

Audyt energetyczny budynku



Przedszkole Publiczne

miejsowość: Łobżenica

adres: ul.Stefana Batorego 5

kod: 89 – 310 Łobżenica

województwo: wielkopolskie

Opracowanie:


ENERGO EXPERT

Mariusz Woźniak

36-047 Raclawówka 45e, gm. Boguchwała

kom. +48 668 155 968, biuro@energoexpert.eu

NIP: 813-152-10-28, REGON: 180500639



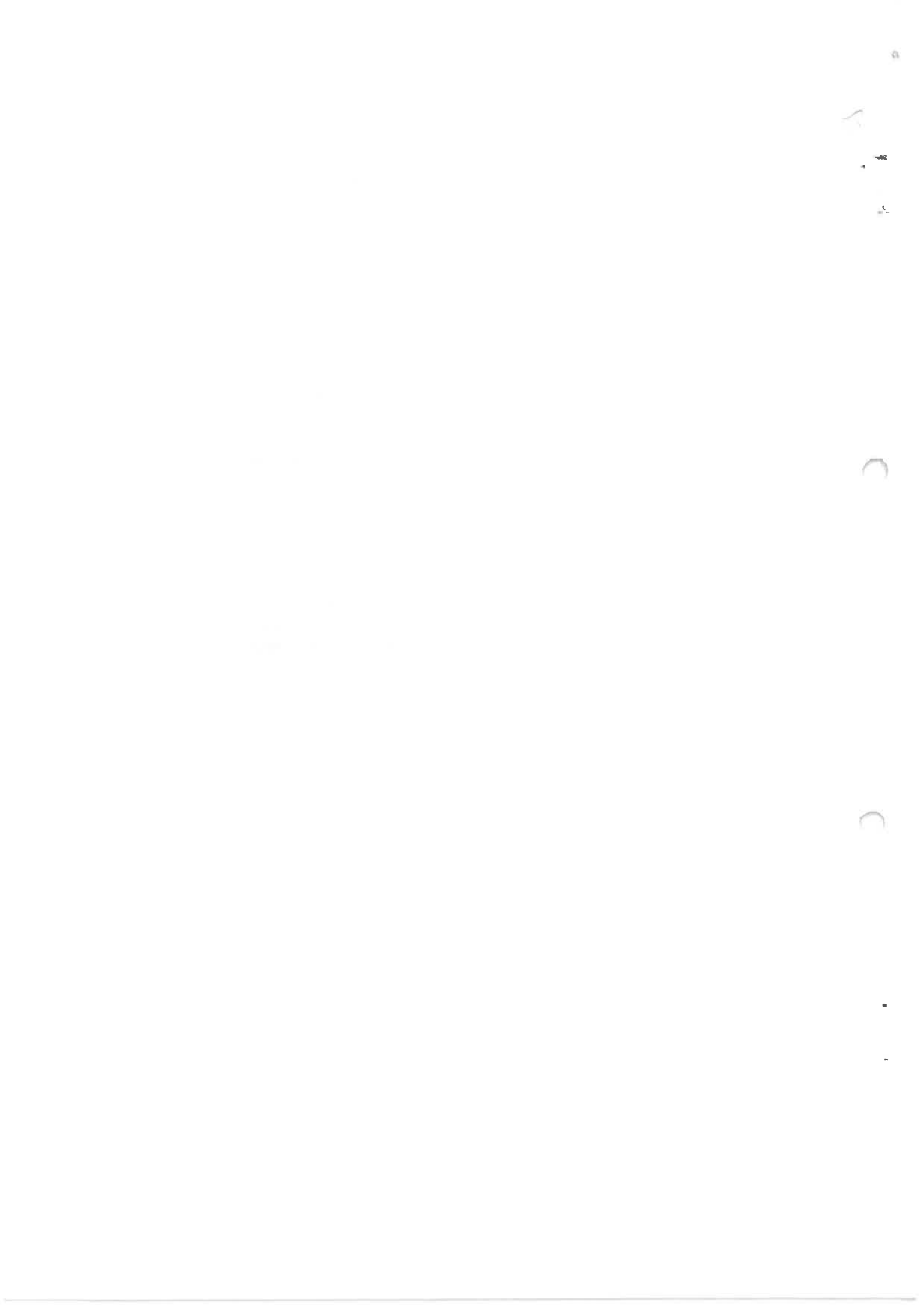
marzec '2016

Handwritten marks and scribbles at the top right corner.



1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1990
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Łobżenica	1.4 Adres budynku	
	ul. Sikorskiego 7 90-057 Łobżenica +48 42 6891111 +48 42 6891100	ul. Stefana Batorego 5 89-310 Łobżenica wielkopolskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Energ Expert Mariusz Woźniak Raclawówka 45e 36-047 Raclawówka Regon: 180500639		ENERGO EXPERT Mariusz Woźniak 36-047 Raclawówka 45e, gm. Boguchwała kom. +48 668 155 988, biuro@energoexpert.eu NIP: 813-152-10-28, REGON: 180500639	
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Woźniak Raclawówka 45e 36-047 Raclawówka mgr inż. budownictwa			CERTYFIKATOR ENERGETYCZNY <i>mgr inż. Mariusz Woźniak</i> <i>Upewnienia Nr MI/ŚE/1046/2009</i>  podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łobżenica		Data wykonania opracowania	marzec '2016
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			
9. Załączniki.			



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]	5511,36	5511,36
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1730,80	1730,80
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]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	195,00	195,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Miejscowe	Miejscowe
2.1.11.	Współczynnik AV [1/m]	0,51	0,51
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,29	0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,51	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	1,09	1,09
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,07; 0,97	1,07; 0,97
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,30; 3,10	1,30; 1,40
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,60; 1,60	1,30; 1,60
2.2.7.	Ściany na gruncie	1,70	0,41
2.2.8.	Stropy wewnętrzne	1,09	1,09
2.2.9.	Stropy zewnętrzne	0,51	0,15
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,910	0,910
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	0,930	0,930
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,950	0,950

2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,960	2,600
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,800
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,840	0,840
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna	Wentylacja z odzyskiem
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacyjne Vex/Vsup	kanały wentylacyjne Vex/Vsup
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1264,80/1264,80	1264,80/1264,80
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,50	1,50
2.5.2.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja z odzyskiem
2.5.2.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne Vex/Vsup
2.5.2.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	5511,36	5511,36
2.5.2.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	166,98	98,97
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	6,04	6,04
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	778,53	305,02
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1004,92	344,50
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	64,99	30,00
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	---
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	124,95	48,95

	ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]		
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	161,28	55,29
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną [%] Instalacja fotowoltaiczna 15 kW projektowana do montażu na dachu budynku (obliczenia w załączniku do audytu).	0,00	42,6
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]	65,89	65,89
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]	43,30	49,12
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)]	3,38	1,02
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			
Minimalna kwota własna (15%) [zł]	75 521,64	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,54
Maksymalna kwota dotacji (85%) [zł]	427 955,93		
Planowane koszty całkowite [zł]	503 477,57		

* 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 zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.4

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie dotacji w ramach programu RPO WW 2014 – 2020 działanie 3.2 Poprawa efektywności energetycznej w sektorze publicznym i mieszkaniowym
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

76 000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

428 000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura ogrzewania	-	5511,36 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1730,80 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,51 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1271,32 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	195,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,29	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	0,51	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	1,09	W/(m ² ·K)
Okna	1,30; 3,10	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	2,60; 1,60	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Ściany na gruncie	1,70	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	1,07; 0,97	W/(m ² ·K)
Stropy wewnętrzne	1,09	W/(m ² ·K)
Stropy zewnętrzne	0,51	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	65,89 zł/GJ	65,89 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	139,95 zł/GJ	65,89 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 niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 50 do 120 kW Paliwo - gaz ziemny	$\eta_{H,g} = 0,910$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,960$
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	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 oC wewnątrz osłony termicznej budynku	$\eta_{H,s} = 0,930$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 8 godzin	$w_d = 0,950$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,626
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Viessmann typ Vitoplex 100 SX1	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$\eta_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{W,s} = 0,840$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,806
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	kanały wentylacyjne Vex/Vsup	
Strumień powietrza wentylacyjnego	843,20/843,20	

Krotność wymian powietrza	1,00
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	5511,36
Krotność wymian powietrza	1,00

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie.

