity koszt		772884,80

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3690,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	227697,60
3	Modernizacja systemu grzewczego	409467,00
4	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
5	Wykonanie dokumentacji technicznej	24600,00
Całkowity koszt		671604,60

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3690,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	409467,00
3	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
4	Wykonanie dokumentacji technicznej	24600,00
Całkowity koszt		443907,00

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	409467,00
2	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
3	Wykonanie dokumentacji technicznej	24600,00
Całkowity koszt		440217,00

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	wskaźnik ciepliny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,3442	1136,80	18,65	2161,60	7590,40	7590,40	7590,40	48,76	0,52
1	0,2643	429,51	18,65	2161,60	7590,40	7590,40	7590,40	38,27	0,52
2	0,2645	431,83	18,65	2161,60	7590,40	7590,40	7590,40	38,27	0,52
3	0,2770	537,05	18,65	2161,60	7590,40	7590,40	7590,40	39,91	0,52
4	0,3442	1136,80	18,65	2161,60	7590,40	7590,40	7590,40	48,76	0,52
5	0,3442	1136,80	18,65	2161,60	7590,40	7590,40	7590,40	48,76	0,52

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	1136,80 0,3442	37,01 0,0162	0,50	1,00	1,00	2308,34	108892,53	---	---
1	429,51 0,2643	16,58 0,0162	2,13	0,85	0,95	179,10	6467,31	102425,22	94,06
2	431,83 0,2645	16,58 0,0162	2,13	0,85	0,95	179,98	6498,98	102393,55	94,03
3	537,05 0,2770	16,58 0,0162	2,13	0,85	0,95	219,79	7936,56	100955,97	92,71
4	1136,80 0,3442	16,58 0,0162	2,13	0,85	0,95	446,72	16131,22	92761,31	85,19
5	1136,80 0,3442	37,01 0,0162	2,13	0,85	0,95	467,16	16868,98	92023,55	84,51

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	775419,59 zł	102425,22	92,24%	210000,00 565419,59	27,08% 72,92%	113083,92	124067,13	204850,43
2	772884,80 zł	102393,55	92,20%	210000,00 562884,80	27,17% 72,83%	112576,96	123661,57	204787,10
3	671604,60 zł	100955,97	90,48%	210000,00 461604,60	31,27% 68,73%	92320,92	107456,74	201911,94
4	443907,00 zł	92761,31	80,65%	210000,00 233907,00	47,31% 52,69%	46781,40	71025,12	185522,61
5	440217,00 zł	92023,55	79,76%	210000,00 230217,00	47,70% 52,30%	46043,40	70434,72	184047,10

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 210000,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	775419,59 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	210000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	565419,59 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	113083,92 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	102425,22 zł	tj. 94,06 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Pianka poliuretanowa

Uwagi:

Wykonanie docieplenia stropu poprzez warstwę pianki poliuretanowej łącznie z wymianą konstrukcji dachu pod instalację fotowoltaiczną z nowym pokryciem blachą .

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:

Wykonanie docieplenia ścian zewnętrznych styropianem o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,036$ W/mK

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 160*230s 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,100 W/(m²*K)

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

Uwagi:

Wymiana drzwi na drzwi o wymaganym współczynniku przenikania ciepła ograniczy straty ciepła i podniesie komfort cieplny budynku szkolnego

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: montaż węzłowniczego zbiornika o poj. 500 l, wykonanie instalacji rozprowadzającej.

Uwagi:

Instalacja z izolacją cieplną.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: montaż pompy ciepła dwufunkcyjnej typu powietrze-woda z węzłowniczym zbiornikiem cwu. wspomaganą energią z instalacji fotowoltaicznej o mocy 10kW, wykonanie instalacji ogrzewania podłogowego ewentualnie z elementami ogrzewania podtynkowego ściennego. Wykonanie opomiarowania części mieszkalnej z wydzieleniem instalacji.

Uwagi:

Dobór pompy ciepła o wsp. COP ≥ 4 .

Uwaga:

W celu zmniejszenia zużycia energii w budynku wykonać modernizację oświetlenia wbudowanego oraz wprowadzić system zarządzania energią w budynku.