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	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,20$ [W/m ² K]. Istniejąca ściana zewnętrzna budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,776$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie płytami styropianowymi.
Ściana na gruncie	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,45$ [W/m ² K]. Istniejąca ściana zewnętrzna piwnic segmentu A budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,588$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie ścian fundamentowych styrodurem.
Podłoga na gruncie_piwnica	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,30$ [W/m ² K]. Istniejąca podłoga parteru posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,935$ [W/m ² K]. Z uwagi na znaczne utrudnienia wykonania docieplenia przegrody (podłogi), nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
Podłoga na gruncie_parter	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,30$ [W/m ² K]. Istniejąca podłoga parteru posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,03$ [W/m ² K]. Z uwagi na znaczne utrudnienia wykonania docieplenia przegrody (podłogi), nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
Strop wewnętrzny_nad piwnicą	Ponieważ różnica temperatur pomiędzy ogrzewaną piwnicą a parterem jest poniżej 8 stopni Celcjusza to zgodnie z WT'2019 dla stropów międzykondygnacyjnych brak jest wymagań. W związku z powyższym nie planuje się działań termomodernizacyjnych.
Strop zewnętrzny	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,15$ [W/m ² K]. Istniejąca ściana zewnętrzna budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,942$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie wełną mineralną granulowaną metodą wdmuchiwaną.
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne_Nowe 'Wentylacja grawitacyjna'	DZN Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,30$ [W/m ² K]. Z uwagi na fakt wymiany w 2012r. stolarki drzwiowej na drzwi szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,60$ [W/m ² K], która jest obecnie w bardzo dobrym stanie, nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
Modernizacja przegrody Okna_Nowe ODN 'Wentylacja grawitacyjna'	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,90$ [W/m ² K]. Z uwagi na fakt wymiany w 2012r. stolarki okiennej na okna PCV, szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,30$ [W/m ² K], która jest obecnie w bardzo dobrym stanie, nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne stare DZS	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,30$ [W/m ² K]. Wymiana starych drzwi zewnętrznych do budynku o współczynniku $U = 2,60$ [W/m ² K] na drzwi docieplone o współczynniku $U_{max} = 1,30$ [W/m ² K].

Modernizacja przegrody Okna_Stare ODS_Piwnica	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,40$ [W/m ² K]. Wymiana starych, nieszczelnych piwnicznych okien drewnianych o współczynniku $U = 3,10$ [W/m ² K] na szczelne okna PCV o współczynniku $U_{max} = 1,40$ [W/m ² K].
Zamiana 'Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	W pomieszczeniach kuchennych (piwnica) istniejąca wentylacja mechaniczna jest w stanie dostatecznym. Zaleca się montaż centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła (rekuperator) o sprawności na poziomie 54% ze specjalistycznym kuchennym okapem wyciągowym.
System grzewczy	Ogrzewanie z kotłowni usytuowanej w sąsiednim budynku Gimnazjum. Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Viessmann typ Vitoplex 100 SX1 Grzejniki żeliwne w dobrym stanie technicznym bez głowic termostatycznych.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Elektryczne akumulacyjne podgrzewacze wody, producent Beretta, moc 4,8 kW, poj. 120 dm ³ , rok produkcji 2011, szt. 1 (kuchnia) oraz elektryczne przepływowe podgrzewacze wody, producent Biawar lub Delpo, moc 1,5 kW szt. 4 (łazienki) w dobrym stanie technicznym. Demontaż podgrzewaczy wody. Montaż pomp ciepła powietrze woda ze zbiornikami cwu z grzałką elektryczną z doprowadzeniem cwu do punktów poboru. Możliwość wsparcia pompami ciepła centralnego ogrzewania.

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, Wełna mineralna granulowana Paroc BLT 9, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1106,70m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1106,70m ²	
Stopniodni: 3700,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	65,89	65,89
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,515	0,150
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,94	6,68
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,74
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	182,17	52,98
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0217	0,0063
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	8512,56
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	52,39
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	71315,42
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	8,38

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 71315,42 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 8,38 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 cm

Informacje uzupełniające:

Izolacja stropodachu wentylowanego wełną mineralną granulowaną o współczynniku $\lambda = 0,038$ [W/mK], grubości 18 [cm], metodą wdmuchiwaną. Obróbki blacharskie, montaż rynien. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

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, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	933,44m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1034,78m ²	
Stopniodni: 3656,42 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,80$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	65,89	65,89	65,89
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,288	0,192	0,173
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,78	5,22	5,78
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,44	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	379,82	56,48	51,05
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0455	0,0068	0,0061
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	21304,47	21662,40
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	196,07	201,95
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	24955,386	25703,780
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	11,71	11,87

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 249553,86 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,71 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku ścian zewnętrznych płytami styropianowymi o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grub. 16 [cm] metodą "lekką-mokrą" z pokryciem wyprawą z tynku akrylowego o fakturze nakrapianej z kosztem rusztowań. Osuszenie i zaimpregnowanie częściowo zawilgoconych murów. Obróbki blacharskie, montaż rynien i rur spustowych. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styrodur XPS, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	100,30m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	100,54m ²	
Stopniodni: 2565,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 15,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	65,89	65,89
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	7	8
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,702	0,412
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,59	2,43
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,84
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	37,84	9,15
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0056	0,0014
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1890,32
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	193,66
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	23948,81
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	12,67

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 23948,81 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,67 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 7 cm

Informacje uzupełniające:

Izolacje termiczne pionowe z płyt izolacyjno-drenażowych z twardej pianki polistyrenowej gęstości 30 kg/m³, współczynnika $\lambda = 0,038$ [W/mK], grub. 7 [cm] do poziomu ław fundamentowych, z przednim wykonaniem izolacji przeciwwodnej i zagruntowaniem podłoża. Roboty ziemne. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

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 Drzwi zewnętrzne DZS

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 49,05 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 2,75m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 2,75m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyczeń nakładów: 2,75m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)

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

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	65,89	32,95	32,95
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,50	---	---
Współczynnik c _r		1,30	---	---
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	6,89	1,22	1,05
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0012	0,0013	0,0012
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	413,57	419,37
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	950,00	1150,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	5421,84	6563,28
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	7,77	9,28

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 3213,38 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,77 lat

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wymiana starych drzwi zewnętrznych do budynku (parter) na drzwi docieplone o współczynniku $U_{max} = 1,30$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Okna stare ODS**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **843,20/843,20** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **10,71**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **10,71**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **10,71**m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie ostłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: ---

Stopniodni: **2565,70** dzień•K/rok $\theta_i = 15,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	65,89	65,89	65,89
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m	---	---	---	---
Współczynnik c_r	---	---	---	---
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,100	1,400	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	7,36	3,32	3,09
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0011	0,0005	0,0005
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	265,94	281,58
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	650,00	750,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	8562,65	9879,98
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	---	---
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	32,20	35,09

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8562,65 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 32,20 lat

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,40

Informacje uzupełniające:

Wymiana starych okien zewnętrznych do budynku (piwnica) na okna energooszczędne o współczynniku $U_{max} = 1,40$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

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

Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZS

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **843,20/843,20** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **1,89**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **1,89**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **1,89**m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: ---

Stopniodni: **2565,70** dzień·K/rok $\theta_i = 15,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	65,89	65,89	65,89
Oplata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m	---	---	---	---
Współczynnik c_r	---	---	---	---
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	1,300	1,200
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,09	0,54	0,50
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0002	0,0001	0,0001
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	35,89	38,65
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	950,00	1150,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	2208,47	2673,41
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	---	---
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	61,54	69,17

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 2208,47 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 61,54 lat

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wymiana starych drzwi zewnętrznych do budynku (piwnica) na drzwi docieplone o współczynniku $U_{max} = 1,30$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Zamiana 'Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **1264,80/1264,80** m³/h

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	65,89	0,00
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik V_{nom}	m ³ /h	---	---
Współczynnik V_{obl}	m ³ /h	---	---
Współczynnik $V_{n, sup}$	m ³ /h	843,20	843,20
Współczynnik $V_{n, ex}$	m ³ /h	843,20	843,20
Współczynnik $V_{obl, sup}$	m ³ /h	1264,80	843,20
Współczynnik $V_{obl, ex}$	m ³ /h	1264,80	843,20
Współczynnik β		0,31	0,50
Współczynnik η_{oc}		---	54,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,27	14,33
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0139	0,0043
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1269,90
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	53,84

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

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 68375,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 53,84 lat

Modernizacja systemu wentylacji

Informacje uzupełniające:

Montaż w piwnicy (pomieszczenia kuchenne) centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła (rekuperator) o sprawności na poziomie 54%. Montaż specjalistycznego kuchennego okapu wyciągowego. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

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_f	[m ²]	1730,80	1730,80
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	18,00	18,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,50	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,96	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00	0,80
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,84	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	64,99	30,00
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	6,04	6,04

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	139,95	65,89
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]	---	7119,26
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	43050,00
SPBT	[lat]	---	6,05

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż pomp ciepła powietrze woda ze zbiornikiem cwu.	43050,00
---	---
Suma:	43050,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień	
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Elektryczne akumulacyjne podgrzewacze wody, producent Beretta, moc 4,8 kW, poj.120 dm ³ , rok produkcji 2011, szt.1 (kuchnia) oraz elektryczne przepływowe podgrzewacze wody, producent Biawar lub Delpo, moc 1,5 kW szt.4 (łazienki) w dobrym stanie technicznym. Demontaż podgrzewaczy wody. Montaż pomp ciepła powietrze woda ze zbiornikami cwu z grzałką elektryczną z doprowadzeniem cwu do punktów poboru. Możliwość wsparcia pompami ciepła centralnego ogrzewania. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.	
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]	65,89	65,89
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]	778,53	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1670	
Sprawność systemu grzewczego		0,626	0,715
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	8276,76
Koszt modernizacji	[zł]	---	30750,00
SPBT	[lat]	---	3,72

Informacje uzupełniające:

Ogrzewanie z kotłowni usytuowanej w sąsiednim budynku Gimnazjum. Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Viessmann typ Vitoplex 100 SX1 Grzejniki żeliwne w dobrym stanie technicznym bez głowic termostatycznych. Przewiduje się montaż głowic termostatycznych, płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,910
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,930
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 $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,715

*) - 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
Wymiana pompy obiegowej, montaż głowic termostatycznych, płukanie chemiczne instalacji z regulacją hydrauliczną.	30750,00
Suma:	30750,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Ogrzewanie z kotłowni usytuowanej w sąsiednim budynku Gimnazjum. Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Viessmann typ Vitoplex 100 SX1 Grzejniki żeliwne w dobrym stanie technicznym bez głowic termostatycznych. Przewiduje się wymianę pompy obiegowej. montaż głowic termostatycznych, płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	

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

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

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00 zł	6,05
2.	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38 zł	7,77
3.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42 zł	8,38
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	249553,86 zł	11,71
5.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	23948,81 zł	12,67
6.	Modernizacja przegrody ODS Zamiana współczynnika przenikania U	8562,65 zł	32,20
7.	Modernizacja przegrody DZS Zamiana współczynnika przenikania U	2208,47 zł	61,54
8.	Zamiana 'Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	68375,00 zł	53,84
9.	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00	3,72

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	249553,86
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	23948,81
6	Modernizacja przegrody ODS Zamiana współczynnika przenikania U	8562,65
7	Modernizacja przegrody DZS Zamiana współczynnika przenikania U	2208,47
8	Zamiana 'Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	68375,00
9	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
10	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		503477,57

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	249553,86
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	23948,81
6	Modernizacja przegrody ODS Zamiana współczynnika przenikania U	8562,65
7	Modernizacja przegrody DZS Zamiana współczynnika przenikania U	2208,47
8	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
9	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		435102,57

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	249553,86
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	23948,81
6	Modernizacja przegrody ODS Zamiana współczynnika przenikania U	8562,65
7	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
8	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		432894,10

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	249553,86
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	23948,81
6	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00

7	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		424331,46

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	249553,86
5	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		400382,65

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	71315,42
4	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		150828,79

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja przegrody DZS Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	3213,38
3	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		79513,37

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	43050,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		76300,00

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	30750,00
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		33250,00

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 cieplny 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	0,1670	778,53	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	31,63	0,51
1	0,0990	305,02	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	21,04	0,51
2	0,1086	305,42	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	21,04	0,51
3	0,1087	305,54	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	21,04	0,51
4	0,1093	309,41	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	21,04	0,51
5	0,1103	315,91	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	21,82	0,51
6	0,1490	640,36	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	28,84	0,51
7	0,1643	777,30	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	31,63	0,51
8	0,1670	778,53	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	31,63	0,51
9	0,1670	778,53	19,24	1730,80	5511,36	5511,36	5511,36	31,63	0,51

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	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	778,53 0,1670	64,99 0,0060	0,63	0,85	0,95	1062,87	74845,51	---	---
1	305,02 0,0990	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	376,91	24834,37	50011,14	66,82
2	305,42 0,1086	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	377,31	24854,37	49992,14	66,79
3	305,54 0,1087	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	377,50	24873,34	49972,17	66,77
4	309,41 0,1093	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	381,90	25163,35	49682,16	66,38
5	315,91 0,1103	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	389,29	25650,45	49195,06	65,73
6	640,36 0,1490	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	758,30	49964,17	24881,34	33,24
7	777,30 0,1643	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	914,04	60226,22	14619,29	19,53
8	778,53 0,1670	30,00 0,0060	0,71	0,85	0,95	915,44	60318,39	14527,12	19,41
9	778,53 0,1670	64,99 0,0060	0,71	0,85	0,95	950,43	62623,89	12221,63	16,33

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
1	503477,57 zł	50011,14	64,54%	87000,00	15,17%	427955,93
				486477,57	84,83%	
2	435102,57 zł	49992,14	64,50%	87000,00	20,00%	369837,18
				348102,57	80,00%	

3	432894,10 zł	49972,17	64,48%	87000,00 345894,10	20,10% 79,90%	367959,99
4	424331,46 zł	49682,16	64,07%	87000,00 337331,46	20,50% 79,50%	360681,74
5	400382,65 zł	49195,06	63,37%	87000,00 313382,65	21,73% 78,27%	340325,25
6	150828,79 zł	24881,34	28,66%	87000,00 63828,79	57,68% 42,32%	128204,47
7	79513,37 zł	14619,29	14,00%	87000,00 0,00	100,00% 0,00%	67586,37
8	76300,00 zł	14527,12	13,87%	87000,00 0,00	100,00% 0,00%	64855,00
9	33250,00 zł	12221,63	10,58%	87000,00 0,00	100,00% 0,00%	28262,50

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 87000,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Minimalna kwota własna (15%) [zł]	75 521,64	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,54
Maksymalna kwota dotacji (85%) [zł]	427 955,93		
Planowane koszty całkowite [zł]	503 477,57		
Roczna oszczędność kosztów energii* [zł/rok]	50 011,14	Roczna oszczędność kosztów energii [%]	66,82

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 18 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna granulowana Paroc BLT 9

Uwagi:

Izolacja stropodachu wentylowanego wełną mineralną granulowaną o współczynniku $\lambda = 0,038$ [W/mK], grubości 18 [cm], metodą wdmuchiwaną. Obróbki blacharskie, montaż rynien. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

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

Uwagi:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku ścian zewnętrznych płytami styropianowymi o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grub. 16 [cm] metodą "lekką-mokrą" z pokryciem wyprawą z tynku akrylowego o fakturze nakrapianej z kosztem rusztowań. Osuszenie i zaimpregnowanie częściowo zawilgoconych murów. Obróbki blacharskie, montaż rynien i rur spustowych. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 7 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styrodur XPS

Uwagi:

Izolacje termiczne pionowe z płyt izolacyjno-drenażowych z twardej pianki polistyrenowej gęstości 30 kg/m³, współczynniku $\lambda = 0,038$ [W/mK], grub. 7 [cm] do poziomu ław fundamentowych, z uprzednim wykonaniem izolacji przeciwwodnej i zagruntowaniem podłoża. Roboty ziemne. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZS_Drzwi zewnętrzne, stare_Parter**

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

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

Uwagi:

Wymiana starych drzwi zewnętrznych do budynku (parter) na drzwi docieplone o współczynniku $U_{max} = 1,30$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody ODS_Okna zewnętrzne, stare_Piwnica**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,400 W/(m²·K)

Wymagany typ stolarki:

Uwagi:

Wymiana starych okien zewnętrznych do budynku (piwnica) na okna energooszczędne o współczynniku $U_{max} = 1,40$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZS_Drzwi zewnętrzne, stare_Piwnica**

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

Wymagany typ stolarki:

Uwagi:

Wymiana starych drzwi zewnętrznych do budynku (piwnica) na drzwi docieplone o współczynniku $U_{max} = 1,30$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

V1

Usprawnienie: **Zamiana 'Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'**

Uwagi:

Montaż w piwnicy (pomieszczenia kuchenne) centrali wentylacyjnej z wymiennikiem glikolowym z odzyskiem ciepła o sprawności na poziomie 54% z nagrzewnicą elektryczną. Montaż specjalistycznego kuchennego okapu wyciągowego z łapaczem tłuszczu. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Elektryczne akumulacyjne podgrzewacze wody, producent Beretta, moc 4,8 kW, poj.120 dm³, rok produkcji 2011, szt.1 (kuchnia) oraz elektryczne przepływowe podgrzewacze wody, producent Biawar lub Delpo, moc 1,5 kW szt.4 (łazienki) w dobrym stanie technicznym. Demontaż podgrzewaczy wody. Montaż pomp ciepła powietrze woda ze zbiornikami cwu z grzałką elektryczną z doprowadzeniem cwu do punktów poboru. Możliwość wsparcia pompami ciepła centralnego ogrzewania. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Ogrzewanie z kotłowni usytuowanej w sąsiednim budynku Gimnazjum. Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Viessmann typ Vitoplex 100 SX1 Grzejniki żeliwne w dobrym stanie technicznym bez głowic termostatycznych. Przewiduje się wymianę pompy obiegowej. montaż głowic termostatycznych, płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

LED

Usprawnienie: **modernizacja oświetlenia**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: wymiana oświetlenia na energooszczędne LED

Uwagi: szczegółowe obliczenia w odrębnym opracowaniu

PV

Usprawnienie: **produkcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku

Uwagi: szczegółowe obliczenia w załączniku do audytu energetycznego.

9. Załączniki do audytu

1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród w stanie istniejącym
2. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby c.o. i c.w.u.
3. Efekt ekologiczny termomodernizacji budynku
4. Analiza zużycia energii elektrycznej
5. Instalacja fotowoltaiczna
6. Tabela zbiorcza audytu
7. Dokumentacja fotograficzna

Załącznik nr 1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła U przegród w stanie istniejącym

Przewodność cieplna materiałów		
Kod materiału	Opis	λ
		W/(m·K)
1	Tynk mineralny	1,000
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,910
3	Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	0,400
4	Tynk cementowo-wapienny	0,900
5	Posadzka cementowa	1,000
6	Płyta cementowo-wiórowa na spoiwie cementowym	0,230
7	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,180
8	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900	1,100
9	Piasek średni	0,400
10	Parkiet	0,200
11	Terakota	1,300
12	Styropian 40	0,040
13	Strop kanałowy	1,410
14	3xpapa na lepiku	0,180
15	Płyty korytkowe	1,500
16	Dobrze wentylowane warstwy powietrza	0,000
17	Płyty z wełny mineralnej	0,045
Opory przejmowania ciepła (między powietrzem i strukturami)		
Kod materiału	Opis	R_{si} lub R_{se}
		m ² ·K/W
60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)	0,040
61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)	0,130
62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,040
63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,170
64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)	0,040
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)	0,100
66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,100
67	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,100

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Material	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
1	Drzwi zewnętrzne_stare, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,6
2	Drzwi zewnętrzne_nowe, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,6
3	Okno zewnętrzne_PCV_nowe, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,3
4	Okno zewnętrzne_drewniane_stare, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3,1
5	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk mineralny	0,015	1,000	0,015	-
	2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,250	0,910	0,275	-
	3	Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	0,120	0,400	0,300	-
	4	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,40	-	0,78	1,29
6	Ściana na gruncie, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,380	0,910	0,418	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,38	-	0,59	1,70

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
7	Podłoga na gruncie_piwnica, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,04	-	
	5	Posadzka cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	6	Płyta cementowo-wiórowa na spoiwie cementowym	0,050	0,230	0,217	-
	7	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-
	8	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900	0,200	1,100	0,182	-
	9	Piasek średni	0,100	0,400	0,250	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
Grubość całkowita i U_k		0,38	-	0,93	1,07	
8	Podłoga na gruncie_parter, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,04	-	
	10	Parkiet	0,019	0,200	0,095	-
	5	Posadzka cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	6	Płyta cementowo-wiórowa na spoiwie cementowym	0,050	0,230	0,217	-
	7	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-
	8	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900	0,200	1,100	0,182	-
	9	Piasek średni	0,100	0,400	0,250	-
63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-		
Grubość całkowita i U_k		0,40	-	1,03	0,97	

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
9	Strop wewnętrzny_nad piwnicą, przegroda jednorodna					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	11	Terakota	0,019	1,300	0,015	-
	5	Posadzka cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	7	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-
	12	Styropian 40	0,020	0,040	0,500	-
	13	Strop kanałowy	0,240	1,410	0,170	-
	4	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
Grubość całkowita i U_k		0,32	-	0,92	1,09	
10	Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna					
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,10	-	
	14	3xpapa na lepiku	0,015	0,180	0,083	-
	5	Posadzka cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	15	Płyty korytkowe	0,030	1,500	0,020	-
	16	Dobrze wentylowane warstwy powietrza	0,600	0,000	0,000	-
	17	Płyty z wełny mineralnej	0,070	0,045	1,556	-
	13	Strop kanałowy	0,240	1,410	0,170	-
	4	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
67	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,10	-		
Grubość całkowita i U_k		0,99	-	2,07	0,51	

Załącznik nr 2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby c.o. i cwu

UPROSZCZONY RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU												
DANE OGÓLNE												
Nazwa budynku:	Przedszkole Publiczne											
Typ budynku:	Oświata											
Rok budowy:	1990											
Miejscowość:	Łobżenica											
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz											
Strefa klimatyczna:	II											
Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e :	-18,0	°C										
Średnia temperatura wewnętrzna θ_i :	19,2	°C										
Temperatury dla poszczególnych miesięcy												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
θ_e [°C]	-0,7	0,0	0,0	6,6	14,2	14,5	17,3	16,4	11,0	8,1	5,2	1,9
GEOMETRIA BUDYNKU												
Powierzchnia zabudowy A_q :	1271,3	m ²										
Powierzchnia netto A_n :	1730,8	m ²										
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f :	1730,8	m ²										
Kubatura po obrysie zewnętrznym V_e :	7158,9	m ³										
Kubatura netto V :	5511,4	m ³										
Kubatura ogrzewana V_f :	5511,4	m ³										
Powierzchnia przegród oddzielających budynek od środowiska zewnętrznego i części nieogrzewanej A :	3648,2	m ²										
Powierzchnia ścian zewnętrznych $A_{w,e}$:	933,4	m ²										
Współczynnik kształtu A/V_e :	0,5	1/m										
WSPÓLCZYNNIKI STRAT CIEPŁA												
Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} :	3,4	W/m ²										
Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} :	2301,4	W/K										
Współczynnik strat ciepła przegród wewnętrznych H_{xy} :	39,0	W/K										
Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{ig} :	189,9	W/K										
Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} :	0,0	W/K										
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T :	2491,3	W/K										
Współczynnik strat ciepła na wentylację H_{ve} :	886,2	W/K										
Całkowity współczynnik strat ciepła H :	3377,4	W/K										

MOC CIEPLNA												
Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T :		93,94		kW								
Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V :		73,04		kW								
Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :		5,84		kW								
Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} :		166,98		kW								
Projektowana moc źródła ciepła Φ :		166,98		kW								
Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnie Φ_A :		96,48		W/m ²								
Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V :		30,30		W/m ³								
WENTYLACJA – STREFY CIEPLNE												
Rodzaj budynku:				Oświata								
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A_f m ²	V m ³	β -	$V_{ve,1}$ m ³ /h	$b_{ve,1}$ -	$V_{ve,2}$ m ³ /h	$b_{ve,2}$ -	$V_{ve,3}$ m ³ /h	$b_{ve,3}$ -	$V_{ve,4}$ m ³ /h	$b_{ve,4}$ -	H_{ve} W/K
Strefa O1	1458,80	4668,16	0,20	2940,94	0,20	933,63	0,20	588,19	0,80	933,63	0,80	664,12
Rodzaj budynku:				Gastronomia								
Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo												
Skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc1,n}$											0,00	-
Skuteczność gruntowego wymiennika ciepła $\eta_{GWC,n}$											0,00	-
Łączna miesięczna skuteczność odzysku ciepła $\eta_{oc,n}=[1-(1-\eta_{oc1,n})\cdot(1-\eta_{GWC,n})]$											0,00	-
Nazwa pomieszczenia/strefy	A_f m ²	V m ³	β -	$V_{ve,1}$ m ³ /h	$b_{ve,1}$ -	$V_{ve,2}$ m ³ /h	$b_{ve,2}$ -	$V_{ve,3}$ m ³ /h	$b_{ve,3}$ -	$V_{ve,4}$ m ³ /h	$b_{ve,4}$ -	H_{ve} W/K
Strefa O2	272,00	843,20	0,50	843,20	0,50	236,10	0,50	0,00	0,50	252,96	0,50	222,04
ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO												
Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} :		3,3		W/m ²								
Zyski wewnętrzne Q_{int} :		53998,04		kWh/rok								
Zyski od słońca Q_{sol} :		133867,37		kWh/rok								
Całkowite zyski ciepła $Q_{H,gn}$:		187865,41		kWh/rok								
Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$:		262551,81		kWh/rok								
Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$:		84019,58		kWh/rok								
Całkowite straty ciepła przez wentylacje i przenikanie $Q_{H,ht}$:		345290,75		kWh/rok								
Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$:		216259,82		kWh/rok								

Pojemność cieplna budynku C_m :							450008000,00			J/K		
Stała czasowa τ :							35,76			h		
Czas trwania sezonu grzewczego t_{sG} :							5753,02			h		
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{sG} [dni]	31,0	28,0	31,0	29,2	4,4	0,0	0,0	0,0	24,1	31,0	30,0	31,0

Załącznik nr 3. Efekt ekologiczny termomodernizacji budynku

REDUKCJA EMISJI DWUTLENKU WĘGLA CO₂

wyliczono zgodnie z „Metodyką ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” NFOŚiGW Warszawa, lipiec 2013r. (rozdział 6)

System ogrzewania:

Ogrzewanie z kotłowni usytuowanej w sąsiednim budynku Gimnazjum. Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Viessmann typ Vitoplex 100 SX1 Grzejniki żeliwne w dobrym stanie technicznym bez głowic termostatycznych. Przewiduje się wymianę pompy obiegowej. montaż głowic termostatycznych, płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną.

Dostawca gazu: PGNiG, taryfa W-3.6

Zużycie gazu w kuchni do przygotowywania posiłków w okresie maj '2014 – maj '2015: 1 639 [m³]

System cwu

Elektryczne akumulacyjne podgrzewacze wody, producent Beretta, moc 4,8 kW, poj.120 dm³, rok produkcji 2011, szt.1 (kuchnia) oraz elektryczne przepływowe podgrzewacze wody, producent Biawar lub Delpo, moc 1,5 kW szt.4 (łazienki) w dobrym stanie technicznym. Demontaż podgrzewaczy wody. Montaż pomp ciepła powietrze woda ze zbiornikami cwu z grzałką elektryczną z doprowadzeniem cwu do punktów poboru. Możliwość wsparcia pompami ciepła centralnego ogrzewania. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla kotłowni na gaz ziemny wysokometanowy

WE CO₂ = 56,10 [kg/GJ] (tab.14 KOBiZE)

Wskaźnik emisji dla energii elektrycznej WE CO₂ = 0,812 [Mg/MWh] tj. 225,56 [kg/GJ]

zalecane do stosowania przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) zawarty w dokumencie „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016”

Wyciąg z audytu energetycznego (str.4, poz.2.6.4 i 2.6.5.)

Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Energia końcowa EK			
1.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 004,92 (GZ)	344,50 (GZ)
2.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	64,99 (EE)	30,00 (EE)
Razem:		1 069,91 (GZ/EE)	374,50 (GZ/EE)

Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych w_i według *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego [...]* (Dz.U. z 2015, poz.376)

miejscowe wytwarzanie energii w budynku:

- gaz ziemny 1,10
- energia elektryczna 3,00

Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Energia pierwotna EP =EK * w_i			
1.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	$1004,92 * 1,10 = 1105,41$ (GZ)	$344,50 * 1,10 = 378,95$ (GZ)
2.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	$64,99 * 3,00 = 194,97$ (EE)	$30,00 * 3,00 = 90,00$ (EE)
Razem:		1 300,38 (GZ/EE)	468,95 (GZ/EE)

Redukcja emisji dwutlenku węgla CO₂ dla EP

Emisja CO₂ dla EP przed termomodernizacją (gaz ziemny / energia elektryczna):

$$(1105,41 \text{ [GJ/rok]} * 56,10 \text{ [kg/GJ]} + 194,97 \text{ [GJ/rok]} * 225,56 \text{ [kg/GJ]}) / 1\ 000 = 105,99 \text{ [Mg/rok]}$$

Emisja CO₂ dla EP po termomodernizacji (gaz ziemny):

$$(378,95 \text{ [GJ/rok]} * 56,10 \text{ [kg/GJ]} + 90,00 \text{ [GJ/rok]} * 225,56 \text{ [kg/GJ]}) / 1\ 000 = 41,56 \text{ [Mg/rok]}$$

Redukcja emisji CO₂ dla EP: 105,99 – 41,56 = 64,43 [Mg/rok]

REDUKCJA EMISJI PYŁU PM10

Redukcję emisji pyłu PM10 wyliczono zgodnie z Instrukcją do sporządzania Studium Wykonalności dla Poddziałania 3.2.1. zatwierdzoną przez Zarząd Województwa Wielkopolskiego tj. na podstawie oszczędności energii (cieplnej), wynikającej z audytu energetycznego, w oparciu o wskaźniki emisji pyłu PM10, wg Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska program KAWKA. Wartości emisji zanieczyszczeń zostały przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.

V.2.4. Redukcja emisji pyłu PM10

Redukcję emisji pyłu PM10 należy obliczyć na podstawie oszczędności energii (cieplnej), wynikającej z audytu energetycznego, w oparciu o wskaźniki emisji pyłu PM10, wg Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska program KAWKA. Wartości emisji zanieczyszczeń zostały przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.

W opisie należy przedstawić przyjęte założenia do obliczenia efektu ekologicznego wraz z obliczeniami. Należy przedstawić założenia oraz obliczenia przyjęte do oszacowania efektu ekologicznego.

Tabela 10. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia redukcji emisji pyłu PM10

Zanieczyszczenie - Pył PM10	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drzewna	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
poniżej 50 KW	g/GJ	225	78	0,5	3	480	34
od 50kW do 1 MW	g/GJ	190	78	0,5	3	76	34
od 1 MW do 50 MW	g/GJ	76		0,5	3	76	

Uwagi dodatkowe:

- 1) W przypadku likwidacji indywidualnych węglowych źródeł ciepła i podłączania odbiorców do sieci ciepłowniczych zasilanych ze źródeł powyżej 50 MW efekt redukcji pyłu PM 10, należy określić, jako 100 % dotychczasowej emisji.
- 2) W przypadku likwidacji indywidualnych węglowych źródeł ciepła i zamiany sposobu ogrzewania lub wytwarzania ciepłej wody użytkowej na źródła elektryczne (piece, grzałki, pompy ciepła, bojler, ogrzewacze c.w.u., itp.), efekt redukcji pyłu PM 10 należy określić jako 100 % dotychczasowej emisji.

Wypełniając Tabelę 11. Redukcja pyłu PM10 należy uwzględnić następujące zalecenia:

Dane w kolumnach „Zużycie energii cieplnej przed modernizacją (GJ/rok)” oraz „Zużycie energii cieplnej po modernizacji (GJ/rok)” należy wykazać na podstawie Tabeli 3. Redukcja rocznego zapotrzebowania na energię cieplną.

„Miano g/GJ” – należy wyznaczyć na podstawie danych ujętych w Tabeli 10. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia redukcji emisji pyłu PM10.

Wartość procentowa uzyskana w kolumnie 11 „Redukcja pyłu PM10 - %” stanowi podstawę do oceny kryterium merytorycznego nr 20 „W wyniku realizacji projektu nastąpiła redukcja emisji PM10”.

Tabela. Zestawienie redukcji pyłu PM10

budynek/ źródło energii	Zużycie energii cieplnej przed modernizacją (GJ/rok)	miano g/GJ	Emisja pyłu PM10 przed modernizacją (g/rok)	Zużycie energii cieplnej po modernizacji	miano g/GJ	Emisja pyłu PM10 po modernizacji (g/rok)	Redukcja pyłu PM10			
				(GJ/rok)			g/rok	kg/rok**	Mg/rok***	%
1	2	3	4=(2x3)	5	6	7=(5x6)	8=(4-7)	9=(8/1000)	10=(9/1000)	11=(8/4)x100
Przedszkole Publiczne w Łobżenicy	1 069,91	0,5	534,96	374,50	0,5	187,25	347,71	0,347705	0,000348	65,66
gaz ziemny → gaz ziemny										

Załącznik nr 4. Analiza zużycia energii elektrycznej

1. Dokumenty i dane do analizy

1.1 Podstawa Opracowania

Umowa na wykonanie audytów energetycznych.

Do przygotowania analizy wykorzystane zostały dane otrzymane od Inwestora, dokumentacja techniczna oraz inwentaryzacja własna budynku.

1.2 Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest wykonanie analizy optymalizacji zużycia energii elektrycznej w budynku oraz sposobu jego użytkowania z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii z wyliczeniem efektów ekologicznych.

1.3. Wykaz obowiązujących przepisów

[1] Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (*t.j. Dz.U. z 2014, poz.712*)

[2] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (*Dz.U. z 2011nr 94, poz.551 z późn. zmianami*)

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego [...] (*Dz.U. nr 43, poz.346*)

[4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, [...] (*Dz.U. 2012, poz.962*)

[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego [...] (*Dz.U. z 2015, poz.376*)

[6] Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Upewnien do Emisji za rok 2015, *wyd. KOBIZE Warszawa, październik 2014*

2. Analiza zużycia energii elektrycznej

Dostawcą (dystrybutorem) energii jest ENEA S.A., taryfa C11, moc umowna 27,0 [kW]

Sprzedawcą jest EcoErgia Sp. z o.o. Kraków, taryfa C12a.

Energia elektryczna przeznaczana jest na:

- a) zasilanie urządzeń biurowych oraz IT;
- b) oświetlenie pomieszczeń (światłówki standardowe w rastrowych lub liniowych oprawkach)
- c) podgrzewanie cwu.

Tabela 1. Zestawienie zużycia energii elektrycznej w okresie 05.2014 – 05.2015

(opracowano na podstawie udostępnionych przez UM Gm.Łobżenica faktur)

Lp.	Okres		Zużycie [kWh]	Należność wg faktury [zakup + dystrybucja]	Średnia cena
	od	do		[zł. brutto]	[zł. brutto / MWh]
1	22.03.2015	27.05.2015	6 780	3 512,81	518,11
2	08.01.2015	22.03.2015	5 400	2 847,61	527,34
3	07.11.2014	08.01.2015	5 520	2 595,33	470,17
4	04.09.2014	07.11.2014	6 720	3 097,58	460,95
5	08.07.2014	04.09.2014	4 440	2 124,19	478,42
6	08.05.2014	08.07.2014	480	604,63	1 259,65
Razem/rok:	08.05.2014	27.05.2015	29 340	14 782,12	503,82
Średnia/m-c:	08.05.2014	27.05.2015	2 445	1 231,85	503,82

W związku z wysokimi rocznymi kosztami zakupu energii elektrycznej w kwocie prawie 15 tys. [zł. brutto/rok] należy rozważyć modernizację źródeł światła w budynku oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.

3. Koszty energii elektrycznej

Cena energii elektrycznej w rozbiciu na poszczególne składniki z ostatniej udostępnionej faktury z m-ca listopada 2015r.

=====

Energia elektryczna:

▪ Energia elektryczna (zakup):	0,2165 [zł.netto/kWh]
▪ Opłata jakościowa (dystrybucja):	0,0115 [zł.netto/kWh]
▪ Opłata zmienna sieciowa (dystrybucja):	0,1536 [zł.netto/kWh]
▪ -----	
▪ Razem opłaty zmienne:	0,3816 [zł.netto/kWh]

Koszt energii elektrycznej bez opłat stałych: 0,3816 [zł.netto/kWh] czyli 0,4694 [zł. brutto/kWh] – wielkości przyjęte do dalszych obliczeń obniżenia kosztów opłat po zmianie systemu oświetlenia (LED) oraz montażu instalacji fotowoltaicznej.

Załącznik nr 5. Fotowoltaika

Główną zaletą instalacji z ogniw fotowoltaicznych jest ich niezawodność, lekkość oraz możliwość uzyskiwania darmowej energii elektrycznej o parametrach sieciowych na potrzeby gospodarcze w sposób czysty, cichy i praktycznie bezobsługowy. Dlatego stają się coraz bardziej powszechne w układach podłączonych bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej jak i w autonomicznych systemach prądotwórczych.

Wydajność systemu uzależniona jest przede wszystkim od nasłonecznienia uzyskiwanego w skali roku w miejscu montażu instalacji. Im większa ilość słonecznych dni i im mocniejsze promieniowanie tym więcej można uzyskać energii elektrycznej z danej instalacji. Instalacje fotowoltaiczne można stosować praktycznie w każdym miejscu, do którego dociera słońce. Wymogi dotyczące instalacji fotowoltaicznych wynikają głównie z miejsca, w którym planuje się instalację umieścić i celu, do jakiego będzie wykorzystywana. Podstawowymi elementami mającymi wpływ na wybór rodzaju systemu fotowoltaicznego jest wiele.

Są to:

- sposób wykorzystania wyprodukowanej energii,
- posiadana powierzchnia do montażu ogniw (fasada, dach, działka),
- planowana wielkość produkowanej energii lub zapotrzebowanie energetyczne urządzeń, które ma obsłużyć powstający układ.

Stosując jedno z powyższych kryteriów, jako punkt wyjścia przy projektowaniu systemu fotowoltaicznego, można dobrać takie rozwiązanie, które będzie w optymalny sposób spełniało wymogi inwestora.

Pojedyncze ogniwa fotowoltaiczne charakteryzują się niewielką mocą, dlatego aby uzyskać pożądane wartości mocy muszą być łączone równolegle lub szeregowo w tzw. panele lub moduły.

Opis proponowanej instalacji

- Instalacja na połaci dachu segmentu B budynku po stronie południowej S
- Powierzchnia dachu po stronie S: 238 m²
- Kąt nachylenia dachu: 8°
- Powierzchnia brutto panela fotowoltaicznego: 1,62 [m²]
- Maksymalna liczba modułów: 146 [szt.]
- Liczba projektowanych modułów z uwzględnieniem powierzchni zajmowanej przez kominy: 60 [szt.]
- Moc projektowanego pojedynczego modułu: 250,0 [Wp]
- Całkowita moc instalacji PV: 15,0 [kWp]

- **Uwaga:**
- **montaż paneli fotowoltaicznych powinien być poprzedzony ekspertyzą konstrukcyjną stanu technicznego dachu;**
- **instalacja fotowoltaiczna wymaga wykonania projektu technicznego, w tym szczegółowych obliczeń nośności dachu oraz uzysku energii elektrycznej.**

Obliczenia systemu fotowoltaicznego

wykonano za pomocą programu dostępnego na stronie:

<http://re.irc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Szacunki SAF PVGIS generowania energii słonecznej

Lokalizacja: Polska, Łobżenica

Nominalna moc systemu PV: 15,0 kWp

Szacowane straty z powodu niskiej temperatury i oświetlenia: 10,4%

Szacunkowe straty spowodowane kątowym efektem odbicia: 4,1%

Inne straty (kable, falowniki): 14,0%

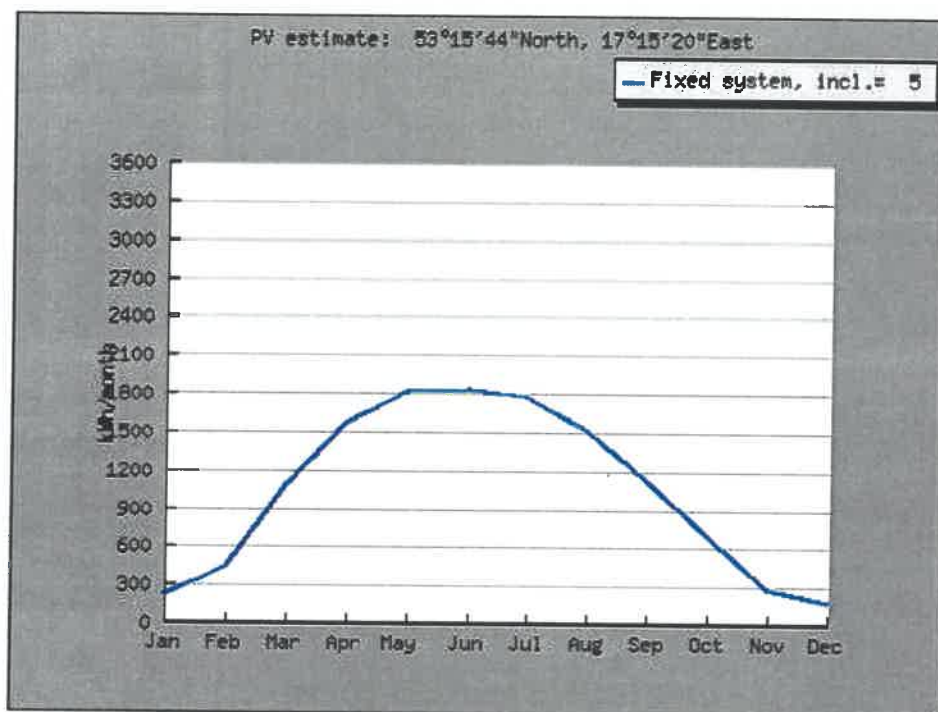
Razem straty systemu: 28,5%

6.1. Produkcja energii elektrycznej

Poprawiono system: nachylenie = 5 °, orientacji = 0				
Miesiąc	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	7.03	218	0.61	19.0
Lutego	15.30	428	1.28	35.9
Mar	34.90	1080	2.97	92.1
Kwiecień	52.20	1570	4.63	139
Może	58.70	1820	5.38	167
Czerwca	61.10	1830	5.71	171
Lipca	57.00	1770	5.37	166
Sierpień	48.90	1510	4.53	140
Września	37.60	1130	3.38	101
Październik	22.20	689	1.95	60.5
Listopada	8.99	270	0.79	23.8
Grudzień	5.63	175	0.51	15.7
Średnia roczna	34.2	1040	3.10	94.3
Razem za rok		12500		1130

E_d : Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej z danego systemu (kWh) E_m : Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej z danego systemu (kWh) H_d : Średnia dzienna suma globalnej napromieniania za metr kwadratowy otrzymanych przez moduły danego systemu (kWh / m²) H_m : Średnia suma globalnej napromieniania za metr kwadratowy otrzymanych przez moduły danego systemu (kWh / m²)

6.2. Wykres produkcji energii elektrycznej [kWh] wg miesięcy



6.3. Przykładowy sposób montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku



6.4. Dane przykładowego panelu polikrystalicznego o mocy 250 Wp

BUDOWA I WYMIARY	Parametry	CHARAKTERYSTYKA ELEKTRYCZNA	Parametry
Długość	1636 mm	Ogniwa	Polikrystaliczne
Szerokość	990 mm	Wymiary ogniwa	156 x 156 mm
Grubość	35 mm	Napięcie jałowe [Voc]	37,25 V
Waga	19 kg	Prąd zwarciovowy [Isc]	8,80 A
Ilość ogniw w szeregu	60	Napięcie maksymalne [Vmax]	30,73 V
Ilość ogniw równoległe	1	Natężenia maksymalne [Imax]	8,14A
Odległość między ogniwami	2,5 mm	Moc maksymalna [P max]	250 Wp
Szyba	3,2 mm grubości	Wydajność modułu	15,4 %
Encapsulant	ko-polimer EVA	Maksymalne napięcie systemu	1000 VDC
Backsheet	wielowarstwowy poliester	Tolerancja mocy	0 +3 %
Ramka	anodyzowane aluminium	Temperaturowy współczynnik napięcia Tcv	+0,05 %/ °C
Gniazdko przyłączeniowe	IP65, 3 diody by-pass	Temperaturowy współczynnik natężenia Tci	-0,33 %/°C
Okablowanie	1m, konektory MC4	Temperaturowy współczynnik mocy Tcp	-0,39 %/°C
		NOCT (800 W/m², 20°C, AM 1.5, 1m/s)	40 °C
PARAMETRY STOSOWANIA	Parametry		
Temperatura pracy	85 % RH, - 40 + 80°C		
Maksymalne obciążenie	IEC 5400 Pa		
Klasa stosowania	A		
ZALEŻNOŚĆ PROMIENIOWANIA [W/m²]	Parametry		
	1000 800 600 400		
Isc	0% -19,6% -39,5% -59,2%		
Voc	0% -1,38% -3,05% -5,90%		

Roczna oszczędność energii finalnej

Zużycie energii elektrycznej w okresie maj '2014 – maj '2015 : 29 340 [kWh/rok] => 105,62 [GJ/rok]

Jak pokazują powyższe obliczenia jest możliwość uzyskania 12 500 [kWh] rocznie tj. około 42,6 % dotychczasowego rocznego zużycia.

Roczna oszczędność energii finalnej: $\Delta Q_o = 12\,500$ [kWh] => 45,00 [GJ/rok]

Roczna oszczędność kosztów energii finalnej

Oznacza to, że oszczędność kosztów opłat za energię elektryczną średnio rocznie wyniesie $12\,500$ [kWh/rok] x $0,4694$ [zł.brutto/kWh] = $5\,867,50$ [zł.brutto/rok] pod warunkiem, że cała wyprodukowana energia elektryczna zostanie zużyta w budynku.

Jest to w zupełności możliwe, ponieważ z powyższej instalacji fotowoltaicznej można uzyskać:

- średniorocznie $12\,500$ [kWh/rok], czyli poniżej rocznego zużycia wynoszącego $29\,340$ [kWh/rok],
- maksymalnie w miesiącach wiosenno - letnich na poziomie $1\,500 - 1\,800$ [kWh/m-c], czyli poniżej średniego miesięcznego zużycia wynoszącego na poziomie $2\,445$ [kWh/m-c]
- w okresie przerw w funkcjonowaniu budynku (weekendy, święta, ferie, wakacje) niewykorzystana energia elektryczna wyprodukowana przez instalację fotowoltaiczną może zostać odprowadzona do sieci energetycznej

Roczna oszczędność kosztów energii: $5\,867,50$ [zł.brutto/rok]

Koszt przedsięwzięcia

Średnia cena rynkowa instalacji fotowoltaicznej o mocy $10,0$ [kW] wynosi $5\,790$ [zł. brutto/kW], natomiast dla $20,0$ [kW] wynosi $6\,025$ [zł. brutto/kW]. Dla mocy $15,0$ [kW] można przyjąć średnią cenę $5\,908$ [zł.brutto/kW]

Źródło: <http://www.fotowoltaikainfo.pl/inwestycje/2014/06/02/ile-kosztuje-dachowa-instalacja-fotowoltaiczna>

Całkowity koszt inwestycji budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy $15,0$ [kW] wyniesie zatem:

$15,0$ [kW] x $5\,908$ [zł.brutto/kW] = $88\,620$ [zł. brutto]

Szacunkowy koszt przedsięwzięcia: $88\,620,00$ [zł.brutto]

Czas zwrotu przedsięwzięcia

$$\text{Prosty czas zwrotu przedsięwzięcia SPBT} = \frac{\text{Szacunkowy koszt przedsięwzięcia}}{\text{Roczna oszczędność kosztów energii finalnej}}$$

Przy uwzględnieniu uzyskanych z instalacji oszczędności w opłatach za energię elektryczną, zwrot z inwestycji nastąpi po okresie $88\,620,00$ [zł.brutto] / $5\,867,50$ [zł. brutto/rok] = $15,1$ [lat]

SPBT (bez dotacji) = 14,7 [lat]

Powyższy zwrot z inwestycji wynoszący ponad 15 lat został wyliczony przy założeniu pokrycia przez Inwestora 100% nakładów.

W przypadku dotacji na poziomie 85%, czyli pokrycia przez Inwestora jedynie 15% kosztów, będzie proporcjonalnie niższy i wyniesie:

SPBT (dotacja 60%) = $15,1 \cdot (100 - 85)\% = 2,3$ [lat]

Tabela 5. Zestawienie efektów zastosowania instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość
1	Oszczędność energii finalnej*	[kWh/rok]	12 500
2		[GJ/rok]	45,00
3		[toe/rok]	1,07
4	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (zasilanie z sieci elektroenergetycznej systemowej)	w_{el}	3,0
5	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	[kWh/rok]	37 500
6		[GJ/rok]	135,00
7		[toe/rok]	3,21
8	Wskaźnik emisji CO ₂ **	[kg/MWh]	812
9	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***	[kg/rok]	30 450,0
10	Roczna oszczędność kosztów energii	[zł.brutto/rok]	5 867,50
11	Koszt przedsięwzięcia	[zł.brutto]	88 620,00
12	Czas zwrotu SPBT (bez dotacji)	[lata]	15,1
13	Czas zwrotu SPBT (dotacja 60%)	[lata]	2,3

*1 toe = 41,868 [GJ] = 11,63 [MWh]

** Wskaźnik emisji WE CO₂ = 812 [kg/MWh] wg „Metodyki ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” wyd. NFOŚiGW W-wa ‘2013 oraz publikacji „Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce” wyd. KOBIZE ‘2011

***Zgodnie z rozporządzeniem [4] jako efekt ekologiczny określa się obniżenie emisji CO₂, a obliczenie tego efektu wykonuje się w oparciu o wyliczoną oszczędność energii pierwotnej, przez pomnożenie tej wartości przez odpowiednie współczynniki zależne od rodzaju zaoszczędzonej energii.

Załącznik nr 6. Tabela zbiorcza audytu. Redukcja energii oraz emisji CO₂

Zestawienie z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia (wg osobnego opracowania) oraz zastosowania instalacji fotowoltaicznej

L P	Nośnik energii w budynku Zakres modernizacji	Szacunkowy koszt modernizacji brutto [zł.] Oszczędności	SPBT bez dotacji	Rok bazowy – stan przed modernizacją		Okres eksploatacji – stan po modernizacji		Redukcja	
				Energia końcowa EK	Emisja CO ₂ dla EP	Energia końcowa EK	Emisja CO ₂ dla EP	Energia końcowa EK	Emisja CO ₂ dla EP
				Energia pierwotna EP		Energia pierwotna EP		Energia pierwotna EP	
				[GJ/rok]	[Mg/rok] %	[GJ/rok]	[Mg/rok] %	[GJ/rok]	[Mg/rok] %
1	Energia ciepła	503 477,57	10,1	EK=1069,91	E=105,99	EK=374,50	E=41,56	ΔEK=694,51	ΔE=65,00
	Termomodernizacja	50 011,14		EP=1300,38	100%	EP=468,95	22,9%	ΔEP=831,43	77,1%
2	Energia elektryczna	123 805,00	15,6	EK =105,62	E=108,35	EK=1,41	E=37,84	ΔEK=104,21	ΔE=70,51
	Oświetlenie LED**	88 620,00		EP=316,86	100%	EP=4,23	34,9%	ΔEP=312,63	65,1%
	Fotowoltaika	7 720,83				***			
		5 867,50							
Razem:		715 902,57 63 599,47	11,2	EK=1175,53 EP=1617,24	E=214,34 100%	EK=375,91 EP=473,18	E=79,40 37,0%	ΔEK=798,72 ΔEP=1144,06 ΔEP=70,7%	ΔE=134,94 63,0%

*Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla sieci energetycznej WE CO₂ = 812 [kg/MWh] tj. 225,55556 [kg/GJ] wg „Metodyki ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” wyd. NFOŚiGW W-wa '2013 oraz publikacji „Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczenia poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce” wyd. KOBIZE '2011

**Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla kotłowni na gaz ziemny = 56,10 [kg/GJ] (tab.14 KOBIZE '2016)

** Według opracowania „Audyt oświetlenia budynku”, styczeń '2016 stanowiącego odrębny dokument.

***Przy założeniu pełnej modernizacji oświetlenia na LED-owe oraz wykorzystania w całości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną

Tabela. Wskaźniki rezultatu bezpośredniego

(z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia oraz zastosowania fotowoltaiki)

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka miary	Wartość bazowa	Wartość końcowa	Redukcja	Redukcja [%]
1	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej EK	[GJ/rok]	1069,91	374,50	695,41	65,0
2	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej EK*	[GJ/rok]	105,62	1,41	104,21	98,7
		[MWh/rok]	29,34	0,39	28,95	
3	Zmniejszenie zużycia energii końcowej EK	[GJ/rok]	1 175,53	375,91	799,62	68,0
4	Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej	[GJ/rok]	1 617,24	473,18	1 144,06	70,7
5	Szacowany roczny spadek emisji CO ₂ dla EP	[Mg/rok]	214,34	79,40	134,94	63,0

*Przy założeniu pełnej modernizacji oświetlenia na LED-owe oraz wykorzystania w całości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną

Załącznik nr 7. Dokumentacja fotograficzna budynku

